

СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ

ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
МОРСКИХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К $\frac{\text{ВСН 3-67}}{\text{ММФ}}$

БРОШЮРА I

Часть 3
Металлические конструкции

Москва 1969

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО ФЛОТА
СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ

ОТДЕЛ ОБЩЕГО И ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
МОРСКИХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ
К ВСН 3-67
ММФ

БРОШЮРА I

Часть 3
Металлические конструкции

Москва 1969

УДК 627.33.001.2(083.96)

Состав пособия по проектированию морских
причальных сооружений к ВСН 3-67 .
ММФ

Брошюра 1:

Часть 1. Общие положения по проектированию,
основные конструктивные требования и
методы статических расчетов.

Часть 2. Бетонные и железобетонные конструкции.

Часть 3. Металлические конструкции.

Брошюра 2.

Пояснительная записка.

Брошюра 3.

Список отзывов, заключений и прочие материалы.

Составители инженеры В. В. Акимов и И. М. Зимович

| | | |
|------------------|---|-------------------|
| Союзморниипроект | Ведомственные строительные нормы | к ВСН 3-67 ММФ |
| | Пособие по проектированию морских причальных сооружений | |

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Настоящие нормы с учетом примечания п.1.2 СНиП П-В.3-62 распространяются на проектирование стальных конструкций морских причалов (больверки из металлического шпунта, отдельные конструкции эстакадных сооружений - свайное основание, элементы уголковых стенок и др.).

1.2. При проектировании стальных конструкций надлежит выполнять требования СНиП П-А.10-62, СНиП П-В.3-62 и СНиП I-В.12-62

1.3. Стальные конструкции следует проектировать с учетом требований экономии металла. В тех случаях, когда это целесообразно по технико-экономическим данным, стальные конструкции следует проектировать с применением материалов повышенной эффективности (низколегированных и др. сталей).

1.4. При проектировании стальных конструкций должны предусматриваться мероприятия по защите от коррозии (окраска и др.) в соответствии со СНиП I-В.27-62 и Ш-В.6-62, а также других нормативных документов по защите конструкций морских гидротехнических сооружений от коррозии.

Примечание. Не допускается увеличение толщины профильного и листового металла или увеличение толщины стенок труб сверх необходимой по расчету в целях увеличения срока службы конструкций подверженных действию коррозии.

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Внесены Союзморниипроектом | Утверждены главным инженером Союзмор- ниипроекта 6 февраля 1969 г. | Срок вве- дения 6 февраля 1969 г. |
|-------------------------------|---|--|

1.5. Прочность и устойчивость стальных конструкций должны быть обеспечены как в стадии эксплуатации, так и при транспортировании и монтаже.

1.6. Марка и способ выплавки стали, поставки стали для сварных конструкций, типы электродов, а также, в необходимых случаях, дополнительные требования к поставляемой стали должны указываться на чертежах проектов и в документации по заказу металла.

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ СОЕДИНЕНИЯ.

2.1. Основным видом прокатной стали, применяемой в несущих стальных конструкциях морских причальных сооружений, является сталь ВМСт.Зсп и ВКСт. Зсп для сварных конструкций по ГОСТ 380-60* с дополнительными гарантиями загиба в холодном состоянии, согласно п. 2.5.2д и предельного содержания химических элементов, согласно пп. 2.6.3 и 2.6.4 ГОСТ 380-60*.

Примечания: 1. Полуспокойные стали / пс/ для изготовления несущих элементов стальных конструкций или соединений, рекомендуется применять в соответствии с "Рекомендациями по применению полуспокойных сталей в морском гидротехническом строительстве", Ленморнии-проект, 1965 г., приведенных в приложении I.

2. При применении конверторной стали следует учитывать указания п. 2.1а СНиП П-В.3-62.

2.2. Для изготовления анкерных тяг и деталей их соединения рекомендуется применять сталь ВМСт. Зсп и ВМСт. Зпс для сварных конструкций по ГОСТ 380-60* и ГОСТ 2590-57 с дополнительными гарантиями загиба в холодном состоянии, согласно п. 2.5.2д и предельного содержания химических элементов, согласно пп. 2.6.3 и 2.6.4 ГОСТ 380-60*.

Примечания: 1. Допускается для изготовления анкерных тяг применение стали ВМСт. Зкп / кипящей / при условии специального обоснования.

2. Допускается для изготовления анкерных тяг применение других сталей при проведении соответствующих испытаний на холодный загиб, относительное удлинение не менее 15%, а также при получении положительных результатов по их свариваемости.

2.3. Для металлических стенок бульверков применяется шпунт в соответствии с техническими условиями Министерства черной металлургии, а также в соответствии с ГОСТ 4781-55, изготовляемый из сталей:

- углеродистая маргеновская сталь марки МСт.3, ГОСТ 380-60*;
- бессемеровская сталь марки БСт.3, ГОСТ 380-60*;
- низколегированная сталь марки 15ХСНД /НЛ-2/ ГОСТ 5058-65.

Примечание. Допускается применение шпунтов, прокатанных из других видов сталей, соответствующих по основным механическим характеристикам и химическому составу перечисленным в пункте видам сталей.

2.4. Для других деталей и элементов металлических конструкций рекомендуется применять:

- а/ для шарниров - углеродистую маргеновскую ковную сталь марки Ст.5, ГОСТ 380-60*;
- б/ для литых частей - стальное литье из углеродистой стали марки 35Л, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 977-65, и серый чугун, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 1412-54.

2.5. Сварка стальных конструкций должна производиться с применением следующих материалов:

а/ для сварки элементов из углеродистой стали марки Ст.3 - электроды типа Э42 и Э42А, для марки Ст.5 - в соответствии с указаниями п. 2.2 СНиП П-В.3-62.

б/ для сварки элементов из низколегированной стали марки 15ХСНД - электроды типа Э50А.

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ СОЕДИНЕНИЯ.

3.1. Расчетные характеристики прокатной стали, отливок, а также сварных соединений рекомендуется принимать по таблицам 1-4.

Таблица 1

Прокатная сталь

| № пп | Вид стали | Группа или марка стали | Толщина в мм | Временное сопротивление растяжению σ_{np} кг/см ² | Предел текучести σ_T кг/см ² |
|------|------------------------------|------------------------|----------------|---|--|
| 1 | Сталь обыкновенного качества | Ст.3 Ст.5 | см. примечание | 3800 5000 | 2300 2700 |
| 2 | Сталь низколегированная | 15ХСНД | 4-32 | 5200 | 3500 |

Примечание. Приведенные в табл.1 значения для стали обыкновенного качества установлены для сортовой стали толщиной до 100 мм включительно, для фасонной стали толщиной до 20 мм включительно, для листовой и широкополосной стали толщиной до 40 мм включительно.

Таблица 2

ОТЛИВКИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

| Марки отливок из углеродистой стали | Временное сопротивление растяжению σ_{np} в кг/см ² | Предел текучести σ_T в кг/см ² |
|-------------------------------------|---|--|
| 15Л | 4000 | 2000 |
| 25Л | 4500 | 2400 |
| 35Л | 5000 | 2800 |
| 45Л | 5500 | 3200 |

Таблица 3

Отливки из серого чугуна

| Марки отливок из серого чугуна | Временные сопротивления $\sigma_{\text{т}}$ в кг/см ² | |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| | растяжению при изгибе | сжатия центральному и при изгибе |
| СЧ 12-28 | 1200 | 2800 |
| СЧ 15-32 | 1500 | 3200 |
| СЧ 18-36 | 1800 | 3600 |
| СЧ 21-40 | 2100 | 4000 |
| СЧ 24-44 | 2400 | 4400 |
| СЧ 28-48 | 2800 | 4800 |

Таблица 4

Сварные соединения

| № пп | Марки стали сварных соединений конструкций | Предел текучести при растяже- нии / при условии подварки корня шва / и сжатии сварных соединений в стык, выполненных автоматической, полуавтомати- ческой или ручной сваркой |
|---------|---|---|
| | | $\sigma_{\text{т}}$ в кг/см ² |
| 1 | "Сталь 3" | 2300 |
| 2 | "Сталь 5" | 2700 |
| 3 | 15ХСНД | 3500 |

3.2. Модули упругости материалов металлических конструкций
следует принимать по табл. 5.

Таблица 5

| № пп | Наименование материала | Модуль продольной упругости E | Модуль сдвига μ |
|------|--|-------------------------------|----------------------|
| | | в кг/см ² | в кг/см ² |
| 1 | Прокатная сталь и отливки из углеродистой стали | $2,1 \cdot 10^6$ | $8,4 \cdot 10^5$ |
| 2 | Отливки из серого чугуна марок: СЧ 28-48, СЧ 24-44, СЧ 21-40 и СЧ 18-36 | $1 \cdot 10^6$ | - |
| 3 | СЧ 15-32 и СЧ 12-28 Канаты стальные спиральные и канаты (тросы) с металлическим сердечником | $8,5 \cdot 10^5$ | - |
| 4 | Канаты стальные спиральные закрытые | $1,5 \cdot 10^6$ | - |
| | | $1,7 \cdot 10^6$ | - |

Примечание. Величины модулей упругости даны для канатов предварительно вытянутых усилием не менее 30-40% от разрывного усилия для каната в целом.

3.3. Коэффициент линейного расширения стали принимается равным $\alpha = 0,000012$ градус⁻¹.

3.4. Объемный вес стали и стальных отливок принимается равным $7,85$ т/м³, отливок из чугуна - $7,2$ т/м³.

4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ИЗГИБ И ОСЕВЫЕ СИЛЫ.

Изгибаемые элементы.

4.1. Расчет прочности при изгибе в одной из главных плоскостей производится по формулам

$$M \leq W_{\text{нр}} [\sigma] , \quad (1)$$

$$Q \leq \frac{J \delta [\sigma_{\text{ср}}]}{s} , \quad (2)$$

где:

- M - изгибающий момент, принимаемый из статического расчета ;
- Q - поперечная сила, принимаемая из статического расчета ;
- $W_{\text{нр}}$ - момент сопротивления сечения с учетом ослабления (нетто) при упругой работе материала (см. приложение IV);
- J - момент инерции сечения (брутто) ;

- S - статический момент (брутто) сдвигающейся части сечения относительно нейтральной оси;
- [σ] - допускаемые напряжения материала конструкции, назначаемые по таблице 6, поз.1;
- [σ_{ϕ}] - допускаемые напряжения материала конструкции на срез, назначаемые по таблице 6, поз.2;
- δ - толщина стенки.

При наличии ослабления отверстиями для болтов в знаменатель формулы (2) вводится понижающий коэффициент $\frac{a}{a-d}$, где a - шаг отверстий для болтов; d - диаметр отверстия.

