

СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ

**ПОСОБИЕ  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
МОРСКИХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
к ВСН 3-67  
ММФ**

БРОШЮРА 1

*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 соору- жений	

### I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I.1. Настоящие нормы с учетом примечания п. I.2 СНиП П-В.3-62 распространяются на проектирование стальных конструкций морских причалов ( бульверки из металлического шпунта, отдельные конструкции эстакадных сооружений - свайное основание, элементы углковых стенок и др.).

I.2. При проектировании стальных конструкций надлежит выполнять требования СНиП П-А.10-62, СНиП П-В.3-62 и СНиП I-В.12-62

I.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).

I.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", Ленморнипроект, 1965 г., приведенных в приложении I.

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

2.2. Для изготовления анкерных тяг и деталей их соединения рекомендуется применять сталь ВМСт. Зсп и ВМСт. Злп 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, изготовленный из сталей:

углеродистая марганцовская сталь марки МСт.З, ГОСТ 380-60\*; бессемеровская сталь марки БСт.З, 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 марганцовскую кованую 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 342 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 350А.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ СОЕДИНЕНИЯ.

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

Таблица I

## Прокатная сталь

№ пп	Вид стали	Группа или марка стали	Толщина в мм	Временное сопротивле- ние растя- жению $\sigma_{up}$ кг/см <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_t$ кг/см <sup>2</sup>
I	Сталь обыкновен- ного качества	Ст.3	см, при- мечание	3800 5000	2300 2700
2	Сталь низколеги- рованная	Ст.5 15ХСНД	4-32	5200	3500

Примечание. Приведенные в табл. I значения для стали обыкновен-  
ного качества установлены для сортовой стали толщи-  
ной 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 сопротивле- ние растяжению $\sigma_{up}$ в кг/см <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_t$ в кг/см <sup>2</sup>
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 $\sigma_{\text{ср}}$ в кг/см <sup>2</sup>	
	растяжению при изгибе	сжатию 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 растяжении / при условии подварки корня шва / и сжатии сварных соединений встык, выполненных автоматической, полуавтоматической или ручной сваркой	
		$\sigma_t$	в кг/см <sup>2</sup>
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 про-	Модуль сдви-
		дольной уп- ругости $E$	га в кг/см <sup>2</sup>
		в кг/см <sup>2</sup>	
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	$8,5 \cdot 10^5$	-
4	Канаты стальные спиральные и канаты (тросы) с металлическим сердечником	$1,5 \cdot 10^6$	-
4	Канаты стальные спиральные закрытые	$1,7 \cdot 10^6$	-

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<sup>-1</sup>.

3.4. Объемный вес стали и стальных отливок принимается равным  $7,85$  т/м<sup>3</sup>, отливок из чугуна -  $7,2$  т/м<sup>3</sup>.

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

##### Изгибающие элементы.

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

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

$$Q \leq \frac{J_8 [\sigma_{sp}]}{s} \quad , \quad (2)$$

где:

$M$  - изгибающий момент, принимаемый из статического расчета;

$Q$  - поперечная сила, принимаемая из статического расчета;

$W_{nr}$  - момент сопротивления сечения с учетом ослабления (нетто) при упругой работе материала (см.приложение IV);

$J$  - момент инерции сечения (брутто);

- §      - статический момент (брутто) сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси;
- [ $\sigma$ ]      - допускаемые напряжения материала конструкции, назначаемые по таблице 6, поз.1;
- [ $\sigma_{cr}$ ]      - 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

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

где  $\sigma$       - максимальное по абсолютной величине краевое напряжение в стенке, вычисленное по сечению брутто;

$\tau$       - среднее касательное напряжение, вычисляемое по формуле

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

где  $h_{cr}$  и  $\delta$       - высота и толщина стенки.

Напряжения  $\sigma$  и  $\tau$  определяются для одного и того же сечения и загружения.

Таблица 6

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

Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Допускаемые напряжения прокатной стали					
		углеродистой, марок				низкомагниевированной, марки	
		"Сталь 3"		"Сталь 5"		15ХСНД	
		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 торцовой поверхности (при наличии пригонки)	$[\sigma_{см.т.}]$	2400	3000	2700	3400	3450	4350
Смятие местное при плотном касании	$[\sigma_{см.м.}]$	1200	1500	1950	1700	1700	2200

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

Таблица 7

Допускаемые напряжения  $[\sigma]$  в кг/см<sup>2</sup> 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	$[\sigma]$	I200	I500	I400	I800	I500	I900
Срез	$[\sigma_{\text{ср}}]$	720	900	840	II100	900	II150
Смятие торцовой поверхности (при наличии пригонки)	$[\sigma_{\text{см.т}}]$	I800	2250	2100	2700	2250	2800
Смятие местное при плотном касании	$[\sigma_{\text{см.м}}]$	900	II150	I050	I350	II150	I400.

Таблица 8

**Допускаемые напряжения  $[\sigma]$  в кг/см<sup>2</sup>**  
**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	$[\sigma_u]$	350	440	450	550
Срез	$[\sigma_r]$	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  $[\sigma_{\text{ca}}]$  в кг/см<sup>2</sup> сварных швов.

