

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

---

СБОРНИК  
НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ  
МАТЕРИАЛОВ

Книга восьмая



Санкт-Петербург  
1998

В настоящем сборнике помещен Проект новой редакции требований Правил Российского Морского Регистра Судоходства к ледовым усилениям судов ледового плавания и ледоколов (части VII — IX). В основу проекта положены результаты НИР, выполненных под руководством д.т.н. профессора Ф.М. Кацмана при участии сотрудников Центрального научно-исследовательского института имени акад. А.Н. Крылова к.т.н. А.В. Андриюшина, к.т.н. В.А. Меркулова и д.т.н. П.М. Лысенкова. В работе над сборником приняли участие эксперт ГУР к.т.н. А.В. Серов (по частям VII и IX) и главный специалист ГУР К.Ф. Понкратенков (по части VIII).

© Российский Морской Регистр Судоходства, 1998

ISBN 5-89331-024-1

Российский Морской Регистр Судоходства  
**СБОРНИК НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**  
Книга восьмая

Ответственный за выпуск *Е.Б. Мюллер*  
Гл. редактор *Г.В. Шелкова*  
Редактор *Е.Н. Сапоженникова*  
Н/К

---

Подписано в печать 18.11.98 Гарнитура Таймс Уч.-изд. л. 1,6  
Усл. печ. л. 1,8 Формат 60 × 84/16 Заказ 61-И

---

Российский Морской Регистр Судоходства  
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8  
ЛР № 021056 от 03.06.96

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЕКТ НОВОЙ РЕДАКЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА К ЛЕДОВЫМ УСИЛЕНИЯМ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ И ЛЕДОКОЛОВ (ЧАСТИ VII — IX)

#### **Часть VII. Механические установки**

- 1.4 Мощность главных механизмов (пп. 1.4.1, 1.4.2) . . . . . 5  
2.2 Диаметры валов (п. 2.2.5) . . . . . 6  
2.7 Бесшпоночные соединения гребного винта и муфт  
валопровода (табл. 2.7.3-2) . . . . . 8

#### **3 Двигатели . . . . . 8**

- 3.1 Прочные размеры лопастей гребных винтов судов ледового  
плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколов  
категорий ЛЛ6 — ЛЛ9 . . . . . 8

- 3.2 Прочные размеры лопастей гребных винтов судов ледового  
плавания категорий Л1 — Л5 . . . . . 15

- 3.3 Ступица и детали крепления лопасти . . . . . 18

- 3.4 Балансировка винтов . . . . . 20

- 3.5 Винты регулируемого шага . . . . . 21

- 3.6 Гидравлические испытания . . . . . 22

- 4.2 Допускаемые напряжения и моменты  
(пп. 4.2.1.1, 4.2.2.1, 4.2.3) . . . . . 22

- 4.4 Запретные зоны частот вращения (пп. 4.4.2, 4.4.5) . . . . . 25

#### **Часть VIII. Системы и трубопроводы**

- 1.5 Кингстонные и ледовые ящики. Донная и бортовая арматура.  
Отверстия в наружной обшивке (п. 1.5.1) . . . . . 26

- 3.3 Прокладка трубопроводов (п. 3.3.2) . . . . . 27

- 7.1 Вентиляционные каналы и головки, приемные отверстия  
(п. 7.1.7) . . . . . 27

- 11.1 Число воздухохранителей и запас пускового  
воздуха (п. 11.1.3, 11.1.4) . . . . . 27

- 11.2 Компрессоры (п. 11.2.1) . . . . . 28

#### **Часть IX. Механизмы**

- 4.2 Зубчатые передачи (п. 4.2.3.2) . . . . . 28

- 8.1 Общие требования (п. 8.1.8) . . . . . 29

- Приложение. Соответствие категорий ледовых усилений  
новой редакции Правил категориям действующих  
Правил Регистра . . . . . 29*

# ПРОЕКТ НОВОЙ РЕДАКЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА<sup>1</sup> К ЛЕДОВЫМ УСИЛЕНИЯМ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ И ЛЕДОКОЛОВ (ЧАСТИ VII — IX)

---

К Проекту требований Правил Регистра к ледовым усилениям судов ледового плавания и ледоколов (см. Сборник нормативно-методических материалов, книга 7) представлена дополнительно новая редакция текстов следующих пунктов, глав и разделов действующих Правил классификации и постройки морских судов Регистра издания 1995 г.:

по части VII «Механические установки»: пп. 1.4.1, 1.4.2, 2.2.5, табл. 2.7.3-2, разд. 3, пп. 4.2.1.1, 4.2.2.1, 4.2.3, 4.4.2, 4.4.5;

по части VIII «Системы и трубопроводы»: пп. 1.5.1, 3.3.2, 7.1.7, 11.1.3, 11.1.4, 11.2.1;

по части IX «Механизмы»: пп. 4.2.3.2, 8.1.8.

В Проекте сохранена нумерация действующих Правил. Ввиду существенной переработки раздел 3 «Двигатели» части VII «Механические установки» представлен полностью.

Целью настоящей публикации является апробирование новых требований Регистра к ледовым усилениям судов ледового плавания и ледоколов. Новая редакция Правил может быть использована вместо существующих требований Правил только по специальному согласованию с Регистром.

Предложения и замечания по проекту просим высылать по адресу: 191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8, Главное управление Российского Морского Регистра Судоходства.

---

<sup>1</sup> В дальнейшем — Регистр.

## ЧАСТЬ VII. МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

### 1.4 МОЩНОСТЬ ГЛАВНЫХ МЕХАНИЗМОВ

**1.4.1** Мощность главных механизмов ледоколов должна соответствовать их категории согласно 2.2.3.2 части I «Классификация».