4.2. При расчете конструкций на усилия, возникающие в монтажный и строительный период, а также при транспортировании, величина допускаемых напряжений принимается в таблицах 6, 7, 8, 9 и 10 как среднее значение между "основными" и "особыми" сочетаниями нагрузок.

4.3. В стенках балок при $\tau > 0,4 [\sigma]$ должно выполняться условие

$$\sqrt{0,75 \sigma^2 + 3 \tau^2 \left(1 - 0,5 \frac{\sigma^2}{[\sigma]^2}\right)} \leq [\sigma], \quad (3)$$

где σ - максимальное по абсолютной величине кривое напряжение в стенке, вычисленное по сечению брутто;

τ - среднее касательное напряжение, вычисляемое по формуле

$$\tau = \frac{Q}{\delta h_{\text{ст}}}, \quad (4)$$

где $h_{\text{ст}}$ и δ - высота и толщина стенки.

Напряжения σ и τ определяются для одного и того же сечения и загрузки.

Таблица 6

Допускаемые напряжения $[\sigma]$ в кг/см^2 прокатной стали,
установленные из условия достижения металлом предела текучести.

| Вид напряженного состояния | Условное обозначение | Допускаемые напряжения прокатной стали | | | | | |
|--|----------------------|---|--------|-----------|--------|--------------------------|--------|
| | | углеродистой, марок | | | | низколегированной, марки | |
| | | "Сталь 3" | | "Сталь 5" | | 15ХСНД | |
| | | при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий | | | | | |
| | | основные | особые | основные | особые | основные | особые |
| Растяжение, сжатие и изгиб | $[\sigma]$ | 1600 | 2000 | 1800 | 2250 | 2300 | 2900 |
| Срез | $[\sigma_r]$ | 1000 | 1200 | 1100 | 1350 | 1400 | 1700 |
| Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) | $[\sigma_{с.т.}]$ | 2400 | 3000 | 2700 | 3400 | 3450 | 4350 |
| Смятие местное при плотном касании | $[\sigma_{с.м.}]$ | 1200 | 1500 | 1850 | 1700 | 1700 | 2200 |

10

Примечание. Для элементов, прикрепленных к фесонке только с одной стороны, например, для элемента, состоящего из одного уголка, приведенные величины допускаемых напряжений понижаются на 25%.

Таблица 7

Допускаемые напряжения $[\sigma]$ в кг/см² для отливок из углеродистой стали.

| Вид напряженного состояния | Условное обозначение | Отливки из углеродистой стали марок | | | | | |
|--|--------------------------|---|--------|----------|--------|----------|--------|
| | | 15 Л | | 25Л | | 35Л | |
| | | при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий | | | | | |
| | | основные | особые | основные | особые | основные | особые |
| Растяжение, сжатие и изгиб | $[\sigma]$ | 1200 | 1500 | 1400 | 1800 | 1500 | 1900 |
| Срез | $[\sigma_{\phi}]$ | 720 | 900 | 840 | 1100 | 900 | 1150 |
| Смятие торцовой поверхности (при наличии пригонки) | $[\sigma_{\text{с.т.}}]$ | 1800 | 2250 | 2100 | 2700 | 2250 | 2800 |
| Смятие местное при плотном касании | $[\sigma_{\text{с.м.}}]$ | 900 | 1150 | 1050 | 1350 | 1150 | 1400. |

Таблица 8

Допускаемые напряжения $[\sigma]$ в кг/см²
для отливок из серого чугуна

| Вид напряженного состояния | Условное обозначение | Отливки из серого чугуна марок | | | |
|--|----------------------|---|--------|---------------------|--------|
| | | СЧ 12-28 и СЧ 15-32 | | СЧ 18-36 и СЧ 21-40 | |
| | | при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий | | | |
| | | основные | особые | основные | особые |
| Сжатие центральное и при изгибе | $[\sigma_c]$ | 1200 | 1500 | 1500 | 1900 |
| Растяжение при изгибе | $[\sigma_w]$ | 350 | 440 | 450 | 550 |
| Срез | $[\sigma_{cp}]$ | 250 | 330 | 350 | 400 |
| Смятие торцовой поверхности (при наличии пригонки) | $[\sigma_{см.т}]$ | 1800 | 2200 | 2200 | 2800 |
| Смятие местное при плотном касании | $[\sigma_{см.м}]$ | 600 | 750 | 750 | 950 |

Таблица 9

Допускаемые напряжения $[\sigma^{ст}]$ в кг/см² сварных швов.

| Вид сварных швов | Вид напряженного состояния | Условное обозначение | Допускаемые напряжения сварных швов в конструкциях из стали марок | | | | | |
|------------------|--|----------------------|---|--------|------------------|--------|----------|--------|
| | | | "Сталь 3" | | "Сталь 5" | | 15ХСНД | |
| | | | при сварке автоматической и полуавтоматической, а также ручной, электродами типов | | | | | |
| | | | Э42 и Э42А | | Э42А, Э50А и Э55 | | Э50А | |
| | | | при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий | | | | | |
| | | | основные | особые | основные | особые | основные | особые |
| Швы в стык | Сжатие | $[\sigma_{сж}^{ст}]$ | 1600 | 2000 | 1800 | 2250 | 2300 | 2900 |
| То же | Растяжение: | | | | | | | |
| | а) при автоматической сварке | $[\sigma_{р}^{ст}]$ | 1600 | 2000 | 1800 | 2250 | 2300 | 2900 |
| | б) при полуавтоматической и ручной сварке с применением обычных способов контроля качества | $[\sigma_{р}^{ст}]$ | 1350 | 1700 | 1500 | 1900 | 1900 | 2400 |
| То же | Срез | $[\sigma_{ср}^{ст}]$ | 1000 | 1200 | 1100 | 1350 | 1400 | 1700 |
| Угловые швы | Сжатие, растяжение и срез | $[\sigma_{сж}^{ст}]$ | 1100 | 1400 | 1200 | 1550 | 1600 | 2000 |

Таблица 10

Допускаемые напряжения $[\sigma^*]$ в кг/см² болтовых соединений.

| Вид болтового соединения | Вид напряженного состояния и группа соединения | Условное обозначение | Допускаемые напряжения для стали марок | | | |
|---|--|----------------------|---|--------|----------|--------|
| | | | "Сталь 3" | | 15ХСНД | |
| | | | при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий | | | |
| | | | основные | особые | основные | особые |
| Болты чистые и полуматированные (повышенной точности) | Растяжение | $[\sigma_r^*]$ | 1200 | 1500 | 1500 | 1850 |
| | Срез В | $[\sigma_{cp}^*]$ | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 |
| | Смятие В | $[\sigma_{cm}^*]$ | 3200 | 4000 | 4400 | 5600 |
| Болты черные (нормальной точности) | Растяжение | $[\sigma_r^*]$ | 1200 | 1500 | - | - |
| | Срез | $[\sigma_{cp}^*]$ | 800 | 1000 | - | - |
| | Смятие | $[\sigma_{cm}^*]$ | 2000 | 2500 | - | - |
| Анкерные болты | Растяжение | $[\sigma_r^*]$ | 1000 | 1250 | 1300 | 1600 |

Примечание. К группе В относятся соединения, в которых болты поставлены в отверстия:

- а) сверленные на проектный диаметр в собранных элементах;
- б) сверленные на проектный диаметр в отдельных деталях и элементах по кондукторам;
- в) сверленные или продавленные на меньший диаметр в отдельных деталях с последующей рассверловкой до проектного диаметра в собранных элементах.

Центрально сжатые и центрально растянутые элементы.

4.4. Расчет прочности центрально сжатых и центрально растянутых элементов производится по формуле

$$N \leq F_{\text{нр}} \cdot [\sigma] , \quad (5)$$

где N - продольная сила в рассматриваемом сечении, принимаемая из статического расчета (см. часть I, брошюра I);

$F_{\text{нр}}$ - площадь сечения элемента нетто;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение, назначаемое по таблице 6, поз. I.

4.5. Устойчивость центрально сжатых элементов должна быть проверена по формуле

$$N \leq \varphi \cdot F \cdot [\sigma] , \quad (6)$$

где F - площадь сечения элемента брутто;

φ - коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 15 приложения II в функции наибольшей гибкости λ .

Элементы, подверженные воздействию осевой силы с изгибом.

4.6. Расчет прочности внецентренно растянутых и внецентренно сжатых элементов производится по формуле

$$\frac{N}{F_{\text{нр}}} \pm \frac{M}{W_{\text{нр}}} \leq [\sigma] , \quad (7)$$

где все обозначения принимаются в соответствии с п.п. 4.1 и 4.4.

4.7. Расчет прочности внецентренно сжатых элементов при проверке в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчивости) производится по формуле

$$\frac{N}{\varphi_{\text{вн}} F} \leq [\sigma] , \quad (8)$$

где N - продольная сила, приложенная с эксцентриситетом $e = \frac{M}{N}$;

$\varphi_{\text{вн}}$ - коэффициент понижения допускаемых напряжений, определяемый по таблице 16 приложения III;

F - по п. 4.5.

4.8. Расчет прочности внецентренно сжатых элементов при проверке в плоскости перпендикулярной к плоскости действия момента (изгибно-крутильная форма потери устойчивости) производится по формуле

$$N \leq k \cdot \varphi \cdot F [\sigma] , \quad (9)$$

- где φ - коэффициент понижения допускаемых напряжений при продольном изгибе в плоскости наименьшей жесткости, определяемый по таблице I5, приложения П;
- k - коэффициент влияния момента на устойчивость внецентренно сжатых элементов, определяемый для симметричных двутавровых и швеллерных сечений по таблице II, а для замкнутых сечений - по формуле (10)

Таблица II

| $\frac{M_{\text{макс.}}}{N h}$ | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,5 |
|--|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| k -для симметричных двутавровых и швеллерных сечений | 1,0 | 0,78 | 0,62 | 0,51 | 0,42 | 0,36 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,21 | 0,17 |

h - высота сечения.

При расчете внецентренно сжатых коробчатых, трубчатых и зналогичных замкнутых и двустенчатых сечений с решетками и планками значение коэффициента k определяется по формуле

$$k = 0,5 \left(1 + \frac{1}{1 + e \frac{F}{W}} \right) , \quad (10)$$

- где $e = \frac{M}{N}$ - эксцентриситет продольной силы N ;
- W - момент сопротивления сечения (брутто), соответствующий наиболее сжатому волокну;
- F - по п.4.5.

Примечание. Если изгиб происходит в плоскости наибольшей гибкости, проверка по формуле (9) не производится.

5. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

5.1. Расчетные длины при определении гибкости элементов должны приниматься в соответствии с указаниями п.п. 2I, 2I+2I.34 и приложения ХУI (брошюра I, часть I).

6. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

(стыки и прикрепления элементов)

Сварные соединения.

6.1. В сварных соединениях при действии на соединение продольной силы (в стыках или прикреплениях элементов) распределение напряжений по длине шва принимается равномерным.

6.2. Сварные швы в стык, воспринимающие продольные силы и имеющие допустимое напряжение наплавленного металла, равное допустимому напряжению металла свариваемых элементов, должны выполняться прямыми с подваркой корня и выводом концов шва за пределы стыка (на подкладки и т.п.). Такие швы считаются равнопрочными основному металлу и не требуют проверки расчетом.

При применении в стыковых швах наплавленного металла, допустимое напряжение которого ниже, чем допустимое напряжение материала свариваемых элементов, швы могут выполняться в плане прямыми или косыми. В этом случае:

а) прямые швы в стык рассчитываются по формулам:
на сжатие

$$N \leq [\sigma_c] \cdot l_w \cdot \delta \quad , \quad (11)$$

на растяжение

$$N \leq [\sigma_p] \cdot l_w \cdot \delta \quad , \quad (12)$$

б) косые швы в стык рассчитываются по формулам:

на сжатие

$$N \leq \frac{[\sigma_c] \cdot l_w \cdot \delta}{\sin \alpha} \quad , \quad (13)$$

на растяжение

$$N \leq \frac{[\sigma_p] \cdot l_w \cdot \delta}{\sin \alpha} \quad , \quad (14)$$

на срез

$$N \leq \frac{[\sigma_y^*] l_w \delta}{\cos \alpha} \quad (15)$$

Обозначения приняты в формулах (II)+ (I5):

N - расчетная продольная сила, действующая на соединение, назначаемая из статического расчета (см. брошюру I, часть I);

l_w - расчетная длине шва, равная его полной длине за вычетом 10 мм;

δ - наименьшая толщина соединяемых элементов;

α - угол между направлением продольной силы N и швом;

$[\sigma_y^*], [\sigma_r^*], [\sigma_p^*]$ - допускаемые напряжения сварного шва в стык скатки, растяжению и срезу, назначаемые по таблице 9.

Примечания: 1. При выводе шва за пределы стыка (на подкладки и т.п.) расчетная длина шва принимается равной его полной длине.

2. При применении электродов в соответствии с указаниями п.2.7 СНиП П-В.3-62 косые швы при угле $\alpha \leq 65^\circ$ проверке расчетом не подлежат.

6.3. Сварные угловые швы, воспринимающие продольные силы, рассчитываются на сжатие, растяжение и срез по формуле

$$N \leq l_w (h_w \beta) [\sigma_y^*] \quad (16)$$

где h_w - толщина углового шва, принимаемая равной катету вписанного равнобедренного треугольника (см. рис. 18, п.7.8, СНиП П-В.3-62);

β - коэффициент, принимаемый равным:

$\beta = 1$ - для однопроводной автоматической сварки;

$\beta = 0,8$ - для однопроводной полуавтоматической сварки;

$\beta = 0,7$ - для ручной сварки, а также для многопроводной автоматической и полуавтоматической сварки;

$[\sigma_s]$ - допускаемое напряжение углового шва, назначаемое по табл.9.

Примечание. Вид сварки должен быть оговорен в проекте.

Сварные соединения внахлестку двумя лобовыми швами, выполненные ручной сваркой с применением электродов в соответствии с указаниями п.2.7, СНиП П-В.3-62, считаются равнопрочными основному металлу и не требуют проверки расчетом при условии, что лобовые швы наложены по всей толщине свариваемых элементов и концы их выведены за пределы соединения.

6.4. Сварные соединения, работающие на изгиб, рассчитываются по формулам, установленным для целого сечения, с допускаемыми напряжениями согласно табл.9.

6.5. Сварные швы в стык, работающие одновременно на изгиб и срез, проверяются по формуле (8), в которой

$\sigma = \sigma_w$ - напряжение в шве от изгиба;

$\tau = \tau_w$ - напряжение в шве от среза;

$[\sigma] = [\sigma_p]$ - допускаемое напряжение сварного шва в стык растяжению, назначаемое по табл.9.

6.6. Угловые швы при одновременном действии в одном и том же сечении шва срезающих напряжений в двух направлениях рассчитываются на равнодействующую этих напряжений.

Болтовые соединения.

6.7. В болтовых соединениях при действии на соединение продольной силы N (в стыках или креплениях элементов) распределение этой силы между болтами принимается равномерным.

6.8. Болтовые соединения, воспринимающие продольные силы, рассчитываются по формулам:

на срез болтов

$$N \leq [\sigma_p^s] \cdot n \cdot n_{cp} \frac{\pi d^2}{4} \quad , \quad (17)$$

на смятие

$$N \leq [\sigma_{cm}^s] \cdot n \cdot d \sum \delta \quad , \quad (18)$$

на растяжение

$$N \leq [\sigma_p^s] \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \quad . \quad (19)$$

Обозначения, принятые в формулах (17) + (19):

- N - расчетная продольная сила, действующая на соединение, принимаемая из статического расчета;
- n - число болтов в соединении;
- n_{cp} - число рабочих срезов одного болта;
- d - наружный диаметр стержня болта;
- d_0 - внутренний диаметр резьбы болта;
- $\sum \delta$ - наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;
- $[\sigma_{cp}^s]$ - допускаемое напряжение срезу болтов, назначаемое по табл.10;
- $[\sigma_{sm}^s]$ - допускаемое напряжение смятию болтовых соединений, назначаемое по табл.10;
- $[\sigma_p^s]$ - допускаемое напряжение растяжению болтов, назначаемое по табл.10.

Примечание. Болты, работающие одновременно на срез и растяжение, проверяются отдельно на срез и растяжение.

6.9. В креплениях одного элемента к другому через прокладки или иные промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой число болтов должно быть увеличено против расчета на 10%.

При прикреплении выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей число болтов, прикрепляющих одну из полок коротыше, должно быть увеличено против расчета на 50%.

7. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО СТАЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ.

7.1. При проектировании стальных конструкций надлежит руководствоваться указаниями СНиП П-В.3-62, разделы 8 и 9 применительно к морским гидротехническим сооружениям.

Приложение I.

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛУСПОКОЙНЫХ СТАЛЕЙ В МОРСКОМ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ,

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУСПОКОЙНЫХ СТАЛЕЙ.

Исследования полуспокойных сталей марок Ст. 3пс и Ст. 5пс, проведенные Украинским институтом металлов /И/ с целью выявления их физико-механических свойств и сопоставления со свойствами спокойных сталей аналогичных марок, показали следующие результаты.

По химической неоднородности максимальное содержание ликвидирующих элементов в прокате из полуспокойной стали не выходит за пределы норм ГОСТ для спокойной стали.

Микроструктура готового профиля из полуспокойной стали близка к структуре аналогичных профилей проката из спокойной стали.

Сталь марки Ст. 3пс в зависимости от толщины проката обладает следующими свойствами:

а/ При толщине фасонного и листового проката до 10 мм и сортового до 16 мм механические свойства по испытанию на растяжение соответствуют нормам ГОСТ 380-60 /подгруппа В/ для спокойной стали. Предел прочности на 2кг/мм^2 , а предел текучести на 1кг/мм^2 ниже, чем Ст. 3 /при одинаковом содержании углерода и марганца/. Относительное удлинение несколько выше спокойной стали. По склонности к хрупкому разрушению близка к Ст. 3.

б/ При толщине фасонного проката до 16 мм, листового до 20 мм и сортового до 30 мм механические свойства по испытанию на растяжение удовлетворяют требованиям ГОСТ 380-60 /подгруппа В/. Уровень прочностных характеристик полуспокойной стали по сравнению со спокойной несколько ниже, разница обычно не превышает $1-3\text{кг/мм}^2$ /при одинаковом содержании углерода и марганца/.

Относительное удлинение несколько выше спокойной стали. Ударная вязкость при температурах $+20^{\circ}$ и 0° существенно не отличается от спокойной стали. Критическая температура хрупкости на $10-15^{\circ}$ выше для спокойной стали.

в/ При дальнейшем увеличении толщин проката наблюдаются пониженные по сравнению с требованиями ГОСТ значения предела текучести. Снижается ударная вязкость, особенно при низких температурах и после механического старения. Критическая температура хрупкости смещается в область более высоких температур.

Технологическую пробу на изгиб в холодном состоянии образцы проката различных профилей из Ст.Зпс, как правило, выдерживают. Предел усталости /выносливости/ отличается незначительно от спокойной стали Ст.З.

Сравнительный статистический анализ результатов заводских сдаточных испытаний на растяжение сортового /мелкий и средний сорт/ и фасонного проката производства ряда заводов показал, что полуспокойная сталь Ст.З не полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 380-60.

Прочностные характеристики уголка из стали Ст.З пс по средним значениям на $1,5-2,0$ кг/мм² ниже, чем уголка из спокойной стали Ст.З.

По сравнению со спокойной сталью относительное удлинение полуспокойной стали несколько выше.

Предел прочности стали марок МСТ.З пс и КСт.З пс в сортовом прокате диаметром до 30 мм на $3-4$ кг/мм² ниже, чем у спокойной стали соответствующих марок.

Разница в уровне механических свойств спокойной и полуспокойной стали может быть компенсирована повышением содержания

углерода и марганца в полуспокойной стали, как правило, в пределах норм ГОСТ.

Сварные соединения из полуспокойной стали Ст.3 пс обладают удовлетворительными механическими свойствами; предел прочности не ниже, чем у основного металла, и полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 380-60. Сварные соединения обладают высокой пластичностью /угол загиба 180° /. Ударная вязкость металла шва сварных соединений выше, чем у основного металла. Существенной разницы в значениях ударной вязкости до и после старения и критической температуры хрупкости для спокойной и полуспокойной стали не наблюдается.

Металл шва и околошовной зоны сварных соединений из Ст.3пс обладают высокой стойкостью против образования трещин и в этом отношении не уступают Ст.3.

Сталь марки Ст.5пс в зависимости от толщины обладает следующими свойствами:

а/ При толщине фасонного проката до 10 мм и сортового /арматуры/ диаметром до 16 мм при испытании на растяжение существенно не уступают свойствам тех же видов проката из стали Ст.5 и полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 380-60, включая нормы для подгруппы В. Уровень прочностных характеристик ниже, чем спокойной стали, на 2-3 кг/мм² /при одинаковом содержании углерода и марганца/.