Вид свар- ных швов	Вид напряженного состояния	Условное обозна- чение	Допускаемые напряжения сварных швов в конструкциях из стали марок					
			"Сталь 3"	"Сталь 5"	15ХСНД			
при сварке автоматической и полуавтоматической, а также ручной, электродами типов								
			342 и 342А	342А, 350А и 355			350А	
при сочетаниях нагрузок и силовых воздействий								
			основные	особые	основные	особые	основные	особые
Швы встык	Сжатие	$[\sigma_c]$	1600	2000	1800	2250	2300	2900
То же	Растяжение: а) при автоматической сварке	$[\sigma_p]$	1600	2000	1800	2250	2300	2900
	б) при полуавтоматичес- кой и ручной сварке с применением обыч- ных способов контро- ля качества	$[\sigma_p]$	1350	1700	1500	1900	1900	2400
То же	Срез	$[\sigma_p]$	1000	1200	1100	1350	1400	1700
Угловые швы	Сжатие, растяжение и срез	$[\sigma_c]$	1100	1400	1200	1550	1600	2000

Таблица 10

Допускаемые напряжения  $[\sigma^*]$  в кг/см<sup>2</sup> 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 получистые (повышенной точности)	Растяжение	$[\sigma_r^*]$	1200	1500	1500	1850
	Срез В	$[\sigma_{\tau}^*]$	1200	1500	1200	1500
	Смятие В	$[\sigma_{cm}^*]$	3200	4000	4400	5600
Болты черные (нормальной точности)	Растяжение	$[\sigma_r^*]$	1200	1500	-	-
	Срез	$[\sigma_{\tau}^*]$	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:

- сверленные на проектный диаметр в собранных элементах;
- сверленные на проектный диаметр в отдельных деталях и элементах по кондукторам;
- 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

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

где  $N$  - продольная сила в рассматриваемом сечении, принимаемая из статического расчета (см. часть I, брошура 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

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

где  $F$  - площадь сечения элемента брутто;

$\psi$  - коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. I5 приложения II в функции наибольшей гибкости  $\lambda$ .

Элементы, подверженные воздействию осевой силы с изгибом.

4.6. Расчет прочности внеклентренно растянутых и внеклентренно 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 внеклентренно сжатых элементов при проверке в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчивости) производится по формуле

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

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

$\psi_{\text{ен}}$  - 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 (изгибо-крутильная форма потери устойчивости) производится по формуле

$$N \leq k \cdot \varphi \cdot F [5] , \quad (9)$$

где  $\varphi$  - коэффициент понижения допускаемых напряжений при продольном изгибе в плоскости наименьшей жесткости, определяемый по таблице 15, 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

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

$h$  - высота сечения.

При расчете внецентренно сжатых коробчатых, трубчатых и аналогичных 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. 21.21.21.34 и приложения ХVI (брошюра I, часть I).

## 6. РАСЧЕТ СОЕДИНИЙ 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 допускаемое напряжение наплавленного металла, равное допускаемому 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 равнотрещинными основному металлу и не требуют проверки расчетом.

При применении в стыковых швах наплавленного металла, допускаемое напряжение которого ниже, чем допускаемое 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

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

на растяжение

$$N \leq [\sigma_p] \cdot l_w \cdot \delta \quad , \quad (I2)$$

- б) косые швы в стык рассчитываются по формулам:  
на сжатие

$$N \leq \frac{[\sigma_c] \cdot l_w \cdot \delta}{\sin \alpha} \quad , \quad (I3)$$

на растяжение

$$N \leq \frac{[\sigma_p] \cdot l_w \cdot \delta}{\sin \alpha} \quad , \quad (I4)$$

на срез

$$N \leq \frac{[G_{t_p}^s] \ell_w \cdot \delta}{\cos \alpha} . \quad (15)$$

Обозначения принятые в формулах (II)+(15):

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

$\ell_w$  - расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом 10 мм;

$\delta$  - наименьшая толщина соединяемых элементов;

$\alpha$  - угол между направлением продольной силы  $N$  и швом;

$[G_{t_p}^s], [G_p^s], [G_{t_p}^s]$  - допускаемые напряжения сварного шва встык скатие, растяжение и срезу, назначаемые по таблице 9.

Примечания: 1. При выводе шва за пределыстыка (из 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  $\alpha \leq 65^\circ$  проверка расчетом не подлежат.

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

$$N \leq \ell_w (h_w \beta) [G_y^s] , \quad (16)$$

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

$\beta$  - коэффициент, принимаемый равным:  
 $\beta = 1$  - для однопроходной автоматической сварки;  
 $\beta = 0,8$  - для однопроходной полуавтоматической сварки;  
 $\beta = 0,7$  - для ручной сварки, а также для многопроходной 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 встык, 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 растяжения, назначаемое по табл.9.

6.6. Угловые швы при одновременном действии в одном и том же сечении шва срезывающих 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 прикреплениях элементов) распределение этой силы между болтами принимается равномерным.

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

на срез болтов

$$N \leq [\sigma_p^*] \cdot n \cdot n_{cp} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \quad , \quad (I7)$$

на смятие

$$N \leq [\sigma_{cm}^*] \cdot n \cdot d \cdot \Sigma \delta \quad , \quad (I8)$$

на растяжение

$$N \leq [\sigma_p^*] \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad . \quad (I9)$$

Обозначения, принятые в формулах (I7) + (I9):

- $N$  - расчетная продольная сила, действующая на соединение, принимаемая из статического расчета;
- $n$  - число болтов в соединении;
- $n_{\varphi}$  - число рабочих срезов одного болта;
- $d$  - наружный диаметр стержня болта;
- $d_o$  - внутренний диаметр резьбы болта;
- $\Sigma \delta$  - наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;
- $[\sigma_{\varphi}]$  - допускаемое напряжение срезу болтов, назначаемое по табл.10;
- $[\sigma_{cm}]$  - допускаемое напряжение смятия болтовых соединений, назначаемое по табл.10;
- $[\sigma_r]$  - 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 II-В.3-62, разделы 8 и 9 применительно к морским гидротехническим сооружениям.