Мощность  $P_{\min}$ , кВт, на гребных валах судов ледового плавания категорий Л2 — Л9 должна быть не менее определяемой по формуле

$$P_{\min} = f_1 f_2 f_3 (f_4 \Delta + P_0), \quad (1.4.1)$$

где  $f_1 = 1,0$  — для винтов фиксированного шага;

$f_1 = 0,9$  — для винтов регулируемого шага;

$f_2 = \varphi/200 + 0,675$ , но не более 1,1;

$\varphi$  — угол наклона форштевня (см. 3.10.1.2 части II «Корпус»);

$f_2 = 1,1$  — для бульбообразной формы носовой оконечности судна; произведение

$f_1 f_2$  во всех случаях должно приниматься не менее 0,85;

$f_3 = 1,2B/\sqrt[3]{\Delta}$ , но не менее чем 1,0;

$B$  — ширина судна, м;

$\Delta$  — водоизмещение судна по летнюю грузовую ватерлинию (см. 1.2.1 части III «Устройства, оборудование и снабжение»), т;

при вычислении  $P_{\min}$  для судов ледового плавания категорий Л2 и Л3 величина  $\Delta$  может приниматься не более 80000 т;  $f_4$  и  $P_0$  принимаются по табл. 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Водоизмещение $\Delta$ , т	Величина	Категория ледовых усилений							
		Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9
$\Delta < 30000$	$f_4$	0,18	0,22	0,26	0,3	0,36	0,42	0,47	0,5
	$P_0$ , кВт	0	370	740	2200	3100	4000	5300	7500
$\Delta \geq 30000$	$f_4$	0,11	0,13	0,15	0,2	0,22	0,24	0,25	0,26
	$P_0$ , кВт	2100	3070	4040	5200	7300	9400	11600	14700

Независимо от результатов определения мощности по формуле (1.4.1) минимальная мощность, кВт, должна быть не менее:

10000 — для категории Л9;

7200 — для категории Л8;

5000 — для категории Л7;  
 3500 — для категории Л6;  
 2600 — для категории Л5;  
 1000 — для категории Л4;  
 740 — для категорий Л3, Л2.

В обоснованных случаях минимальные значения мощности могут быть снижены. Эти случаи являются предметом специального рассмотрения Регистром.

**1.4.2** На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л6 — Л9 использование в качестве главных механизмов турбин и ДВС с механической передачей мощности на гребной винт может быть допущено при условии применения устройств, предохраняющих их турбины, редукторы ГТЗА и дизель-редукторные агрегаты от нагрузок, превышающих расчетный крутящий момент, определяемый с учетом эксплуатации этих судов в ледовых условиях в соответствии с требованиями 4.2.3.2 части IX «Механизмы».

## 2.2 ДИАМЕТРЫ ВАЛОВ

### 2.2.5 Диаметры валов ледоколов и судов с ледовыми усилениями.

**2.2.5.1** Для судов ледового плавания и ледоколов расчетные диаметры валов (см. 2.2.1, 2.2.3) должны быть увеличены пропорционально коэффициентам ледового усиления  $k_{\text{лу}}$ , определяемым для промежуточных и упорных валов по формуле (2.2.5.1-1) и для гребных валов по формуле (2.2.5.1-2):

$$k_{\text{лу}}^{\text{п}} = q^3 \sqrt{(\Theta_{\text{д}}/\Theta_{\Sigma})BD^2(n/P)} \geq 1, \quad (2.2.5.1-1)$$

$$k_{\text{лу}}^{\text{г}} = 0,95q^3 \sqrt{BD^2(n/P)} \geq 1, \quad (2.2.5.1-2)$$

где  $P$  — расчетная мощность, кВт;

$n$  — частота вращения гребного винта, об/мин;

$D$  — диаметр гребного винта, м;

$q = 1$  — для валопроводов судов ледового плавания;

$q = 1,1$  и  $1,3$ , — соответственно, для средних и бортовых валопроводов ледоколов;

$\Theta_{\text{д}}/\Theta_{\Sigma}$  — соотношение моментов инерции ротора двигателя с примыкающими элементами  $\Theta_{\text{д}}$  и всей системы в целом  $\Theta_{\Sigma}$ ; при отсутствии данных принимается  $\Theta_{\text{д}}/\Theta_{\Sigma} = 0,6$ ; при использовании в составе силовой установки специальных средств защиты (фрикционных муфт, гидропередач и т. п.)  $\Theta_{\text{д}}/\Theta_{\Sigma} = 0,3$ ;

$B$  — числовой параметр, значения которого в зависимости от ледового класса судна приведены в табл. 2.2.5.1.

Таблица 2.2.5.1

Число- вой пара- метр	Ледовый класс судна													
	Суда ледового плавания								Ледоколы					
	Л1 — Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	ЛЛ5	ЛЛ6	ЛЛ7	ЛЛ8	ЛЛ9	
<i>B</i>	0,8 — 1,0	1,2	1,7	2,4	2,9	3,6	4,1	4,8	≤2,4	3,6	4,8	6,0	≥7,0	

Для гребных валов, не имеющих поверхностного упрочнения, применение легированных сталей не рекомендуется, в случае их использования поправка на материал не учитывается и  $d_m$ , определяемый в соответствии с 2.2.4, принимается равным  $d$ .

Для упрочненных обкатыванием гребных валов коэффициенты ледового усиления могут быть уменьшены и составлять в долях от величины, определяемой формулой (2.2.5.1-2), при фланцевом креплении винта — 0,95, при прессовом креплении винта — 0,85.

Увеличение расчетных диаметров валов не требуется, если  $k_{лв} \leq 1$ .

**2.2.5.2** Диаметры гребных валов ледоколов и судов с ледовыми усилениями (за исключением категории Л1), мм, в районе кормовых подшипников должны, кроме того, удовлетворять следующему условию:

$$d_n \geq a^3 \sqrt{bt^2 R_{мл} / R_{eH}}, \quad (2.2.5.2-1)$$

где  $a$  — коэффициент, равный:

10,8 — при диаметре ступицы винта, равном или меньше 0,25*D*;

11,5 — при диаметре ступицы винта больше 0,25*D* (*D* — диаметр гребного винта);

$b$  — ширина спрямленного цилиндрического сечения лопасти на радиусе 0,25*R* для цельнолитых винтов и 0,35*R* для ВРШ, м;

$t$  — наибольшая фактическая толщина спрямленного цилиндрического сечения лопасти на радиусах, как указано для  $b$ , мм;

$R_{мл}$  — временное сопротивление материала лопасти, МПа;

$R_{eH}$  — верхний предел текучести материала гребного вала, МПа.