Ударная вязкость при температуре до минус 20° и после механического старения практически одинакова со спокойной сталью Ст.5. Критическая температура хрупкости, как правило, минус 40° и в ряде случаев ниже минус 40° , в то время как спокойной стали большей частью ниже минус 40° .

б/ Арматура диаметром свыше 16 мм и до 28 мм включительно по всем показателям при испытании на растяжение удовлетворяет требованиям ГОСТ 380-60, а по уровню механических свойств существенно не отличается от арматуры из спокойной стали, несколько уступая ей по ударной вязкости.

в/ Арматура диаметром свыше 28 мм и до 40 мм для обеспечения необходимых показателей механических свойств, главным образом, предела текучести /не менее 30 кг/мм²/ вызывает необходимость повышенного содержания марганца /0,8 - 1,1 % /. По механическим свойствам при испытании на растяжение такая арматура полностью удовлетворяет ГОСТ 380-60 и практически не отличается от арматуры из спокойной стали, уступая ей по ударной вязкости при пониженных температурах.

Технологическую пробу на загиб в холодном состоянии выдерживают все образцы стали Ст.5 пс.

Предел усталости отличается незначительно от спокойной стали Ст.5; чувствительность к надрезу несколько выше, чем у спокойной стали.

Сравнительный статистический анализ результатов заводских сдаточных испытаний на растяжение арматуры различного диаметра, выпущенную по ЧМТУ/УНИИМ-5-60, показал, что полуспокойная сталь марок МСт.5 пс и КСт.5 пс /мартеновская и конверторная/ по сравнению со спокойной /при одинаковом содержании углерода/ имела в среднем предел прочности ниже на 2,2-3,7 кг/мм², предел текучести - ниже на 2,2-3,2 кг/мм², а относительное удлинение - выше на 0,7-1,2%.

В настоящее время арматура диаметром до 25 мм из стали МСт.5 пс и КСт.5 пс поставляется по $\frac{\text{ЧМТУ}}{\text{УНИИМ}}$ - 10-63 и по прочностным показателям не уступает арматуре из спокойной стали.

Испытание свариваемости показало, что металл мвв, наплавленный на стержни периодического профиля из полуспокойной стали Ст.5 пс, обладает примерно такой же стойкостью против образования кристаллизационных /горячих/ трещин, как и металл, наплавленный на стержни из спокойной стали Ст.5. По прочности сварные соединения из полуспокойной и спокойной стали практически равноценны, не уступают основному металлу в исходном состоянии и удовлетворяют требованиям "Технических условий на сварку арматуры железобетонных конструкций" /ТУ 73-56/.

Ниже приводятся основные выводы Украинского института металлов по результатам исследований:

а/ Механические и технологические свойства полуспокойной стали марок Ст. 5пс и Ст.5пс близки к свойствам спокойной стали аналогичных марок и удовлетворяют требованиям ГОСТ 380-60 для спокойной стали.

б/ Прочностные свойства полуспокойной стали примерно на 2-3 кг/мм² ниже, чем спокойной (при одинаковом содержании углерода и марганца). Повышение прочностных характеристик полуспокойной стали до уровня спокойной при необходимости может быть достигнуто за счет небольшого повышения содержания углерода, а для некоторых назначений и /или/ марганца в пределах норм ГОСТ.

в) Ударная вязкость полуспокойной стали в сортовом прокате толщиной до 16 мм, фасонном и листовом до 10 мм близка к ударной вязкости стали р таких же видах проката.

В более крупных профилях проката значения ударной вязкости полуспокойной стали близки к значениям ударной вязкости спокойной стали при положительных температурах; с понижением температуры и после механического старения разница в значениях ударной вязкости увеличивается и температура порога хладо-

ломкости полуспокойной стали лежит на 10-15° выше, чем спокойной.

г/ Свариваемость полуспокойной стали Ст.3 пс в листовом и фасонном прокате, а Ст.5 пс в арматуре практически не уступает свариваемости спокойной стали аналогичных марок. Сварка полуспокойных сталей может производиться по технологии, применяемой для спокойной стали.

д/ Предел выносливости /усталости/ и отношение его к пределу прочности для спокойной стали и полуспокойной находятся на одинаковом уровне.

е/ Сортовой прокат /арматура, квадрат, круг, полоса/ толщиной до 16 мм, фасонный /швеллер, уголок, и др./ и листовый прокат толщиной до 10 мм из полуспокойной стали могут применяться взамен этих же видов проката из спокойной стали без ограничения по характеру нагрузок и температурных условий работы.

Прокат больших толщин нельзя применять в особо ответственных сварных конструкциях и изделиях, работающих при низких температурах в тяжелых условиях под непрерывным динамическим воздействием подвижных или вибрационных нагрузок. В этих случаях необходимо учитывать, что критическая температура хрупкости полуспокойной стали на 10-15°С выше, чем спокойной.

Госстрой СССР рекомендует применять в железобетонных конструкциях арматуру класса А-II из полуспокойной стали марок Ст.5 пс и КСт.5 пс по $\frac{\text{ЧМТУ}}{\text{УНИИМ}}$ - 5-6I /2/ при соблюдении следующих указаний:

а) Арматуру диаметром до 25 мм включительно разрешается применять в конструкциях, к которым не предъявляются требования по выносливости и которые не подвергаются сильному динамическому воздействию.

ческому воздействию в процессе эксплуатации.

б) Арматуру из этих сталей нельзя применять в железобетонных конструкциях, предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе в районах с расчетной зимней температурой -30°C и ниже (по наиболее холодной пятидневке).

в) Недопустимо применение арматуры, упрочненной вытяжкой.

г) Железобетонные конструкции рекомендуется изготавливать и монтировать при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C .

д) Нормативные и расчетные характеристики, требования к анкеровке, виды и конструкции соединений, технологии сварки, производство работ и контроль качества должны приниматься по нормативным документам для арматуры из спокойной стали класса А-II (марки Ст.5).

В дополнительных разъяснениях Госстроя СССР (3) указана область применения арматуры из полуспокойной стали в зависимости от условий эксплуатации конструкций, приведенная ниже в таблице I2.

В действующих нормативных документах приведены следующие указания по применению полуспокойной стали в строительных конструкциях:

По СНиП I-B.12-62 рекомендуется применение полуспокойной стали марки ВСт.3пс в сварных конструкциях основных элементов покрытия промышленных зданий и пролетных стрелений сооружений, эксплуатируемых при расчетной температуре -30°C и выше, а также в сварных конструкциях колонн, фахверков зданий, несущих элементов площадок для технологического оборудования

и других элементов сооружений при отсутствии динамических нагрузок, эксплуатируемых при температуре -30°C и ниже.

При эксплуатации в условиях температуры -30°C и ниже в основных элементах покрытия промышленных зданий и пролетных строений сооружений, а также в сооружениях, подверженных непосредственному динамическому воздействию нагрузок, допускается применение полуспокойной стали марки ВСт.Зпс только для конструкций, не имеющих сварных соединений.

Таблица I2

Область применения арматуры различных видов из полуспокойной стали в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых на открытом воздухе

| Основные характеристики стали | | Условия эксплуатации сооружений | | | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|--|-------------------|--------------------|
| Вид и класс стали | Марки стали; diam. стержней в мм | Статические нагрузки при температуре | | | Динамические и многократноповторяющиеся нагрузки при температуре | | |
| | | До -30° | От -30 до -40 | Ниже -40° | До -30 | От -30 до -40 | Ниже -40° |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Стержневая горячекатан. гладкая класса А-I | Ст.Зпс КСт.Зпс | + | + | - | + | - | - |
| | ВСт.Зпс ВКСт.Зпс | + | + | - | + | + | - |
| Стержневая горячекатан. периодическ. профиля класса А-II | Ст.5пс КСт.5пс Ø 10-25 | + | - | - | + | - | - |

Продолжение табл. I2

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Стержневая упрочнен. вытяжкой периодич. профиля класса А-Пв | Ст.5пс КСт.5пс ∅ 10-25 | - | - | - | - | - | - |
| Стержневая термич.уп- рочненная периодич. профиля класса А ₂ -IV | Ст.5пс ∅ 10-18 Кст.5пс ∅ 10-18 | + | + | + | - | - | - |

Примечания: 1. Расчетные зимние температуры наружного воздуха устанавливаются по наиболее холодной пятидневке в зависимости от района строительства.

2. В таблице за динамические приняты такие нагрузки, когда в расчетах конструкций учитывается коэффициент динамичности, равный 1,10 и более.

3. В таблице знак + (плюс) означает - допускается, а знак - (минус) - не допускается применение.

По СНиП II-V.3-62 допускается применение конверторной полупокройной стали марки ВКСт.Зпс в конструкциях, изготавливаемых из проката толщиной до 30 мм и не подвергающихся непосредственному динамическому воздействию подвижного или вибрационного характера нагрузок.

По СНиП П-В.1-62 допускается применять сталь марки ВКСт.3 пс для монтажных (подъемных) петель сборных железобетонных и бетонных элементов при условии монтажа конструкции при температуре до -40°C .

2. НОМЕНКЛАТУРА И СТРОИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ В МОРСКОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

Применяемые металлические конструкции и изделия в морских гидротехнических сооружениях по условиям работы в составе сооружений подразделяются на следующие группы:

- 1-я группа - основные несущие элементы сооружения;
- 2-я группа - конструктивные ненесущие элементы сооружения;
- 3-я группа - монтажные элементы конструкций.

В таблице 13 приведена номенклатура и строительная характеристика металлических конструкций и изделий по указанным группам.