Приложение I.

РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛУСПОКОЙНЫХ СТАЛЕЙ В МОРСКОМ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

## I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУСПОКОЙНЫХ СТАЛЕЙ.

Исследования полуспокойных сталей марок Ст. Зпс и Ст.5пс, проведенные Украинским институтом металлов /I/ 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. Зпс 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<sup>2</sup>, а предел текучести на 1кг/мм<sup>2</sup> 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 1-3кг/мм<sup>2</sup> /при одинаковом содержании углерода и марганца/.

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

в/ При дальнейшем увеличении толщины 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.Эпс, 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 по средним значениям на 1,5-2,0 кг/мм<sup>2</sup> 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/мм<sup>2</sup> 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.З 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 околосшовной зоны сварных соединений из Ст.З пс обладают высокой стойкостью против образования трещин и в этом отношении не уступают Ст.3.

Сталь марки Ст.5 пс 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/мм<sup>2</sup> /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/мм<sup>2</sup>/ 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/мм<sup>2</sup>, предел текучести - ниже на 2,2-3,2 кг/мм<sup>2</sup>, 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 ЧМТУ/УНИИМ - 10-63 и по прочностным показателям не уступает арматуре из спокойной стали.

Испытание свариваемости показало, что металл шва, 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 равнозначны, 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. В пс и Ст.5 пс 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/мм<sup>2</sup> 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 профиле толщиной до 16 мм, фасонном и листовом до 10 мм близка к ударной вязкости стали в 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 листовой 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 <sup>ЧМТУ</sup> <sub>УНИИМ</sub> - 5-61 /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 динами-

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  $-30^{\circ}\text{C}$  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  $-20^{\circ}\text{C}$ .
- д) Нормативные и расчетные характеристики, требования к анкеровке, виды и конструкции соединений, технология 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-В.12-62 рекомендуется применение полуспокойной стали марки ВСт.3пс в сварных конструкциях основных элементов покрытия промышленных зданий и пролетных строений сооружений, эксплуатируемых при расчетной температуре  $-30^{\circ}\text{C}$  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  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже.

При эксплуатации в условиях температуры  $-30^{\circ}\text{C}$  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.Эпс только для конструкций, не имеющих сварных соединений.

Таблица 12

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; диам.стержней в мм	Статические нагрузки при температуре			Динамические и многократноповторяющиеся нагрузки при температуре		
		До $-30^{\circ}$	От $-30^{\circ}$ до $-40^{\circ}$	Ниже $-40^{\circ}$	До $-30^{\circ}$	От $-30^{\circ}$ до $-40^{\circ}$	Ниже $-40^{\circ}$
<b>I</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Стержневая горячекатан. гладкая класса А-І	Ст.Эпс КСт.Эпс ВСт.Эпс ВКСт.Эпс	+	+	-	+	-	-
Стержневая горячекатан. периодически профиля класса А-ІІ	Ст.5пс КСт.5пс $\phi$ 10-25	+	-	-	+	-	-

Продолжение табл. I2

I	2	3	4	5	6	7	8
Стержневая упрочнен. вытяжкой периодич. профиля класса А-IV	Ст.5пс КСт.5пс Ø 10-25	-	-	-	-	-	-
Стержневая термич.уп- рочненная периодич. профиля класса А <sub>2</sub> -IV	Ст.5пс Ø 10-18 Кст.5пс Ø 10-18	+	+	+	-	-	-

- Примечания: 1. Расчетные зимние температуры наружного воздуха устанавливаются по наиболее холодной пятидневке в зависимости от района строительства.
2. В таблице за динамические принять 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-В.3-62 допускается применение конверторной полуспокойной стали марки ВКСт.3пс в конструкциях, изготавливаемых из проката толщиной до 30 мм и не подвергающихся непосредственному динамическому воздействию подвижного или вибрационного характера нагрузок.

По СНиП II-Б.1-62 допускается применять сталь марки ВКСт.3 по для монтажных (подъемных) петель сборных железобетонных и бетонных элементов при условии монтажа конструкции при температуре до  $-40^{\circ}\text{C}$ .

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 I3 приведена номенклатура и строительная характеристика металлических конструкций и изделий по указанным группам.

Таблица I3

№ п/п	Наименование элементов конструкций	Вид стали	Марка стали	Условия работы элементов
I	2	3	4	5
<u>I-я группа</u>				
I.	Металлические шпунтовые сваи липевых стенок бальверков	Сталь- ной про- из		

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5
			БСТ.3 по ГОСТ 380-60;  15ХСНЛ по ГОСТ 5058-57	Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамиче- ская при забивке  Температурные условия в зависимости от рай- она 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;  15ХСНЛ по ГОСТ 5058-57	Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамиче- ская при забивке.  Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от поло- жительных значений температуры до -40°C и ниже.
3.	Шпунтовые сваи и цилин- дрические оболочки из предварительно напряжённого железобетона в лицевых стенках боль- верков	Арма- тур- ная сталь	Сталь 25Г2С  класса А-Шв	При эксплуатации в го- товом сооружении ра- ботают в засыпке с температурой в малом диапазоне от 0°C.  Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях и динамиче- ская при забивке.  Холодная вытяжка ар- матуры при изгото- влении свай. Температурные условия при строительстве от положительных значений температуры до -40°C.