**2.2.5.3** В целях снижения нагрузки на дейдвудные подшипники и ее равномерного распределения по длине подшипника допускается применение полых гребных валов с отношением  $\alpha > 0,8$ , определяемым по формуле

$$\alpha = d_{вн} / d_n,$$

где  $d_{вн}$  — диаметр центрального отверстия гребного вала, мм;

$d_n$  — наружный диаметр гребного вала, мм. Наружный диаметр полых валов определяется в соответствии с 2.2.5.1 и увеличивается пропорционально коэффициенту усиления полых валов  $k_n$ , определяемому по табл. 2.2.5.3.

Таблица 2.2.5.3

Коэффициент	$\alpha$					
	0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$k_{п}$	1	1	1,02	1,05	1,1	1,2

Гребные валы с  $\alpha \geq 0,6$  должны быть упрочнены независимо от марки стали.

## 2.7 БЕСШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГРЕБНОГО ВИНТА И МУФТ ВАЛОПРОВОДА

Таблица 2.7.3-2

Соединение	Коэффициент $L$
Винта с валом	Определяется по формуле (2.2.5.1-2) как для коэффициента $k_{л\gamma}^r$
Муфты с валом	Определяется по формуле (2.2.5.1-1) как для коэффициента $k_{л\gamma}^n$

## 3 ДВИЖИТЕЛИ

Конструкция и размеры винтов главных средств активного управления судами должны удовлетворять требованиям настоящего раздела Правил.

Конструкции крыльчатых и водометных движителей являются предметом специального рассмотрения Регистром.

Объем требований к конструкции и размерам винтов вспомогательных САУС может быть уменьшен по согласованию с Регистром.

### 3.1 ПРОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛОПАСТЕЙ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ КАТЕГОРИЙ Л6 — Л9 И ЛЕДОКОЛОВ КАТЕГОРИЙ ЛЛ6 — ЛЛ9

В 3.1.1 — 3.1.3 представлен метод определения прочных размеров лопастей гребных винтов без насадок судов ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколов категорий ЛЛ6 — ЛЛ9.



Определение прочных размеров лопастей вышеуказанных гребных винтов с большими углами саблевидности  $\theta_{skew} \geq 7^\circ$  является предметом специального рассмотрения Регистром.

Настоящий метод регламентирует минимальную толщину лопастей для спрямленных цилиндрических сечений на четырех относительных радиусах:  $\bar{r}_{hub}$ ,  $\bar{r}_1 = \bar{r}_{hub} + 0,05$ ,  $\bar{r} = 0,6$  и  $\bar{r} = 1$  по линии максимальной толщины ( $\bar{r}_{hub}$  — относительный радиус жесткозаделанного корневого сечения в месте пересечения поверхностей лопасти со ступицей или фланцем лопасти). На радиусах  $\bar{r}_{hub}$  и  $\bar{r}_1 = \bar{r}_{hub} + 0,05$  толщина спрямленных корневых сечений регламентируется в трех точках, соответственно, на координатах  $\zeta_{0,6} \cong 0,6(c/2)$ ,  $\zeta_{0,0} = 0,0$  и  $\zeta_{-0,6} = -0,6(c/2)$  (см. рис. 3.1). Толщина жесткозаделанного корневого сечения на относительном радиусе  $\bar{r}_{hub}$  определяется с целью назначения радиуса галтели  $\bar{r}_g$  (радиус галтели  $\bar{r}_g$  определяется в 3.3.1). Толщина кромок лопастей регламентируется для спрямленного цилиндрического сечения  $\bar{r} = 0,8$  на координатах  $\zeta_{0,9} = 0,9(c/2)$  и  $\zeta_{-0,9} = -0,9(c/2)$ .

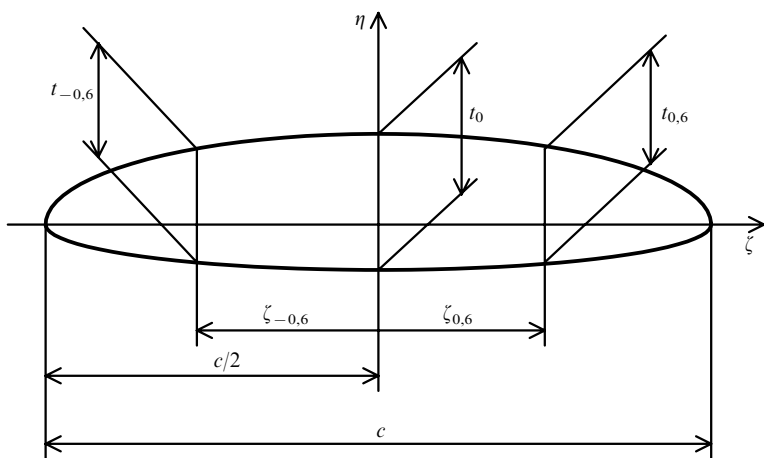


Рис. 3.1  
Корневое сечение лопасти и система координат

### 3.1.1 Расчетные ледовые нагрузки для назначения прочных размеров лопастей гребных винтов судов ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколов категорий ЛЛ6 — ЛЛ9.

В качестве основного расчетного режима для определения ледовых нагрузок с целью назначения прочных размеров лопастей гребных винтов принимается процесс фрезерования льда кромками лопастей. Режимы эксплуатации, когда направление вращения гребного винта не соответствует направлению движения судна, например, реверс, а также движение судна с остановленными гребными винтами должны рассматриваться как нерасчетные.