Таблица 13

| № п/п | Наименование элементов конструкций | Вид стали | Марка стали | Условия работы элементов |
|-------|---|-------------------|-------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | <u>1-я группа</u> | | |
| I. | Металлические шпунтовые сваи лицевых стенок бойверков | Стальной прокат | | |

Продолжение табл. 13

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|--|-------------------------------|---|---|
| | | | БСт.8 по ГОСТ 380-60; 15ХСНД по ГОСТ 5058-57 | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамическая при забивке Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже. Наличие коррозии стали в морской воде. |
| 2. | Металлические шпунтовые сваи анкерных стенок боль- верков | Сталь- ной прокат | БСт.3 по ГОСТ 380-60; 15ХСНД по ГОСТ 5058-57 | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамическая при забивке. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от поло- жительных значений температуры до -40°C и ниже. При эксплуатации в го- товом сооружении ра- ботают в засыпке с температурой в целом диапазоне от 0°C . |
| 3. | Шпунтовые сваи и цилин- дрические оболочки из предварительно напряженного железобетона в лицевых стенках боль- верков | Арма- тур- ная сталь | Сталь 25Г2С класса А-Шв | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамическая при забивке. Холодная вытяжка ар- матуры при изготовле- нии свай. Температурные условия при строительстве от положительных значений температуры до -40°C . |

Продолжение табл. 13

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|------------------|--|--|
| 4. | Призматические сваи из обычного железобетона в анкерных стенах больверков | Арматурная сталь | Рабочая арматура Ст.5 класса А-II. Распределит. арматура Ст.3 кл.А-I | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамическая при забивке. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C При эксплуатации в готовом сооружении работают в засыпке с температурой в малом диапазоне от 0°C . |
| 5. | Призматические сваи и цилиндрические оболочки из предварительно напряженного железобетона в причалах эстакадного типа (набережные, пирсы, палы) | Арматурная сталь | Рабочая арматура 25Г2С класса А-III. Распределит. арматура Ст.3 класса А-I | Динамическая нагрузка в эксплуатационных условиях и при забивке. Холодная вытяжка арматуры при изготовлении свай и оболочек. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C |

Продолжение табл. 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|--|--------------------|---|---|
| 6. | Призматические сваи и цилиндрические обло-чочки из обычного железобетона в экра-нирующих уст-ройствах набе-режных-больш-верков | Арма-тур-ная сталь | Рабочая арматура Ст.5 класса А-П. Распре-делит. арматура Ст.3 класса А-I | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамическая при забивке. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положи-тельных значений температуры до -40°C и ниже. При эксплуатации в готовом сооружении работает в засыпке с температурой в малом диапазоне от 0°C . |
| 7. | Металлические сварные сваи из шпунта в причальных палах сквоз-ной конструк-ции | Сталь-ной прокат | БСт3 по ГОСТ 380-60; И5ХСНД по ГОСТ 5058-57 | Динамическая нагрузка при эксплуатации и забивке. Температурные условия при строительстве в зависимости от райо-на строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже. Наличие коррозии стали в морской воде. |
| 8. | Лицевые плиты из предвари-тельно напряжен-ного железобетона в набежных уголкового типа | Арма-тур-ная сталь | Рабочая арматура 20ХГ2Ц класса А-IV. Распреде-лительная арматура Ст.3 класса А-I | Статическая нагрузка при эксплуатации и строительстве. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C . |

Продолжение табл. 13

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|------------------|---|--|
| 9. | фундаментные плиты из обычного железобетона в набережных уголкового типа | Арматурная сталь | Рабочая арматура Ст.5 класса А-П. Распределит. арматура Ст.3 класса А-П | <p>Статическая нагрузка при эксплуатации и строительстве.</p> <p>Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C.</p> <p>При эксплуатации в готовом сооружении работает в воде с положительным значением температуры</p> |
| 10. | Анкерные плиты из обычного железобетона в набережных типа больверк и уголкового типа | Арматурная сталь | Рабочая арматура Ст.5 класса А-П | <p>Статическая нагрузка при эксплуатации и строительстве.</p> <p>Температурные условия в зависимости от района строительства и типа сооружения от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>При эксплуатации в готовом сооружении работают в засышке с температурой в малом диапазоне от 0°C.</p> |

Продолжение табл. 13

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|------------------|---|---|
| II. | Плиты и балки из предварительно напряженного железобетона в ростверках причальных сооружений эстакадного типа | Арматурная сталь | Рабочая арматура 25Г2С класса А-Шв. Распределит. арматура Ст.3 класса А-Г | Динамическая нагрузка в эксплуатационных условиях. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C . |
| I2. | Плиты и балки из обычного железобетона в ростверках экранирующих (разгрузочных) устройств | Арматурная сталь | Рабочая арматура Ст.5 класса А-П. Распределит. арматура Ст.3 класса А-Г | Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температур до -40°C ниже. При эксплуатации в готовом сооружении работают с малым диапазоном температур от 0°C . |
| I3. | Металлические анкерные тяги в причальных сооружениях | Прокатная сталь | Ст.3 по ГОСТ 380-60 | Статические нагрузки в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температур до -40°C и ниже. При эксплуатации в готовом сооружении работает с малым диапазоном температуры от 0°C . |

Продолжение табл. 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|--------------------------|----------------------|--|
| 14. | Металлические анкерные тяги в оградительных сооружениях | Прокатная сортовая сталь | Ст. 3 по ГОСТ 380-60 | <p>Динамическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>При эксплуатации в готовом сооружении работают с малым диапазоном температур от 0°C.</p> |
| 15. | Распределительные пояса и крепеж тяг в лицевых стенках ограждений из металлического шпунта | Фасонный прокат стали | Ст. 3 по ГОСТ 380-60 | <p>Динамическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>Наличие сварных соединений и коррозии в морской воде.</p> |
| 16. | Распределительные пояса и крепеж тяг в лицевых стенках больверков, двухрядных шпунтовых пирсов | Фасонный прокат стали | Ст. 3 по ГОСТ 380-60 | <p>Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>Наличие сварных соединений и коррозии стали в морской воде.</p> |

Продолжение табл. 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|------------------|--|---|
| 17. | <p>Анкерные диски надстроек из обычного железобетона в набережных-больверках из оболочек</p> <p><u>2-ая группа</u></p> | Арматурная сталь | Ст.5 класса А-II | <p>Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C</p> |
| 18. | <p>Надстройка (оголовки, лицевые плиты) из обычного железобетона над лицевыми стенками больверков и набережных уголкового типа. Надстройка из обычного железобетона в набережных из массивной кладки.</p> | Арматурная сталь | <p>Рабочая арматура Ст.5 класса А-II.</p> <p>Распределит. арматура Ст.3 класса А-I</p> | <p>Динамическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C.</p> |
| 19. | Тыловые подпорные стенки из обычного железобетона набережных эстакадного типа | Арматурная сталь | Ст.3 класса А-I | <p>Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C.</p> |
| 20. | Потери и каналы промывочных из обычного железобетона | Арматурная сталь | Ст.3 класса А-I | <p>Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C</p> |

Продолжение табл. 13

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|----------------------------------|---------------------|---|
| 21. | Кордонные уголки, крепления отбойных устройств, стремянки, трубы для прокладки инженерных сетей | Фасонный и сортовой прокат стали | Ст.3 по ГОСТ 380-60 | <p>Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.</p> <p>Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>Наличие сварных соединений.</p> |
| 22. | <p>Крепление швартовых тумб к тумбовому массиву</p> <p><u>3-я группа</u></p> | Фасонный и сортовой прокат стали | Ст.3 по ГОСТ 380-60 | <p>Динамическая нагрузка в эксплуатационных и статическая в строительных условиях.</p> <p>Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C и ниже.</p> <p>Наличие сварных соединений.</p> |
| 23. | Петли для подъема сборных железобетонных элементов | Прокатная круглая сталь | Ст.3 по ГОСТ 380-60 | <p>Динамическая нагрузка в строительных условиях.</p> <p>Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C.</p> |

Продолжение табл. 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|------------------------------------|---|---|
| 24. | Монтажная арматура и закладные детали для соединения сборных железобетонных элементов | Прокатная круглая и фасонная сталь | Арматура Ст.3 класса А-I Закладные части Ст.3 по ГОСТ 380-60 | Статическая нагрузка в строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до -40°С. |
| 25. | Закладные детали для подъема бетонных массивов гравитационных сооружений | Фасонный прокат стали | Рельсовая сталь М-7I | Статическая нагрузка в строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до -40°С и ниже. |

Приведенные выше в таблице 13 эксплуатационные и строительные условия работы металлических конструкций и изделий в составе морских гидротехнических сооружений, а также дополнительные условия изготовления отдельных элементов сооружений, позволяет сделать следующие основные выводы:

1) сталь во всех видах свай и оболочек при погружении испытывает вибрационную нагрузку,

2) сталь в элементах сооружений, подверженных при эксплуатации непосредственному воздействию перегрузочных машин, удара судов и волн испытывает динамическую нагрузку.

3) Сталь в элементах сооружений, подверженных при эксплуатации воздействию давления грунта и работающих в грунтовой засыпке, испытывает статическую нагрузку.

4) Сталь в элементах сооружений, работающих на открытом воздухе, испытывает температурное воздействие в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C в железобетонных конструкциях и до -40°C и ниже в металлических конструкциях.

5) Сталь в элементах сооружений, работающих в грунтовой засыпке или под водой, испытывает температурное воздействие в малом диапазоне температур от 0°C .

6) Сталь рабочей арматуры предварительно напряженных железобетонных элементов при изготовлении подвергается холодной вытяжке, сталь распределительной арматуры не подвергается предварительному натяжению.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛУСПОКОЙНЫХ СТАЛЕЙ В МОРСКОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

Область применения полуспокойных сталей с учетом их свойств приведена ниже в таблице 14 по видам и элементам современных конструкций морских гидротехнических сооружений, а также по условиям их строительства и эксплуатации.

Применение полуспокойных сталей в настоящее время ограничено марками Ст.Зпс и Ст.5пс подгруппы В, которые наиболее полно исследованы и по основным характеристикам могут заменять сталь марок Ст.3 и Ст.5 как в арматуре, так и в фасонном прокате.

Поэтому рекомендации не охватывают основные несущие железобетонные элементы рассматриваемых сооружений, где применяется высокопрочная низколегированная арматурная сталь марки 25Г2С и 35ГС.

В прокате металлического шпунта, подверженного при забивке вибрационной нагрузке и имеющего толщину более 10 мм, применение полуспокойных сталей также не рекомендуется.