## Продолжение табл. I3

1	2	3	4	5
4.	Призматические сваи из обычного железобетона в анкерных стенах бойлеров	Арматурная сталь	Рабочая арматура Ст.5 класса А-И. Распределит.арматура Ст.3 кл.А-І	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-Шв. Распределит. арматура Ст.3 класса А-І	Динамическая нагрузка в эксплуатационных условиях и при забивке. Холодная вытяжка арматуры при изготавлении свай и оболочек. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C

Продолжение табл. 13

I	2	3	4	5
6.	Призматические сваи и цилиндрические оболочки из обычного железобетона в экранирующих устройствах набережных-бальверков	Арматурная сталь	Рабочая арматура Ст.5 класса А-П.  Распределительная арматура Ст.3 класса А-І	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 и ниже.
7.	Металлические сварные сваи из шпунта в причальных палах сквозной конструкции	Сталь-ной прокат	БСТ3 по ГОСТ 380-60;  15ХСНД по ГОСТ 5058-57	Динамическая нагрузка при эксплуатации и забивке.  Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.
8.	Лицевые плиты из предварительно напряженного железобетона в набережных уголкового типа	Арматурная сталь	Рабочая арматура 20ХГ2Ц класса А-IV.  Распределительная арматура Ст.3 класса А-І	Наличие коррозии стали в морской воде.  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-Л. Распределительная арматура Ст.3 класса А-І	Статическая нагрузка при эксплуатации и строительстве. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$ . При эксплуатации в готовом сооружении работает в воде с положительным значением температуры
10.	Анкерные пли- ты из обычного железобетона в набережных типа бульверк и уголкового типа	Арматурная сталь	Рабочая арматура Ст.5 класса А-ІІ	Статическая нагрузка при эксплуатации и строительстве. Температурные условия в зависимости от района строительства и типа сооружения от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$ и ниже. При эксплуатации в готовом сооружении работают в засыпке с температурой в малом диапазоне от $0^{\circ}\text{C}$ .

Продолжение табл. I3

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-1	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 мелебетона в ростверках экранирующих (разгрузочных) устройств	Арматурная сталь	Рабочая арматура Ст.5 класса А-П. Распределит. арматура Ст.3 класса А-1	Статическая нагрузка в эксплуатационных условиях. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температур до -40°C.
I3.	Металлические анкерные тяги в причальных сооружениях	Прокатная сталь	Ст.3 по ГОСТ 380-60	При эксплуатации в готовом сооружении работают с малым диапазоном температур от 0°C. Статические нагрузки в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже. При эксплуатации в готовом сооружении работает с малым диапазоном температуры от 0°C.

## Продолжение табл. 13

I	2	3	4	5
I4.	Металлические анкерные тяги в ограждительных сооружениях	Прокатная сортовая сталь	Ст. 3 по ГОСТ 380-60	Динамическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.  Температурные условия при строительстве в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.
I5.	Распределительные пояса и крепеж тяг в лицевых стенках ограждений из металлического шпунта	Фасонный прокат стали	Ст. 3 по ГОСТ 380-60	При эксплуатации в гидровом сооружении работают с малым диапазоном температур от 0°C.
I6.	Распределительные пояса и крепеж тяг в лицевых стенах баллерков, двухрядных шпунтовых пирсов	Фасонный прокат стали	Ст. 3 по ГОСТ 380-60	Динамическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.  Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до -40°C и ниже.  Наличие сварных соединений и коррозии в морской воде.

## Продолжение табл. I3

I	2	3	4	5
I7.	Анкерные диски надстроек из обычного железобетона в набережных-большеверках из оболочек	Арматурная сталь	Ст.5 класса А-П	Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$
<u>2-ая группа</u>				
I8.	Надстройка (оголовок, лицевые плиты) из обычного железобетона над лицевыми стенками большеверков и набережных углкового типа. Надстройка из обычного железобетона в набережных из массивовой кладки.	Арматурная сталь	Рабочая арматура Ст.5 класса А-П. Распределит. арматура Ст.3 класса А-П	Динамическая нагрузка в эксплуатационных и статическая в строительных условиях. Температурные условия в зависимости от района строительства от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$ .
I9.	Тыловые подпорные стены из обычного железобетона набережных эстакадного типа	Арматурная сталь	Ст.3 класса А-П	Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$ .
20.	Потерны и каналы промпроводок из обычного железобетона	Арматурная сталь	Ст.3 класса А-П	Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до $-40^{\circ}\text{C}$

## 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	Статическая нагрузка в эксплуатационных и строительных условиях.  Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C и ниже.  Наличие сварных соединений.
22.	Крепление швартовых тумб к тумбовому массиву	Фасонный и сортовой прокат стали	Ст.3 по ГОСТ 380-60	Динамическая нагрузка в эксплуатационных и статическая в строительных условиях.  Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C и ниже.  Наличие сварных соединений.
<u>3-я группа</u>				
23.	Петли для подъема сборных железобетонных элементов	Прокатная круглая сталь	Ст.3 по ГОСТ 380-60	Динамическая нагрузка в строительных условиях.  Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C.

Продолжение табл. I3

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-І Закладные части Ст.3 по ГОСТ 380-60	Статическая нагрузка в строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C.
25.	Закладные детали для подъема бетонных массивов гравитационных сооружений	Фасонный прокат стали	Рельсовая сталь М-7І	Статическая нагрузка в строительных условиях. Температурные условия от положительных значений температуры до -40°C и ниже.