В качестве основной расчетной нагрузки принимается ледовая осевая сила  $(F_{ice})_{max}$ , действующая на лопасть. Направление  $(F_{ice})_{max}$  противоположно гидродинамическому упору. Точка приложения  $(F_{ice})_{max}$  располагается на относительном радиусе  $\bar{r}=0,8$  на входящей кромке (см. рис. 3.1.1).

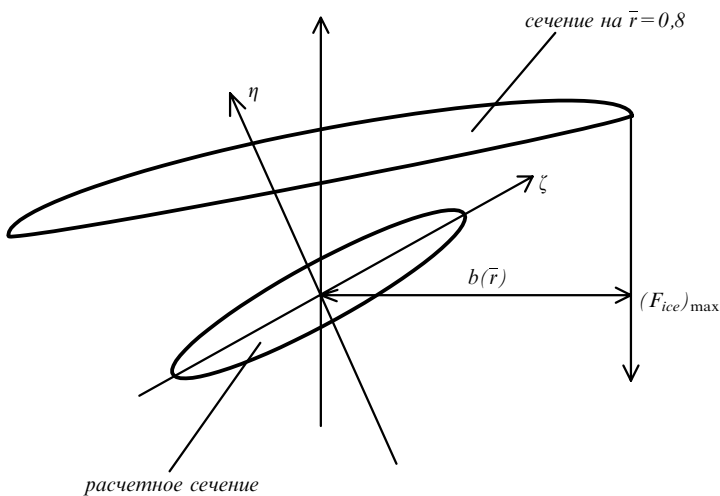


Рис. 3.1.1  
Точка приложения расчетной нагрузки

Ледовая осевая сила  $(F_{ice})_{\max}$  для бортовых гребных винтов определяется по формуле

$$(F_{ice})_{\max} = 45,5 \cdot 10^4 (\Theta/z)^{0,5} D, \text{ Н}; \quad (3.1.1-1)$$

для средних гребных винтов

$$(F_{ice})_{\max} = 34 \cdot 10^4 (\Theta/z)^{0,5} D, \text{ Н}, \quad (3.1.1-2)$$

где  $\Theta$  — дисковое отношение;  
 $z$  — число лопастей;  
 $D$  — диаметр гребного винта, м.

Изгибающий лопасть ледовый момент от  $(F_{ice})_{\max}$  относительно нейтральной оси спрямленного радиального корневого сечения на относительном радиусе  $\bar{r}$  определяется по формуле

$$Q_{bend}(\bar{r}) = (F_{ice})_{\max} \cos(\varphi(\bar{r})) R(0,8 - \bar{r}), \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.1.1-3)$$

где  $\varphi(\bar{r})$  — шаговый угол на относительном радиусе;  
 $R = D/2$  — радиус гребного винта, м.

Скручивающий лопасть ледовый момент от  $(F_{ice})_{\max}$  относительно центра координат спрямленного радиального корневого сечения на относительном радиусе  $\bar{r}$  определяется по формуле

$$Q_{spind}(\bar{r}) = (F_{ice})_{\max} b(\bar{r}), \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.1.1-4)$$

где  $b(\bar{r})$  — расстояние от центра координат корневого сечения на относительном радиусе до линии действия расчетной нагрузки в плоскости спрямленных радиальных сечений, м (см. рис. 3.1.1).

### 3.1.2 Допустимые напряжения для назначения прочных размеров лопастей гребных винтов судов ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколов категорий ЛЛ6 — ЛЛ9.

Прочные размеры лопастей гребных винтов судов ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколов категорий ЛЛ6 — ЛЛ9 назначаются из условия совместного обеспечения усталостной и статической прочности. Поэтому при определении прочных размеров лопастей в соответствии с 3.1.3 в качестве допускаемого напряжения  $\sigma_f$  необходимо использовать наименьшее из допускаемых напряжений по статической и усталостной прочности:

$$\sigma_f = \min[(\sigma_f)_S, (\sigma_f)_-], \quad (3.1.2-1)$$

где  $(\sigma_f)_S$  — допускаемое напряжение из условия статической прочности;  
 $(\sigma_f)_-$  — допускаемое напряжение из условия усталостной прочности.

Для сталей с пределом текучести  $\sigma_T = 500 — 700$  МПа и содержанием углерода менее 1 % допускаемое напряжение из условия статической прочности  $(\sigma_f)_S$  определяется по формуле

$$(\sigma_f)_S = 0,6\sigma_T, \quad (3.1.2-2)$$

где  $\sigma_T$  — предел текучести.

Допускаемое напряжение из условия усталостной прочности  $(\sigma_f)_-$  определяется по формуле

$$(\sigma_f)_- = (1/\bar{T}_{ice})^{1/m} (60/n)^{1/m} \sigma_{-1} \psi(m), \text{ Н}\cdot\text{м}^2, \quad (3.1.2-3)$$

где  $\bar{T}_{ice}$  — относительное время взаимодействия гребных винтов со льдом, определяемое по табл. 3.1.2-1 в зависимости от ледовой категории судна и расположения гребного винта;

$n$  — частота вращения гребного винта при расчетной мощности на швартовах, об/мин;

$\sigma_{-1}$  — условный предел усталости надрезанных образцов в морской воде при количестве циклов нагружения  $N_0 = 5 \cdot 10^7$ , Н·м<sup>2</sup>;

$m$  — константа материала, определяемая по результатам усталостных испытаний надрезанных образцов в морской воде, в соответствии с кривой усталости  $\sigma^m N = \sigma_{-1}^m N_0$ ;

$\psi(m)$  — функция, значения которой определяются по табл. 3.1.2-2.