Таблица 14

Рекомендуемые области применения полуспокойных сталей в морском гидротехническом строительстве

| № п/п | Основные характеристики сталей | | Область применения (вид конструкций или их элементов, условия эксплуатации и строительства) |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| | Вид стали | Марка стали, диаметр и толщина в мм | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. | Арматурная сталь класса А-1 | Ст. 3пс; КСт. 3пс | <p>а) В качестве распределительной арматуры предварительно напряженных железобетонных свай, оболочек и элементов ростверка сооружений эстакадного типа, эксплуатируемых при температуре до -30°C и подверженных динамической нагрузке.</p> <p>б) В качестве рабочей и распределительной арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до -40°C и подверженных статической нагрузке.</p> |

Продолжение табл. I4

| I | 2 | 3 | 4 |
|----|---|------------------------|---|
| 2. | | ВСт. 3пс; ВКСт. 3пс | <p>в) В качестве рабочей и распределительной арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до -30°C и подверженных динамической нагрузке.</p> <p>а) В качестве распределительной арматуры предварительно напряженных железобетонных свай, оболочек и элементов ростверка сооружений эстакадного типа, эксплуатируемых при температуре до -40°C и подверженных динамической нагрузке.</p> <p>б) В качестве рабочей и распределительной арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до -40°C и подверженных динамической нагрузке.</p> |
| 3. | | ВКСт. 3пс | <p>В качестве монтажных (подземных) петель сборных железобетонных и бетонных элементов при монтаже в температурных условиях до -40°C.</p> |

Продолжение табл. 14

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-------------------------------|--------------------------------|--|
| 4. | Арматурная сталь класса А-П | Ст.5 пс; КСт.5пс Ø 10-25 | <p>В качестве рабочей арматуры элементов конструкции из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до -30°C и подверженных статической или динамической нагрузке.</p> <p>Изготовление и монтаж конструкций рекомендуется при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C.</p> |
| 5. | Арматурная сталь класса Ат-IV | Ст.5пс; КСт.5пс. Ø 10-18 | <p>В качестве рабочей арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до -40°C и ниже и подверженных воздействию статической нагрузки при условии отсутствия сварных соединений.</p> <p>Изготовление и монтаж конструкций рекомендуется при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C.</p> |
| 6. | Сортовая и фасонная сталь | ВСт.3пс; ВСт.5пс. | <p>а) В анкерных тягах и деталях их креплений, эксплуатируемых при температуре до -30°C и подверженных динамической нагрузке. Сварные соединения рекомендуется выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -30°C.</p> <p>б) В анкерных тягах и деталях их крепления, эксплуатируемых при температуре ниже -30°C и подверженных статической нагрузке. Сварные соединения рекомендуется выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -30°C.</p> |

Продолжение табл. I4

| I | 2 | 3 | 4 |
|----|---|----------|---|
| 7. | | ВКСт.Зпс | В конструкциях и закладных деталях, эксплуатируемых при температуре до -40°C и ниже, не подвергающихся динамической нагрузке и изготавливаемых из проката толщиной до 30 мм. Сварные соединения рекомендуется выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -30°C . |

Примечания:

1. Расчетные зимние температуры наружного воздуха устанавливаются по наиболее холодной пятидневке согласно указаниям СНиП П-А.6-62.
2. В дополнительных требованиях к поставке сортовой и фасонной стали марок ВСт.Зпс и ВСт.5пс следует указывать повышение содержания углерода (примерно на 0,02%) в пределах ГОСТ 380-60.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Информация о полуспокойных и закупаемых сталях. Украинский научно-исследовательский институт металлов, Харьков, 1964 г.
2. О применении в железобетонных конструкциях горячекатаной арматуры класса А-II из полуспокойной стали. Бюллетень строительной техники, № I, 1963 г.
3. Дополнительное разъяснение о применении арматурных сталей в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых при низких температурах. Бюллетень строительной техники, № 5, 1964 г.

Приложение II.

Коэффициенты φ продольного изгиба центрально сжатых элементов

Таблица 15

| Гибкость элементов | Значения φ для элементов из стали марок | | | Значения φ для элементов из чугуна |
|--------------------|---|-----------|--------|--|
| | "Сталь 3" | "Сталь 5" | 15ХСНД | |
| 0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 10 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,97 |
| 20 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,91 |
| 30 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,81 |
| 40 | 0,92 | 0,89 | 0,89 | 0,69 |
| 50 | 0,89 | 0,85 | 0,84 | 0,57 |
| 60 | 0,86 | 0,80 | 0,78 | 0,44 |
| 70 | 0,81 | 0,74 | 0,71 | 0,34 |
| 80 | 0,75 | 0,67 | 0,63 | 0,26 |
| 90 | 0,69 | 0,59 | 0,54 | 0,20 |
| 100 | 0,60 | 0,50 | 0,46 | 0,16 |
| 110 | 0,52 | 0,43 | 0,39 | - |
| 120 | 0,45 | 0,37 | 0,33 | - |
| 130 | 0,40 | 0,32 | 0,29 | - |
| 140 | 0,36 | 0,28 | 0,25 | - |
| 150 | 0,32 | 0,25 | 0,23 | - |
| 160 | 0,29 | 0,23 | 0,21 | - |
| 170 | 0,26 | 0,21 | 0,19 | - |
| 180 | 0,23 | 0,19 | 0,17 | - |
| 190 | 0,21 | 0,17 | 0,15 | - |
| 200 | 0,19 | 0,15 | 0,13 | - |
| 210 | 0,17 | 0,14 | 0,12 | - |
| 220 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | - |

Примечание. Гибкость элемента $\lambda = \frac{l}{r}$,
 где l - расчетная длина элемента,
 r - радиус инерции сечения.

Коэффициенты φ_m для проверки устойчивости внецентренно сжатых (слато-изогнутых) сплошностенчатых стержней из "Стали 3" (с допускаемым напряжением $[\sigma] = 1600 \text{ кг/см}^2$) в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии.

| Гибкость стержня в плоскости изгиба λ | Значения φ_m при приведенном эксцентриситете m_1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 0,1 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 17,0 | 20,0 |
| 10 | 967 | 920 | 847 | 781 | 721 | 667 | 618 | 574 | 535 | 468 | 414 | 370 | 333 | 303 | 285 | 256 | 235 | 220 | 205 | 182 | 162 | 147 | 123 | 106 | 089 | 075 |
| 20 | 959 | 887 | 800 | 729 | 673 | 623 | 577 | 536 | 501 | 439 | 390 | 349 | 315 | 288 | 263 | 243 | 225 | 210 | 196 | 174 | 157 | 141 | 120 | 102 | 085 | 072 |
| 30 | 942 | 868 | 773 | 699 | 641 | 592 | 550 | 511 | 478 | 420 | 373 | 335 | 303 | 277 | 254 | 234 | 218 | 203 | 191 | 169 | 152 | 138 | 117 | 100 | 084 | 071 |
| 40 | 920 | 846 | 743 | 668 | 608 | 560 | 520 | 484 | 453 | 399 | 355 | 320 | 290 | 265 | 243 | 226 | 210 | 196 | 184 | 164 | 148 | 135 | 114 | 098 | 083 | 070 |
| 50 | 890 | 820 | 711 | 634 | 574 | 528 | 490 | 456 | 427 | 377 | 338 | 304 | 277 | 253 | 234 | 216 | 201 | 189 | 177 | 159 | 143 | 130 | 111 | 096 | 081 | 069 |
| 60 | 860 | 788 | 674 | 598 | 540 | 495 | 459 | 428 | 402 | 355 | 319 | 289 | 263 | 241 | 224 | 207 | 193 | 182 | 171 | 153 | 138 | 126 | 107 | 094 | 079 | 068 |
| 70 | 810 | 749 | 634 | 560 | 505 | 463 | 429 | 401 | 377 | 334 | 301 | 273 | 249 | 230 | 213 | 198 | 185 | 174 | 164 | 147 | 134 | 122 | 104 | 091 | 077 | 066 |
| 80 | 750 | 701 | 591 | 521 | 471 | 432 | 400 | 374 | 353 | 314 | 283 | 258 | 236 | 218 | 203 | 189 | 177 | 167 | 157 | 142 | 129 | 118 | 101 | 089 | 075 | 065 |
| 90 | 690 | 648 | 546 | 483 | 436 | 401 | 372 | 348 | 329 | 294 | 266 | 243 | 224 | 207 | 192 | 180 | 169 | 160 | 151 | 136 | 124 | 114 | 098 | 087 | 073 | 063 |
| 100 | 600 | 590 | 500 | 444 | 403 | 371 | 345 | 324 | 305 | 275 | 250 | 229 | 211 | 197 | 183 | 172 | 161 | 153 | 144 | 131 | 120 | 110 | 095 | 084 | 071 | 062 |
| 110 | 520 | 520 | 456 | 407 | 371 | 342 | 320 | 301 | 284 | 257 | 234 | 216 | 200 | 186 | 173 | 163 | 154 | 146 | 138 | 126 | 115 | 106 | 092 | 081 | 069 | 060 |
| 120 | 450 | 450 | 413 | 372 | 341 | 316 | 296 | 279 | 264 | 239 | 221 | 203 | 189 | 176 | 165 | 155 | 147 | 138 | 132 | 120 | 110 | 102 | 089 | 079 | 067 | 059 |
| 130 | 400 | 400 | 374 | 339 | 312 | 291 | 273 | 258 | 245 | 224 | 206 | 191 | 178 | 166 | 156 | 147 | 139 | 132 | 126 | 115 | 106 | 098 | 086 | 076 | 065 | 057 |
| 140 | 360 | 360 | 338 | 309 | 287 | 268 | 253 | 240 | 228 | 209 | 193 | 180 | 168 | 158 | 149 | 140 | 133 | 126 | 121 | 110 | 102 | 095 | 084 | 074 | 063 | 055 |
| 150 | 320 | 320 | 306 | 282 | 263 | 248 | 234 | 222 | 212 | 195 | 182 | 169 | 158 | 149 | 141 | 133 | 126 | 120 | 115 | 106 | 099 | 091 | 080 | 071 | 062 | 054 |
| 160 | 290 | 290 | 277 | 257 | 241 | 228 | 216 | 206 | 197 | 182 | 170 | 159 | 149 | 141 | 134 | 127 | 120 | 115 | 110 | 101 | 094 | 087 | 077 | 069 | 060 | 053 |
| 170 | 260 | 260 | 252 | 237 | 222 | 211 | 200 | 192 | 184 | 170 | 159 | 150 | 141 | 134 | 127 | 120 | 114 | 110 | 105 | 097 | 090 | 084 | 074 | 067 | 059 | 052 |
| 180 | 230 | 230 | 229 | 216 | 204 | 194 | 185 | 178 | 171 | 159 | 149 | 141 | 133 | 126 | 120 | 114 | 109 | 104 | 100 | 093 | 086 | 080 | 072 | 065 | 057 | 051 |
| 190 | 210 | 210 | 210 | 199 | 188 | 180 | 172 | 166 | 160 | 149 | 141 | 133 | 126 | 120 | 114 | 109 | 104 | 099 | 096 | 090 | 083 | 078 | 070 | 063 | 055 | 049 |
| 200 | 190 | 190 | 190 | 182 | 174 | 167 | 160 | 154 | 149 | 140 | 132 | 125 | 119 | 113 | 107 | 103 | 099 | 095 | 092 | 086 | 079 | 075 | 067 | 061 | 053 | 048 |

- ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Значения коэффициента φ_m в таблице увеличены в 1000 раз.
 2. Для стали с другим значением допускаемого напряжения $[\sigma]$ коэффициенты φ_m определяются по данной таблице с заменой гибкости λ условной гибкостью $\lambda \sqrt{\frac{[\sigma]}{1600}}$.
 3. Значения φ_m принимаются не выше значений φ , приведенных в табл. I5 приложения II.
 4. Приведенный эксцентриситет $m_1 = \eta m$, где $m = e \frac{F}{W}$ - относительный эксцентриситет, W вычисляется для наиболее сжатого волокна; η - коэффициент влияния формы сечения, определяемый по табл. 58 СНиП II-V.3-62.
 При приведенном эксцентриситете $m_1 > 20$ проверки устойчивости по формуле (8) не требуется.