Приведенные выше в таблице I3 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  $-40^{\circ}\text{C}$  в железобетонных конструкциях и до  $-40^{\circ}\text{C}$  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  $0^{\circ}\text{C}$ .
- 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.3пс 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 I4

Рекомендуемые области применения полуспокойных сталей в морском гидротехническом строительстве

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

## Продолжение табл. I4

1	2	3	4
			<p>в) В качестве рабочей и распределительной арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до <math>-30^{\circ}\text{C}</math> и подверженных динамической нагрузке.</p>
2.		ВСт.Зпс; ВКСт.Зпс	<p>а) В качестве распределительной арматуры предварительно напряженных железобетонных свай, оболочек и элементов ростверка сооружений эстакадного типа, эксплуатируемых при температуре до <math>-40^{\circ}\text{C}</math> и подверженных динамической нагрузке.</p> <p>б) В качестве рабочей и распределительной арматуры элементов конструкций из обычного железобетона, эксплуатируемых при температуре до <math>-40^{\circ}\text{C}</math> и подверженных динамической нагрузке.</p>
3.		ВКСт.Зпс	<p>В качестве монтажных (подъемных) петель сборных железобетонных и бетонных элементов при монтаже в температурных условиях до <math>-40^{\circ}\text{C}</math>.</p>

## Продолжение табл. I4

I	2	3	4
4.	Арматурная сталь класса А-П	Ст.5 пс; КСт.5 пс Ø 10-25	В качестве рабочей арматуры элементов конструкций из обыч- ного железобетона, эксплуати- руемых при температуре до -30°C и подверженных статичес- кой или динамической нагрузке.  Изготовление и монтаж кон- струкций рекомендуется при температуре окружающего воз- духа не ниже -20°C.
5.	Арматурная сталь класса АТ-ІУ	Ст.5 пс; КСт.5 пс Ø 10-18	В качестве рабочей арматуры элементов конструкций из обыч- ного железобетона, эксплуати- руемых при температуре до -40°C и ниже и подверженных воздействию статической наг- рузки при условии отсутствия сварных соединений.  Изготовление и монтаж конструкций рекомендуется при температуре окружающего возду- ха не ниже -20°C.
6.	Сортовая и фасонная сталь	ВСт.3 пс; ВСт.5 пс.	a) В анкерных тягах и деталях их креплений, эксплуатируе- мых при температуре до -30°C и подверженных динамической нагрузке. Сварные соединения реко- мендуются выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -30°C.  б) В анкерных тягах и деталях их крепления, эксплуатируе- мых при температуре ниже -30°C и подверженных стати- ческой нагрузке. Сварные соединения рекомен- дуются выполнять при темпе- ратуре окружающего воздуха не ниже -30°C.

## Продолжение табл. 14

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

## Примечания:

1. Расчетные зимние температуры наружного воздуха устанавливаются по наиболее холодной пятидневке согласно указаниям СНиП II-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 закупоренных стальах. 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, № 1, 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  $\varphi$  продольного изгиба центрально  
сжатых элементов

Таблица 15

Гибкость элементов	Значения $\varphi$ для элементов из стали марок			Значения $\varphi$ для элементов из чугуна
	"Сталь 3"	"Сталь 5"	I5ХСНД	
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.

Приложение II  
Таблица 16

Коэффициенты  $\psi_{\text{ex}}$  для проверки устойчивости внецентрично сжатых (сжато-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 $\lambda$	Значения $\psi_{\text{ex}}$ при приведенном эксцентриките $m_1$ ,																									
	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
I0	967	920	847	781	721	667	618	574	535	468	414	370	333	303	285	256	235	220	205	182	I62	I47	I23	I06	089	075
20	959	887	800	729	673	623	577	536	501	439	390	349	315	288	263	243	225	210	I96	I74	I57	I41	I20	I02	085	072
30	942	868	773	699	641	592	550	511	478	420	373	335	303	277	254	234	218	203	I91	I69	I52	I38	II7	I00	084	071
40	920	846	743	668	608	560	520	484	453	399	355	320	290	265	243	226	210	I96	I84	I64	I48	I35	II4	098	083	070
50	890	820	711	634	574	528	490	456	427	377	338	304	277	253	234	216	201	I89	I77	I59	I43	I30	III	096	081	069
60	860	788	674	598	540	495	459	428	402	355	319	289	263	241	224	207	I93	I82	I71	I53	I38	I26	I07	094	079	068
70	810	749	634	560	505	463	429	401	377	334	301	273	249	230	213	198	I85	I74	I64	I47	I34	I22	I04	091	077	066
80	750	701	591	521	471	432	400	374	353	314	283	258	236	218	203	I89	I77	I67	I57	I42	I29	II8	I01	089	075	065
90	690	648	546	483	436	401	372	348	329	294	266	243	224	207	I92	I80	I69	I60	I51	I36	I24	II4	098	087	073	063
100	600	590	500	444	403	371	345	324	305	275	250	229	211	I97	I83	I72	I61	I53	I44	I31	I20	II0	095	084	071	062
110	520	520	456	407	371	342	320	301	284	257	234	216	200	I86	I73	I63	I54	I46	I38	I26	II5	I06	092	081	069	060
120	450	450	413	372	341	316	296	279	264	239	221	203	I89	I76	I65	I55	I47	I38	I20	II0	I02	089	079	067	059	
130	400	400	374	339	312	291	273	258	245	224	206	I91	I78	I66	I56	I47	I39	I26	II5	I06	098	086	076	065	057	
140	360	360	338	309	287	268	253	240	228	209	I93	I80	I68	I58	I49	I40	I33	I26	I21	II0	I02	095	084	074	063	055
150	320	320	306	282	263	248	234	222	212	I95	I82	I69	I58	I49	I41	I33	I26	I20	II5	I06	099	091	080	071	062	054
160	290	290	277	257	241	228	216	206	I97	I82	I70	I59	I49	I41	I34	I27	I20	II5	I10	I01	094	087	077	069	060	053
170	260	260	252	237	222	211	200	I92	I84	I70	I59	I50	I41	I34	I27	I20	II4	I10	I05	097	I90	084	074	067	059	052
180	230	230	229	216	204	I94	I85	I78	I71	I59	I49	I41	I33	I26	I20	II4	I09	I04	I00	093	086	080	072	065	057	051
190	210	210	210	I99	I88	I80	I72	I66	I60	I49	I41	I33	I26	I20	II4	I09	I04	099	096	090	083	078	070	065	055	049
200	I90	I90	I90	I82	I74	I67	I60	I54	I49	I40	I32	I25	II9	I13	I07	I03	099	095	092	086	079	075	067	061	053	048