Таблица 3.1.2-1

**Относительное время взаимодействия гребных винтов со льдом**

Ледовый класс судна				
Суда ледового плавания				Ледоколы
Л6	Л7	Л8	Л9	ЛЛ6 — ЛЛ9
$1,5 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$ — для среднего винта; $22 \cdot 10^{-3}$ — для бортового винта

Таблица 3.1.2-2

**Функция  $\psi(m)$**

$m$	8	10	12
$\psi(m)$	1,646	1,6	1,56

Значение  $\sigma_{-1}$  может также определяться по формуле

$$\sigma_{-1} = \varepsilon(\sigma_{-1})d_0, \quad (3.1.2-4)$$

где  $(\sigma_{-1})_{d_0}$  — условный предел выносливости стандартных гладких образцов в морской воде;

$\varepsilon$  — коэффициент масштабного фактора. Коэффициент масштабного фактора для сталей марок 08X14НДЛ, 08X15Н4ДМЛ принимается равным 0,5.

### 3.1.3 Прочные размеры лопастей гребных винтов судов ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледаколов категорий ЛЛ6 — ЛЛ9.

#### 3.1.3.1 Прочные размеры корневых сечений лопастей.

Минимально допустимая толщина  $t_{0,6}$  на координате  $\zeta_{0,6} \cong 0,6(c/2)$  (см. рис. 3.1) для жесткозаделанного корневого сечения на  $\bar{r}_{hub}$  и для корневого сечения на  $\bar{r}_1 = \bar{r}_{hub} + 0,05$  определяется, соответственно, выражениями:

$$t_{0,6}(\bar{r}_{hub}) = \sqrt{\frac{A(\bar{r}_{hub})}{(\sigma_f + B(\bar{r}_{hub}))}}, \text{ м}; \quad t_{0,6}(\bar{r}_1) = \sqrt{\frac{A(\bar{r}_1)}{(\sigma_f + B(\bar{r}_1))}}, \text{ м}, \quad (3.1.3.1-1)$$

$$\text{где } A(\bar{r}_{hub}) = \left[ \frac{Q_{bend}(\bar{r}_{hub})}{0,118c(\bar{r}_{hub})} + 22 \frac{Q_{spind}(\bar{r}_1)}{R\alpha(\bar{r}_{hub})} \right]; \quad (3.1.3.1-2)$$

$$A(\bar{r}_1) = \left[ \frac{Q_{bend}(\bar{r}_1)}{0,118c(\bar{r}_1)} + 12,3 \frac{Q_{spind}(\bar{r}_2)}{R\alpha(\bar{r}_1)} \right];$$

$$B(\bar{r}_{hub}) = \frac{33,9Q_{spind}(\bar{r}_1)}{Rc(\bar{r}_1)^2}; \quad B(\bar{r}_1) = \frac{16,95Q_{spind}(\bar{r}_2)}{Rc(\bar{r}_2)^2}; \quad (3.1.3.1-3)$$

$$\alpha(\bar{r}_1) = \frac{Q_{bend}(\bar{r}_2)}{Q_{bend}(\bar{r}_1)} \frac{c(\bar{r}_1)}{c(\bar{r}_2)}; \quad (3.1.3.1-4)$$

$$\alpha(\bar{r}_{hub}) = \frac{Q_{bend}(\bar{r}_1)}{Q_{bend}(\bar{r}_{hub})} \frac{c(\bar{r}_{hub})}{c(\bar{r}_1)};$$

$R = D/2$  — радиус гребного винта, м;

$c(\bar{r})$  — ширина спрямленного сечения лопасти на относительном радиусе  $\bar{r}$ , м;

$\bar{r}_{hub}$  — относительный радиус жесткозаделанного корневого сечения;  $\bar{r}_1 = \bar{r}_{hub} + 0,05$ ;

$\bar{r}_2 = \bar{r}_1 + 0,05$ ;

$Q_{bend}(\bar{r})$  — изгибающий лопасть ледовый момент относительно нейтральной оси спрямленного корневого сечения на относительном радиусе  $\bar{r}$ , Н·м, определяемый по формуле (3.1.1-3);

$Q_{spind}(\bar{r})$  — скручивающий лопасть ледовый момент относительно центра координат корневого сечения на относительном радиусе  $\bar{r}$ , Н·м, определяемый по формуле (3.1.1-4);

$\varphi(\bar{r})$  — шаговый угол на относительном радиусе  $\bar{r}$ ;

$b(\bar{r})$  — расстояние от центра координат корневого сечения на относительном радиусе до линии действия расчетной нагрузки в плоскости спрямленных радиальных сечений, м (см. рис.3.1.1);

$(F_{ice})_{\max}$  — расчетная осевая ледовая сила, Н, определяемая по формулам (3.1.1-1), (3.1.1-2);

$\sigma_f$  — допустимое напряжение, Н/м<sup>2</sup>, определяемое по формуле (3.1.2-1).

Максимальная толщина корневого сечения  $t_0$  на координате  $\zeta_{0,0}=0,0$  (см. рис. 3.1) должна быть не менее определяемой по формуле

$$t_0 = 1,19t_{0,6}, \text{ м.} \quad (3.1.3.1-5)$$

Толщина корневого сечения  $t_{-0,6}$ , соответствующая координате  $\zeta_{-0,6} = -0,6(c/2)$ , (см. рис. 3.1) должна быть не менее определяемой по формуле

$$t_{-0,6} = 0,75t_0, \text{ м.} \quad (3.1.3.1-6)$$

**3.1.3.2** Толщина периферийного сечения лопасти на относительном радиусе  $\bar{r} = 0,6$ .

Максимальная толщина  $t_0(\bar{r} = 0,6)$  спрямленного сечения на  $\bar{r} = 0,6$  должна быть не менее определяемой по формуле

$$t_0(\bar{r} = 0,6) = \left[ \frac{(F_{ice})_{\max} \cos(\varphi(\bar{r} = 0,8)) \sqrt{(0,2R)^2 + 0,25c^2(\bar{r} = 0,8)}}{\mu \sigma_f \sqrt{R^2(1 - \bar{r}_{hub})^2 + 0,25c^2(\bar{r}_{hub})}} \right]^{0,5}, \text{ м,} \quad (3.1.3.2-1)$$

где  $c(\bar{r})$  — ширина спрямленного сечения лопасти на  $\bar{r}$ , м;

$\mu = 0,123$ ;

$\sigma_f$  — допустимое напряжение, Н/м<sup>2</sup>, определяемое по формуле (3.1.2-1).