Приложение IV.

Таблица геометрических характеристик металлического шпунта.

Таблица I7

| Вид профиля | Номер профиля | Размеры профиля, мм | | | | Площадь поперечного сечения см ² | В е с | | Упругий момент сопротивления W_{HT} | |
|------------------------------|---------------|---------------------|----------|----------|----------|---|----------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| | | <i>b</i> | <i>h</i> | <i>t</i> | <i>d</i> | | п.м. шпунта кг | п.м. стенки кг | Шпунта, см ³ | п.м. стенки см ³ |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Корытный типа "Дарсен" | I-а | 400 | 130 | 7 | - | - | 32,8 | 82,0 | - | 300 |
| | /новый/ | 400 | 220 | 7,5 | - | - | 35,6 | 89,0 | - | 600 |
| | I | 400 | 150 | 8,0 | - | - | 40,0 | 100 | - | 500 |
| | II | 400 | 200 | 10,2 | - | - | 48,8 | 122 | - | 850 |
| | II/новый/ | 400 | 270 | 9,5 | - | - | 48,8 | 122 | - | 1100 |
| | III | 400 | 247 | 14,2 | - | - | 62,0 | 155 | - | 1350 |
| | III/новый/ | 400 | 290 | 13,0 | - | - | 62,0 | 155 | - | 1600 |
| | IV/новый/ | 400 | 360 | 14,8 | - | - | 74 | 185 | - | 2200 |
| | V | 420 | 360 | 20,5 | 12 | 127,6 | 100,0 | 238 | - | 3000 |
| | VI | 420 | 440 | 22,0 | - | - | 121,8 | 290 | - | 4200 |
| VII | 460 | 460 | 26,0 | - | - | 142,6 | 310 | - | 5000 | |

Продолжение табл. 17

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----------|-------|-------|-------|------|-----|-------|------|-----|------|------|
| Зетовый | ZP-38 | 457,2 | 304,8 | 12,7 | 9,6 | 108,2 | 84,6 | 185 | 1150 | 2513 |
| | ZP-32 | 533,4 | 292,1 | 12,7 | 9,5 | 106,2 | 83,2 | 156 | 1097 | 2057 |
| | ZM-38 | 457,2 | 304,8 | 12,7 | 9,5 | 108,2 | 84,6 | 185 | 1150 | 2513 |
| | ZM-32 | 533,4 | 292,1 | 12,7 | 9,5 | 106,2 | 83,2 | 156 | 1097 | 2057 |
| | ШД-1 | 400 | 150 | 8 | 8 | 56 | 44 | - | 246 | - |
| | ШД-2 | 400 | 210 | 9 | 8 | 62 | 49 | - | 400 | - |
| | ШД-3 | 500 | 270 | 12 | 10 | 90 | 71 | - | 767 | - |
| | ШД-4 | 500 | 320 | 14 | 11 | 103 | 81 | - | 1060 | - |
| | ШД-5 | 500 | 360 | 16 | 12 | 131 | 103 | - | 1560 | - |
| | ШД-6 | 500 | 380 | 22 | 16 | 165 | 130 | - | 2025 | - |
| Корытный | ШК-1 | 400 | 149 | 10 | 10 | 64 | 50 | 125 | 114 | 285 |
| | ШК-2 | 500 | 180 | 8 | 8 | 64 | 50 | - | 150 | - |
| Плоский | ШП-1 | 400 | 103 | 10 | - | 85 | 67 | - | 71 | - |

Примечание. Момент сопротивления пог.м стенки корытного профиля показан с учетом монолитного закрепления в замках шпунта. Указанный момент сопротивления дан относительно оси стенки.

Приложение У

Расчет основных деталей соединения стальных элементов конструкций больверков.

I. Подкладки под гайки.

Подкладки под гайки анкерных тяг и болтов крепления связных балок к шпунту, в соответствии с рис. 1а, б, в, г, рассчитываются по схемам простых балок.

В схемах "а", "в" и "г" опорами балок / подкладок / являются средние линии толщин стенок швеллеров; в схеме "б" - середины опорных ножек подкладки.

Расчетный пролет балок в схемах "а" и "в" определяется по формуле

$$l = 2(h \operatorname{tg} \alpha + \Delta) + d_1 + \delta \quad ,$$

где

- h - высота швеллера;
- δ - толщина стенки швеллера;
- α - угол наклона анкерной тяги к горизонту;
- d_1 - диаметр шпильки анкерной тяги для гайки;
- Δ - конструктивный зазор, принимаемый $\geq 0,5$ см.

Расчетный пролет балок в схеме "б" определяется по формуле

$$l = l_x + m \quad ,$$

где

- l_x - конструктивный пролет подкладки, назначаемый в зависимости от размера замка шпунта;
- m - опорная толщина ножек подкладки, определяемая по формуле $m = 0,5 / D_1 - l_x / + 1$ см ≥ 2 см, где D_1 - наружный диаметр опорной поверхности гайки.

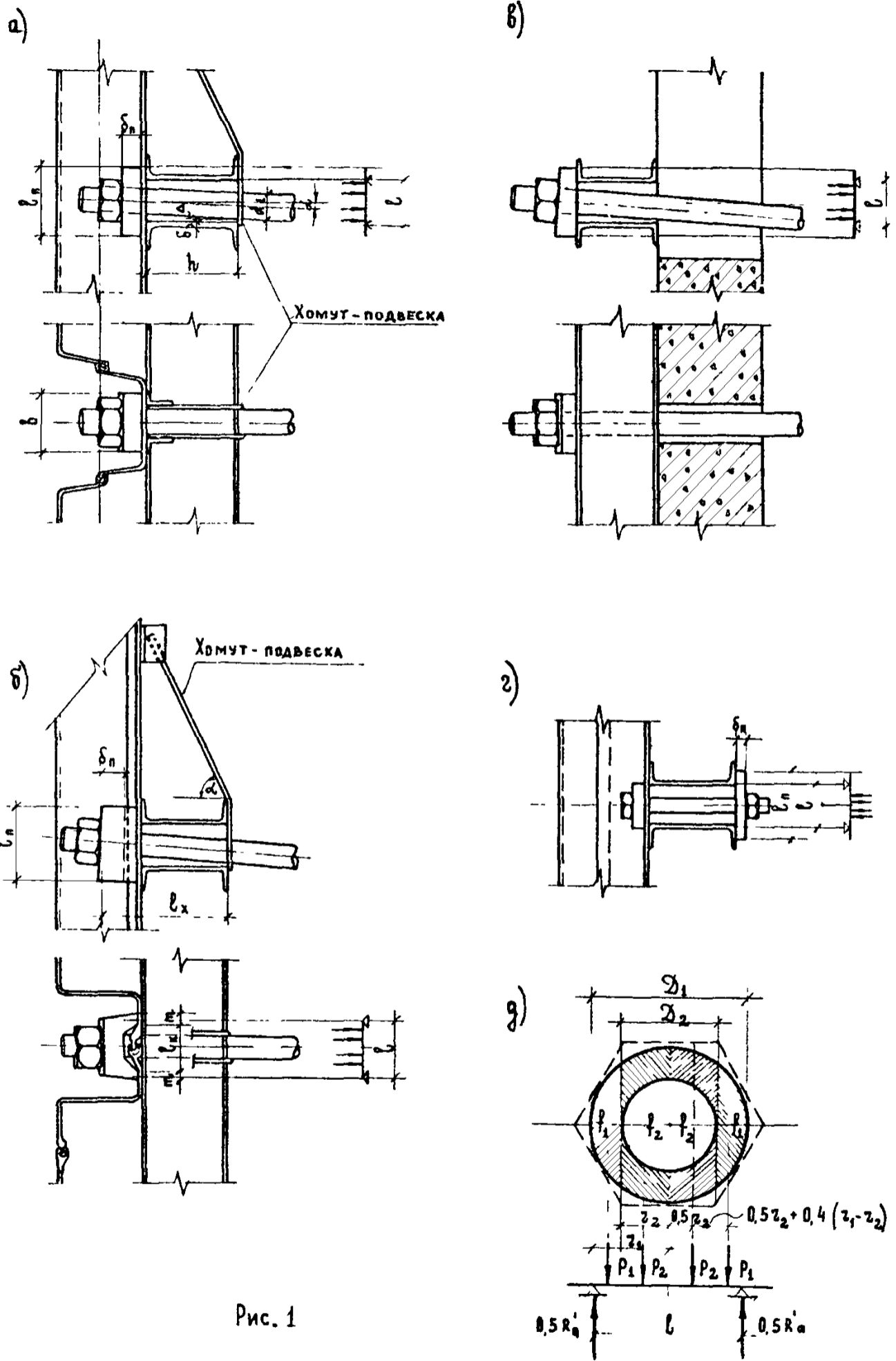


Рис. 1

При расчете подкладок давление от гайки принимается равномерным по всей опорной поверхности и прикладывается в виде сосредоточенных сил в соответствии с рис. 19.

Расчетный изгибающий момент в подкладке рекомендуется определять по формуле

$$M = 0,25 R'_a (\ell - r_2) - P_1 (0,1 r_2 + 0,4 r_1),$$

где

R'_a - усилие в анкерной тяге, определяемое по формуле /69/, брошюры I, часть I;

ℓ - расчетный пролет балки / см. формулы выше/;

r_2 - радиус отверстия в подкладке;

$r_1 = 0,5D_1$ - радиус наружной окружности опорной поверхности гайки;

$P_1 = \frac{R'_a \phi_1}{\pi(r_1^2 - r_2^2)}$ - усилие, приходящееся на опорную площадь ϕ_1 / см. рис. 19 /;

$\phi_1 = r_1^2 \frac{\psi \pi}{360^\circ} - r_2 \sqrt{r_1^2 - r_2^2}$ - площадь сегмента
/ см. рис. 19, $\cos \frac{\psi}{2} = \frac{r_2}{r_1}$ /.

Ширина подкладки " b_n " назначается конструктивно, рекомендуется принимать ее не менее $3D_2$, где D_2 - диаметр отверстия в подкладке.

Толщина подкладки определяется из расчета прочности сечения, ослабленного отверстием по формуле

$$\delta_n = \sqrt{\frac{6M}{b_p [\sigma]}} ,$$

где

$b_p = b_n - D_2$ - расчетная ширина подкладки;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение при изгибе, назначаемое по табл. 6, строка I.

Длину подкладки рекомендуется принимать не менее величины $l_n = l + \delta + 7 \text{ см}$, где все обозначения приведены выше.