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Значения коэффициента  $\psi_{\text{ex}}$  в таблице увеличены в 1000 раз.

2. Для стали с другим значением допускаемого напряжения  $[\sigma]$  коэффициенты  $\psi_{\text{ex}}$  определяются по данной таблице с заменой гибкости  $\lambda$

$$\text{условной гибкостью } \lambda = \frac{160}{[\sigma]}.$$

3. Значения  $\psi_{\text{ex}}$  принимаются не выше значений  $\psi$ , приведенных в табл. I5 приложения II.

4. Приведенный эксцентрикитет  $m_1 = \eta m$ , где  $m = e \frac{F}{W}$  — относительный эксцентрикитет,  $W$  вычисляется для наиболее сжатого волокна;  $\eta$  — коэффициент влияния формы сечения, определяемый по табл. 58 СНиП II-В.3-62.  
При приведенном эксцентриките  $m_1 > 20$  проверки устойчивости по формуле (8) не требуется.

## Приложение IV.

Таблица геометрических характеристик металлического шпунта.

Таблица 17

Вид профиля	Номер профиля	Размеры профиля, мм				Площадь поперечного сечения см <sup>2</sup>	Вес		Упругий момент сопротивления W <sub>nr</sub>	
		б	h	t	д		I п.м. шпунта кг	I <sup>2</sup> стенки кг	Шпунта, см <sup>3</sup>	п.м. стенки см <sup>3</sup>
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
Корытный типа "Ларсен"	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	-	II00
	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
	У	420	360	20,5	I2	I27,6	100,0	238	-	3000
	УI	420	440	22,0	-	-	I21,8	290	-	4200
	УII	460	460	26,0	-	-	I42,6	310	-	5000

Продолжение табл. I7

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
Зетовый	ZP-38	457,2	304,8	I2,7	9,6	I08,2	84,6	I85	II50	25I3
	ZP-32	533,4	292,I	I2,7	9,5	I06,2	83,2	I56	I097	2057
	ZM-38	457,2	304,8	I2,7	9,5	I08,2	84,6	I85	II50	25I3
	ZM-32	533,4	292,I	I2,7	9,5	I06,2	83,2	I56	I097	2057
	ШД-1	400	I50	8	8	56	44	-	246	-
	ШД-2	400	2I0	9	8	62	49	-	400	-
	ШД-3	500	270	I2	I0	90	7I	-	767	-
	ШД-4	500	320	I4	II	I03	8I	-	I060	-
	ШД-5	500	360	I6	I2	I3I	I03	-	I560	-
	ШД-6	500	380	22	I6	I65	I30	-	2025	-
Корытный	ШК-1	400	I49	I0	I0	64	50	I25	II4	285
	ШК-2	500	I80	8	8	64	50	-	I50	-
Плоский	ШП-1	400	I03	I0	-	85	67	-	7I	-

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. Ia, 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

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

где

$h$  - высота швеллера;

$\delta$  - толщина стенки швеллера;

$\alpha$  - угол наклона анкерной тяги к горизонту;

$d_i$  - диаметр шпильки анкерной тяги для гайки;

$\Delta$  - конструктивный зазор, принимаемый  $\geq 0,5$  см.

Расчетный пролет балок в схеме "б" определяется по формуле .

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

где

$l_k$  - конструктивный пролет подкладки, назначаемый в зависимости от размера замка шпунта;

$m$  - опорная толщина ножек подкладки, определяемая по формуле

$$m = 0,5 / D_i - l_k / + 1 \text{ см} \geq 2 \text{ см, где } D_i -$$

-наружный диаметр опорной поверхности гайки.