**3.1.3.3** Толщина кромок лопасти на радиусах  $\bar{r} = 1$ ,  $\bar{r} = 0,8$ .

Толщина концевых кромок лопастей  $t_{tip}$  на радиусе  $\bar{r} = 1$  должна быть не менее определяемой по табл. 3.1.3.3.

Таблица 3.1.3.3

**Толщина кромок на радиусе  $\bar{r} = 1$**

Ледовый класс судна				
Суда ледового плавания				Ледоколы
Л6	Л7	Л8	Л9	ЛЛ6 — ЛЛ9
0,006D	$t_{tip} = 0,22t_0(\bar{r} = 0,6)$	$t_{tip} = 0,24t_0(\bar{r} = 0,6)$	$t_{tip} = 0,255t_0(\bar{r} = 0,6)$	$t_{tip} = 0,27t_0(\bar{r} = 0,6)$

Толщина кромок  $t_{0,9}(\bar{r}=0,8)$ ,  $t_{-0,9}(\bar{r}=0,8)$  для спрямленного сечения  $\bar{r}=0,8$ , соответственно, на координатах  $\zeta_{0,9}=0,9(c/2)$  и  $\zeta_{-0,9}=-0,9(c/2)$  должна быть не менее определяемой по формулам

$$t_{0,9}=0,5t_0(\bar{r}=0,8), \quad t_{-0,9}=0,5t_0(\bar{r}=0,8), \quad (3.1.3.3-1)$$

где  $t_0(\bar{r}=0,8)$  — максимальная толщина спрямленного сечения на  $\bar{r}=0,8$ .

Толщина  $t_0(\bar{r}=0,8)$  определяется из графика распределения максимальных толщин по радиусу гребного винта. График распределения максимальных толщин по радиусу строится по трем соответствующим значениям для  $\bar{r}_1=\bar{r}_{hub}+0,05$ ,  $\bar{r}=0,6$  и  $\bar{r}=1$ .

**3.1.4** Толщины лопасти, определенные согласно 3.1.1 — 3.1.3, в случае применения специального профиля лопасти могут быть уменьшены при условии представления Регистру подробных расчетов прочности.

**3.1.5** При использовании на судах ледового плавания категорий Л6 — Л9 и ледоколах специальных конструкторских решений (новых форм обводов, элементов ледовой защиты движительного комплекса), направленных на снижение интенсивности воздействия льда на гребной винт, толщины лопасти, определенные согласно 3.1.1 — 3.1.4, могут быть уменьшены при условии представления Регистру подробных расчетов ледовых нагрузок и прочности. В этом случае расчетные ледовые нагрузки и частота их воздействия должны определяться по результатам испытаний самоходных моделей в ледовом опытовом бассейне.

## **3.2 ПРОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛОПАСТЕЙ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ КАТЕГОРИЙ Л1 — Л5**

**3.2.1** Толщина лопасти гребного винта проверяется в расчетном корневом сечении и в сечении на радиусе  $r=0,6R$ , где  $R$  — радиус винта. Расчетное корневое сечение принимается:

для цельнолитых винтов — на радиусе  $0,2R$ , если радиус ступицы меньше  $0,2R$ , и на радиусе  $0,25R$ , если радиус ступицы больше или равен  $0,2R$ ;

для винтов со съемными лопастями — на радиусе  $0,3R$ , при этом значения коэффициентов  $A$  и  $c$  принимаются для  $r=0,25R$ ;

для ВРШ — на радиусе  $0,35R$ .

Примечание. Толщина лопасти в расчетном сечении определяется без учета галтелей.

Наибольшая толщина  $t$  спрямленного цилиндрического сечения лопасти цельнолитых, сборных винтов и ВРШ, мм, должна быть не менее определяемой по формуле

$$t = 9,8 \left[ A \sqrt{\frac{0,14kP}{zb\sigma n}} + c \frac{m}{\sigma} \left( \frac{Dn}{300} \right)^2 \right], \quad (3.2.1)$$

где  $A$  — коэффициент, определяемый по номограмме на рис. 3.2.1 в зависимости от относительного радиуса  $r/R$  расчетного сечения и шагового отношения  $H/D$  на этом радиусе (для ВРШ принимается шаговое отношение, соответствующее ее основному проектному режиму);

$k$  — коэффициент, определяемый по табл. 3.2.1-1;

$P$  — мощность на гребном валу при расчетной мощности главных механизмов, кВт;

$z$  — число лопастей винта;

$b$  — ширина спрямленного цилиндрического сечения лопасти на расчетном радиусе, м;

$\sigma = 0,6R_{мл} + 175$  МПа, но не более 570 МПа для стали и не более 610 МПа для медных сплавов;

$R_{мл}$  — временное сопротивление материала лопасти, МПа;

$n$  — частота вращения винта при расчетной мощности, об/мин;

$c$  — коэффициент центробежных напряжений, определяемый по табл. 3.2.1-2;

$m$  — уклон лопасти, мм;

$D$  — диаметр винта, м.