2. Связные балки.

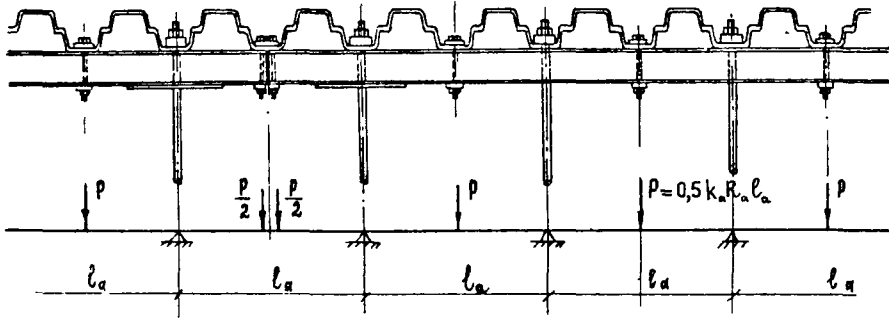
Связные балки в соответствии с рис. 2 рассчитываются по схемам многопролетных балок. Число пролетов принимается в зависимости от разрезки связных балок. Рекомендуется в пределах секции связные балки устраивать непрерывными и составлять их путем соединения сварными равнопрочными швами. В этом случае расчет рекомендуется производить по схеме пятипролетной балки.

Нагрузки на связные балки рекомендуется определять из условия равномерного распределения усилий между шпунтинами. В схемах "а" и "б" рис. 2 нагрузки на балку передаются болтами крепления в виде равных по величине сосредоточенных сил, в схеме "в" - всей плоскостью шпунта в виде равномерно-распределенной нагрузки.

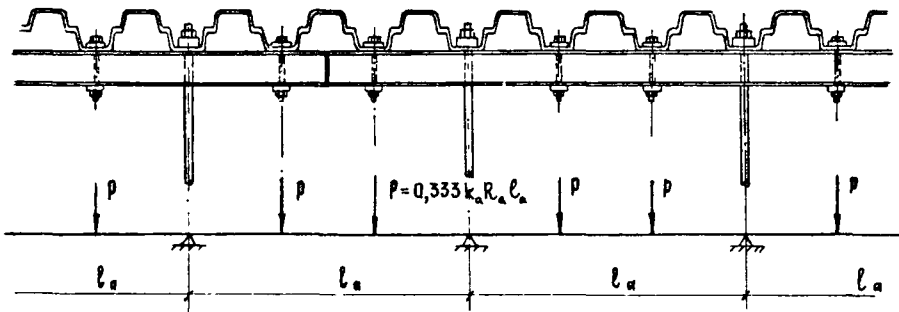
Расчетный момент для подбора сечения связных балок рекомендуется определять по формулам:

| | |
|-------------|-------------------------------|
| в схеме "а" | - $M = 0,09 k_a R_a l_a^2$, |
| в схеме "б" | - $M = 0,094 k_a R_a l_a^2$, |
| в схеме "в" | - $M = 0,105 k_a R_a l_a^2$, |

a)



б)



в)

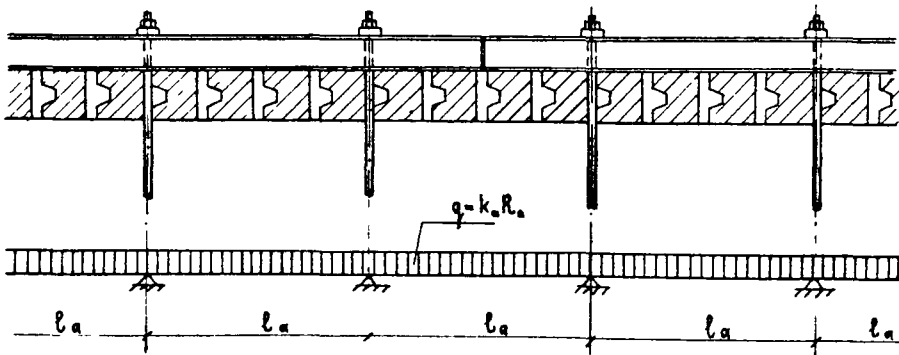


Рис. 2.

где

k_a - коэффициент, учитывающий перераспределение давления на стенку и неравномерность натяжения анкерных тяг, принимаемый равным 1,25 в соответствии с указаниями п. 17.14 "Пособия" к ВСН 3-67, брошюра I, ИИФ, часть I;

R_a - анкерная реакция из расчета лицевой стенки на длине I пог.м;

l_a - расчетный пролет многопролетной балки, равный расстоянию между анкерными тягами.

Примечание. При расчете связанных балок по схеме "а" рисунка 2 сечение балки на первой опоре следует усиливать на 10% приваркой планки к внешней полке швеллера.

Подбор сечения связанных балок производится из расчета на прочность по формуле / I / настоящих указаний часть 3.

3. Болты крепления связанных балок.

Болты крепления связанных балок к шпунту / см. рис. 1 г и 2 а,б / рассчитываются на растяжение по формуле /5/ п.4.4 настоящих указаний части 3.

Расчетное усилие в болте определяется в предположении равномерного распределения нагрузки между болтами крепления по формулам:

$$\begin{aligned} \text{в схеме а} & \quad - P = 0,5 k_a R_a l_a \quad , \\ \text{в схеме б} & \quad - P = 0,333 k_a R_a l_a \quad , \end{aligned}$$

где все обозначения приведены выше.

4. Хомут -подвеска анкерной тяги.

Сечение хомута - подвески / см. рис. I "а" и "б" / определяется по растягивающему усилию, возникающему от давления тяги при провисании, когда напряжения в материале тяги от изгиба и растяжения достигают предела текучести.

Изгибающий момент, возникающий в конечном участке тяги / от опорной поверхности гайки до опоры на хомут-подвеску /, определяется из формулы.

$$\sigma_{\tau} = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} \quad ,$$

где

$P = R_a l_a$ - растягивающее усилие в тяге без введения коэффициента k_a , учитывающего неравномерность натяжения анкерных тяг;

F - площадь сечения лицевой шпильки анкерной тяги;

W - момент сопротивления сечения лицевой шпильки анкерной тяги;

M - изгибающий момент на участке тяги от опорной поверхности гайки до опоры на хомут-подвеску.

Величина пары сил изгибающего момента конечного участка тяги определяется по формуле

$$P' = \frac{M}{l_x} \leq P f \quad ,$$

где

l_x - расстояние от опорной поверхности гайки до хомут-подвески;

$f = 0,15$ - коэффициент трения металла по металлу;

M и P - пояснения приведены выше.

Усилие в наклонной части ветви хомута - подвески определяется по формуле

$$P'' = \frac{P'}{\sin \alpha} ,$$

где

α - угол наклона ветви хомут-подвески к горизонтали.

Сечение хомута-подвески определяется из формулы

$$d_n = \frac{P''}{[\sigma]} .$$

5. Диаметр анкерной тяги.

Расчетный диаметр анкерной тяги круглого сечения следует определять по формуле

$$d_a = 1,13 \sqrt{\frac{N}{\cos \alpha \cdot [\sigma]}} ,$$

где $N = K'_a$ - растягивающее усилие в анкере, определяемое из статического расчета с учетом неравномерности его работы (см. брошюру I, часть I, п. I7. I4);

α - угол наклона анкерной тяги к горизонту;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение на растяжение, назначаемое по таблице 6, поз. I.

В местах резьбовых соединений расчетное поперечное сечение принимается по внутреннему диаметру резьбы.

Основные принятые буквенные обозначения.

- M - расчетный изгибающий момент;
 Q - расчетная поперечная сила;
 N - расчетная продольная сила;
 F - площадь сечения элемента брутто;
 $F_{\text{нт}}$ - площадь сечения элемента нетто;
 W - момент сопротивления сечения брутто;
 $W_{\text{нт}}$ - момент сопротивления сечения нетто;
 J - момент инерции сечения брутто;
 S - статический момент брутто сдвигающейся части сечения относительно нейтральной оси;
 δ - наименьшая толщина соединяемых элементов;
 h - высота сечения;
 $h_{\text{ст}}$ - высота стенки;
 $h_{\text{ш}}$ - толщина углового шва;
 $l_{\text{ш}}$ - расчетная длина сварного шва;
 $d_{\text{а}}$ - расчетный диаметр анкерной тяги;
 d - наружный диаметр стержня болта;
 $d_{\text{в}}$ - внутренний диаметр резьбы болта;
 n - число болтов в соединении;
 $n_{\text{ср}}$ - число рабочих срезов одного болта;
 e - эксцентриситет продольной силы;
 φ - коэффициент продольного изгиба;
 $\varphi_{\text{вн}}$ - коэффициент для проверки устойчивости внецентренно сжатых элементов в плоскости действия момента;
 τ - среднее касательное напряжение;
 σ - максимальное по абсолютной величине крайнее напряжение;
 $[\sigma]$ - допускаемые напряжения материалов конструкций;
 $[\sigma^{\text{св}}]$ - допускаемые напряжения сварных швов;
 $[\sigma^{\text{б}}]$ - допускаемые напряжения болтовых соединений.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

| | |
|---|----|
| Часть 3 | 3 |
| I. Общие положения | 3 |
| 2. Материалы для стальных конструкций и деталей соединения | 4 |
| 3. Характеристики материалов и деталей соединения | 5 |
| 4. Расчет элементов стальных конструкций на изгиб и осевые силы | 8 |
| 5. Расчетные длины элементов стальных конструкций | 17 |
| 6. Расчет соединений стальных конструкций | 17 |
| 7. Основные конструктивные требования по стальным конструкциям | 20 |
| П Р И Л О Ж Е Н И Я : | |
| I. Рекомендации по применению полуспокойных сталей в морском гидротехническом строительстве | 21 |
| II. Коэффициенты ψ продольного изгиба центрально сжатых элементов | 46 |
| III. Коэффициенты $\psi_{\text{н}}$ для проверки устойчивости внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) сплошно-стенчатых стержней из "Стали 3" (с допускаемым напряжением $[\sigma] = 1600 \text{ кг/см}^2$) в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии | 47 |
| IV. Таблица геометрических характеристик металлического шпунта | 48 |
| V. Расчет основных деталей соединения стальных элементов конструкций больверков | 50 |
| Основные принятые буквенные обозначения | 58 |

Ответственный за выпуск И. М. Зимович

| | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Подписано в печать 17/II 1989 г. | Тираж 540. |
| 7,75 печ. л. | Заказ 1182. Цена 70 коп. |

ЦЕНТИ ММФ

Москва, А-80, Волоколамское шоссе, дом 14