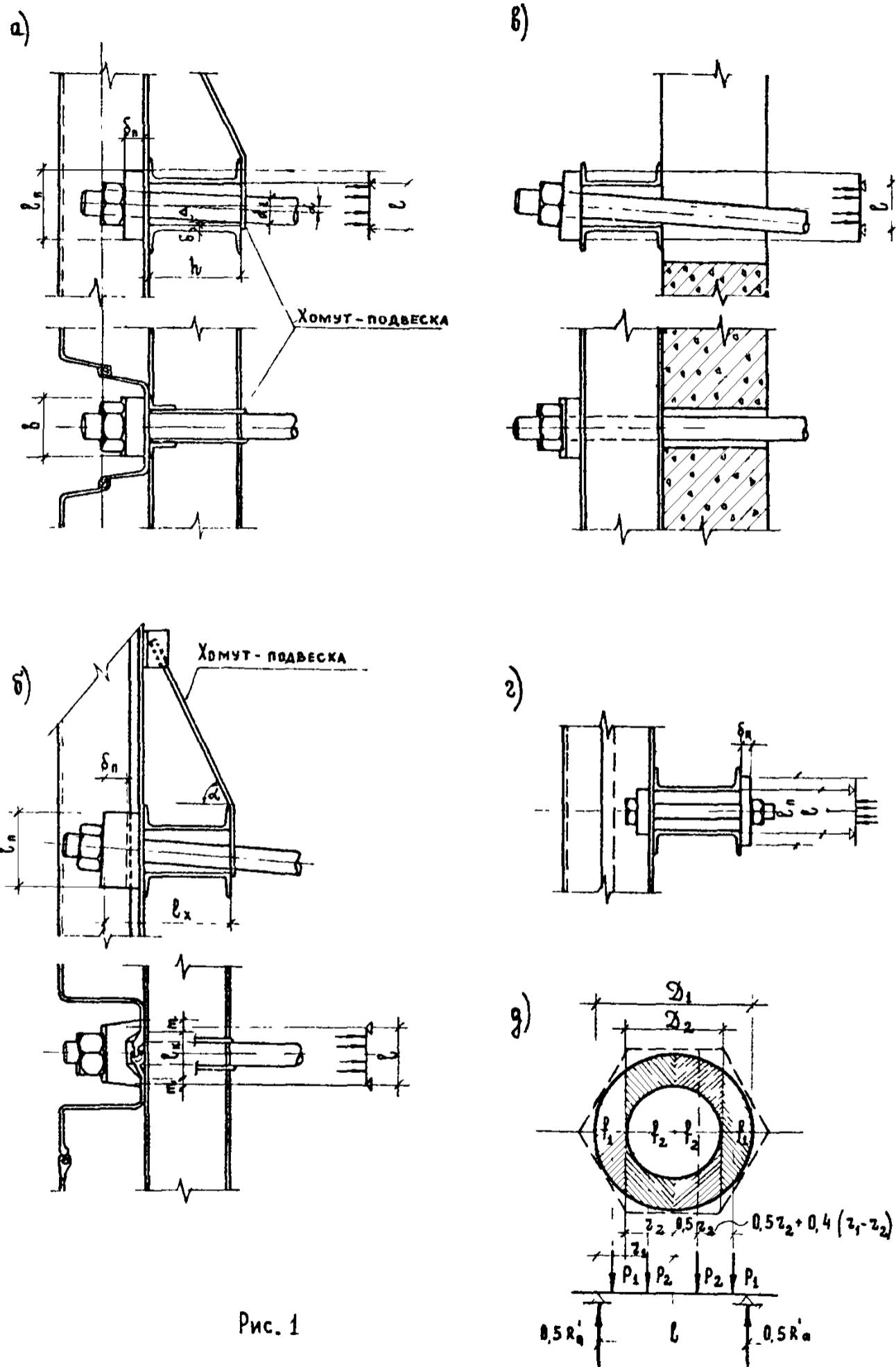


Рис. 1

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

Расчетный изгибающий момент в подкладке рекомендуется определять по формуле

$$M = 0,25 R_a' (\ell - \tau_2) - P_1 (0,1 \tau_2 + 0,4 \tau_1) ,$$

где

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

$\ell$  - расчетный пролет балки / см. формулы выше/;

$\tau_2$  - радиус отверстия в подкладке;

$\tau_1 = 0,5D_1$  - радиус наружной окружности опорной поверхности гайки;

$P_1 = \frac{R_a' \phi_1}{\pi (\tau_1^2 - \tau_2^2)}$  - усилие, приходящееся на опорную площадь  $\phi_1$  / см. рис. I g /;

$$\phi_1 = \tau_1^2 \frac{\psi \pi}{360^\circ} - \tau_2 \sqrt{\tau_1^2 - \tau_2^2} \quad - \text{площадь сегмента}$$

$$/ \text{ см. рис. I g, } \cos \frac{\psi}{2} = \frac{\tau_2}{\tau_1} \quad /.$$

Ширина подкладки "b<sub>n</sub>" 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, называемое по табл. 6, строка I.

Длину подкладки рекомендуется принимать не менее величины  $\ell_n = \ell + \delta + 7\text{ см}$ , 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 шпунктами. 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.

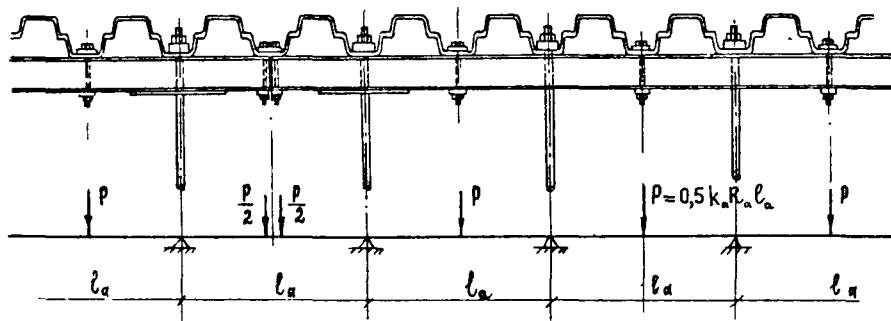
Расчетный момент для подбора сечения связных балок рекомендуется определять по формулам:

в схеме "а"  $- M = 0,09 k_a R_a \ell_a^2 ,$

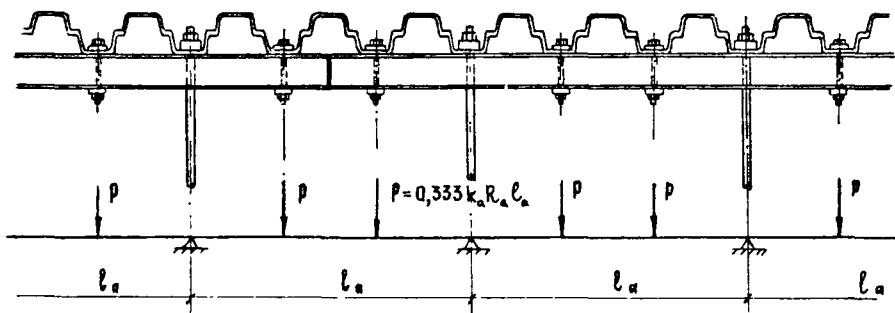
в схеме "б"  $- M = 0,094 k_a R_a \ell_a^2 ,$

в схеме "в"  $- M = 0,105 k_a R_a \ell_a^2 ,$

a)



b)



b)

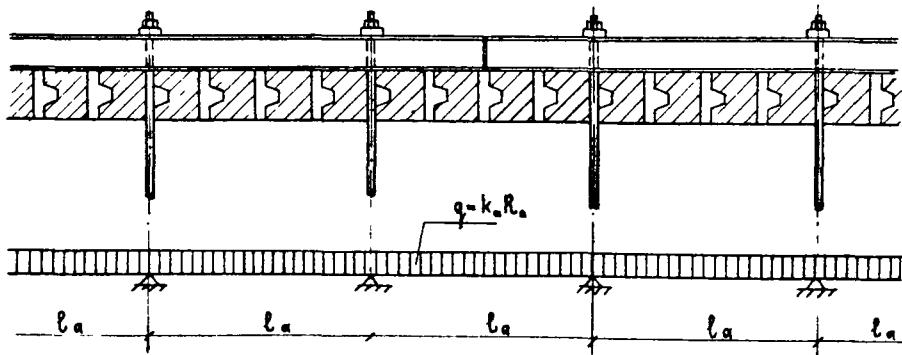


FIG. 2.

где

$k_a$  - коэффициент, учитывающий перераспределение давления на стенку и неравномерность натяжения анкерных тяг, принимаемый равным 1,25 в соответствии с указаниями п. I7.14 "Пособия" к ВСН 3-67, брошюра I, МиФ

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

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

### 3. Болты крепления связных балок.

Болты крепления связных балок к шпунту / см. рис. I 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:

$$\text{в схеме а} \quad - P = 0,5 k_a R_a l_a ,$$

$$\text{в схеме б} \quad - P = 0,333 k_a R_a l_a ,$$

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 концевом участке тяги / от опорной поверхности гайки до опоры на хомут-подвеску /, определяется из формулы.

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

где

$P = k_a l_a$  - 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 концевого участка тяги определяется по формуле

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

где

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

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

$M$  и  $P$  - пояснения приведены выше.

Усилие в наклонной части ветви хомута - подвески определяется по формуле

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

где

$\alpha$  - угол наклона ветви хомута-подвески к горизонту.

Сечение хомута-подвески определяется из формулы

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

### 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.брюкту I, часть I, п.17.14);

$\alpha$  - угол наклона анкерной тяги к горизонту;

$[\sigma]$  - допускаемое 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;
$F_{\text{нр}}$	- площадь сечения элемента нетто;
$W$	- момент сопротивления сечения брутто;
$W_{\text{нр}}$	- момент сопротивления сечения нетто;
$J$	- момент инерции сечения брутто;
$S$	- статический момент брутто сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси;
$\delta$	- 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;
$\varphi$	- коэффициент продольного изгиба;
$\varphi_{\text{н}}$	- коэффициент для проверки устойчивости внерадиально скатых элементов в плоскости действия момента;
$\tau$	- среднее касательное напряжение;
$\sigma$	- максимальное по абсолютной величине краевое напряжение;
$[\sigma]$	- допускаемые напряжения материалов конструкций;
$[\sigma^*]$	- допускаемые напряжения сварных швов;
$[\sigma^{\text{б}}]$	- допускаемые напряжения болтовых соединений.

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

	<i>Стр.</i>
<b>Часть 3 . . . . .</b>	
1. 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
<b>П Р И Л О Ж Е Н И Я :</b>	
I. Рекомендации по применению полуспокойных сталей в морском гидротехническом строительстве . . . . .	21
II. Коэффициенты $\varphi$ продольного изгиба центрально сжатых элементов . . . . .	46
III. Коэффициенты $\varphi_{\alpha}$ для проверки устойчивости внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) слошно-стенчатых стержней из "Стали 3" (с допускаемым напряжением $[\sigma] = 1600$ кг/см <sup>2</sup> ) в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии . . . . .	47
IV. Таблица геометрических характеристик металлического шпунта . . . . .	48
V. Расчет основных деталей соединения стальных элементов конструкций балкеров . . . . .	50
Основные принятые буквенные обозначения . . . . .	58

Ответственный за выпуск И. М. Зимович

Подписано в печать 17/II 1969 г. Тираж 540.  
7,75 печ. л. Заказ 1162. Цена 70 коп.  
ЦБНТИ ММФ  
Москва, А-80, Волоколамское шоссе, дом 14