Таблица 3.2.1-1

**Коэффициент  $k$**

Суда без ледовых усилений	Суда с ледовыми усилениями			
	Л1, Л2	Л3	Л4	Л5
8	9	10	11,2	12,5
<p>Примечания: 1. Если на судне установлены поршневые двигатели с числом цилиндров менее четырех, коэффициент <math>k</math> должен быть увеличен на 7 %.</p> <p>2. Для установок с поршневыми двигателями, оборудованных гидравлическими или электромагнитными муфтами, коэффициент <math>k</math> может быть уменьшен на 5 %.</p> <p>3. Для бортовых винтов судов без ледовых усилений и с ледовыми усилениями категорий Л1 и Л2 коэффициент <math>k</math> может быть уменьшен на 7 %.</p>				

Таблица 3.2.1-2

**Коэффициент  $c$**

$r/R$	$c$
0,20	0,50
0,25	0,45
0,35	0,30
0,60	0



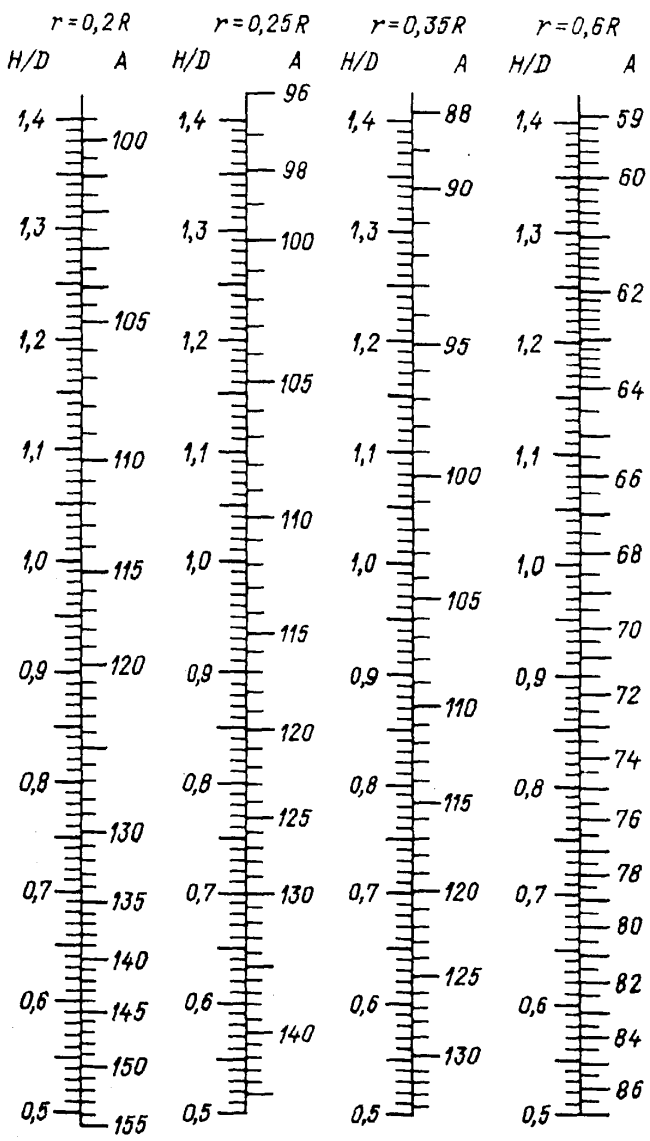


Рис. 3.2.1

Отверстия для деталей крепления съемных лопастей гребных винтов и лопастей ВРШ не должны уменьшать расчетное корневое сечение лопасти.

Для судов смешанного (река-море) плавания и судов ограниченных районов плавания II и III толщина лопастей может быть уменьшена на 5 %.

**3.2.2** Толщина концевых кромок лопастей на радиусе  $D/2$  должна быть не менее  $0,005D$  (для судов без ледовых усилений —  $0,0035D$ ).

Толщина входящих и выходящих кромок лопастей, измеренная на расстоянии  $0,05$  ширины сечения от кромок, должна быть не менее 50 % толщины концевой кромки лопасти.

**3.2.3** Толщина лопасти, определенная согласно 3.2.1 и 3.2.2, в обоснованных случаях (например, при применении специального профиля лопасти) может быть уменьшена при условии представления Регистру подробных расчетов прочности.

**3.2.4** Толщина лопасти с несимметричным контуром нормальной проекции и большой откидкой ( $\theta > 25^\circ$ ) проверяется в соответствии с требованиями 3.2.1. Дополнительно толщина лопасти на радиусе  $0,6R$  на расстоянии  $0,8$  ширины сечения  $b$  должна быть не менее определяемой по формуле

$$t_k = 0,4t(1 + 0,064\sqrt{\theta - 25}), \quad (3.2.4)$$

где  $t$  — определяется на радиусе  $0,6R$  по формуле (3.2.1);

$\theta$  — угол, град, равный наибольшему из углов  $\theta_1$  или  $\theta_2$  (см. рис. 3.2.4).

Если плавность профиля сечения лопасти на радиусе  $0,6R$  при обязательном удовлетворении требований к минимальной толщине вблизи задней кромки (на  $0,8b$ ) не обеспечивается, увеличивается толщина  $t$  на радиусе  $0,6R$ .

### 3.3 СТУПИЦА И ДЕТАЛИ КРЕПЛЕНИЯ ЛОПАСТИ

**3.3.1** Радиус галтелей  $r_g$  перехода лопасти в ступицу должен быть не менее определяемого по формуле

$$r_g = 0,8t_0(r_{hub}), \quad (3.3.1)$$

где  $t_0(r_{hub})$  — толщина жесткозаделанного корневого сечения на ступице.

Допускается плавный переход лопасти в ступицу переменным радиусом.

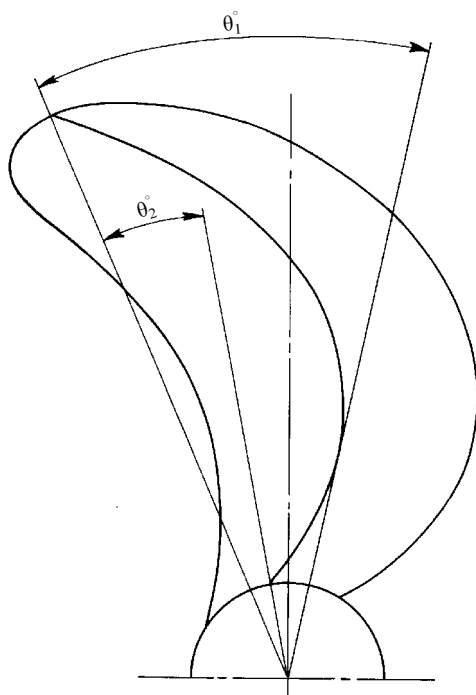


Рис. 3.2.4:

$\theta_1^\circ$  — угол между радиусом, проведенным через середину концевое сечения лопасти, и радиусом, касательным к средней линии;

$\theta_2^\circ$  — угол между радиусами, проведенными через середину концевое и корневого сечений лопасти

**3.3.2** Диаметр болтов (шпилек), крепящих лопасти к ступице винта, или внутренний диаметр резьбы этих болтов (шпилек), в зависимости от того, что меньше, должен быть не менее определяемого по формуле

$$D_{\text{ш}} = kt \sqrt{\frac{bR_{\text{мд}}}{dR_{\text{мб}}}}, \quad (3.3.2)$$

где  $k=0,33$  — при трех шпильках со стороны нагнетательной поверхности;

0,30 — при четырех шпильках со стороны нагнетательной поверхности;

0,28 — при пяти шпильках со стороны нагнетательной поверхности;

- $t$  — наибольшая фактическая толщина лопасти в расчетном корневом сечении, мм;  
 $b$  — ширина спрямленного цилиндрического сечения лопасти в расчетном корневом сечении, м;  
 $R_{мл}$  — временное сопротивление материала лопастей, МПа;  
 $R_{мб}$  — временное сопротивление материала болтов (шпилек), МПа;  
 $d$  — диаметр окружности расположения центров шпилек; при расположении шпилек не по окружности  $d=0,85l$  ( $l$  — расстояние между наиболее удаленными шпильками), м.

**3.3.3** В ступице гребного винта должны быть выполнены отверстия для заполнения свободных полостей между ступицей и конусом вала инертной, в отношении коррозионного воздействия, массой; заполнению такой массой подлежит также полость под обтекателем.

**3.3.4** Детали стопорения болтов (гаек) крепления лопастей сборных гребных винтов судов с ледовыми усилениями должны быть утоплены во фланец лопасти.

## 3.4 БАЛАНСИРОВКА ВИНТОВ

**3.4.1** Окончательно обработанный винт должен быть статически отбалансирован.

Степень балансировки должна быть проверена контрольным грузом, при подвешивании которого на конец каждой горизонтально расположенной лопасти винт должен начать вращение. Масса контрольного груза должна быть не больше определяемой по формуле

$$m \leq km_{\text{в}}/R, \quad (3.4.1)$$

где  $m$  — масса контрольного груза, кг;

$m_{\text{в}}$  — масса винта, т;

$R$  — радиус винта, м;

$k = 0,75$  при  $n \leq 200$ ;

$0,5$  при  $200 < n \leq 500$ ;

$0,25$  при  $n > 500$ ;

$n$  — расчетная частота вращения винта, об/мин.

При массе винта более 10 т коэффициент  $k$  должен приниматься не более 0,5 независимо от частоты вращения винта.

### 3.5 ВИНТЫ РЕГУЛИРУЕМОГО ШАГА

**3.5.1** Силовая система гидравлики ВРШ должна оборудоваться двумя насосами с одинаковой подачей — основным и резервным, — один из которых может быть приводным от главных механизмов. Приводной насос должен обеспечивать перекладку лопастей на всех режимах работы главных механизмов.

При числе насосов более двух их подача должна выбираться из условия, что при выходе из строя любого насоса суммарная подача оставшихся насосов должна обеспечивать время перекладки лопастей не более указанного в 3.5.5.

На судах, имеющих два ВРШ, может быть предусмотрен один независимый резервный насос для обоих винтов.

**3.5.2** Механизм изменения шага должен быть выполнен таким образом, чтобы при выходе из строя силовой системы гидравлики имелась возможность установки лопастей в положение «передний ход».

На многовальных судах, кроме ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л5 — Л9, указанное требование может не выполняться.

**3.5.3** На судах с ВРШ, на которых по условиям эксплуатации возможна перегрузка главного двигателя, рекомендуется применять устройства, автоматически предохраняющие главный двигатель от перегрузки.

**3.5.4** Силовая система гидравлики должна выполняться согласно требованиям, указанным в разделе 7 части IX «Механизмы», а трубопроводы этой системы должны испытываться согласно указанию раздела 15 части VIII «Системы и трубопроводы».

**3.5.5** Время перекладки лопастей ВРШ из положения «полный передний ход» в положение «полный задний ход» при неработающих их главных механизмах не должно превышать 20 с для винтов диаметром до 2 м и 30 с для винтов диаметром свыше 2 м.

**3.5.6** В гравитационных системах смазки ВРШ напорные цистерны должны располагаться выше самой высокой грузовой ватерлинии и должны оборудоваться указателями уровня и сигнализацией нижнего уровня.

## 3.6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

**3.6.1** Уплотнения конуса и кожуха фланца гребного вала после установки винта должны быть испытаны давлением не менее 0,2 МПа. Если указанные уплотнения находятся под давлением масла из дейдвудной трубы или ступицы винта, они должны быть испытаны вместе с дейдвудными уплотнениями или ступицей гребного винта.

**3.6.2** Ступица ВРШ после сборки лопастей должна испытываться внутренним давлением, равным высоте столба рабочего уровня масла в напорной цистерне, или давлением, создаваемым насосом, действующим в системе смазки ступицы.

Как правило, испытание должно производиться при перекладке лопастей.

## 4.2 ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И МОМЕНТЫ

**4.2.1.1** В зонах частот вращения  $(0,7-1,05)n_p$  для коленчатых валов главных двигателей ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 и  $(0,9-1,05)n_p$  для коленчатых валов главных двигателей прочих судов и коленчатых валов двигателей, работающих на генераторы и другие вспомогательные механизмы ответственного назначения, суммарные напряжения от крутильных колебаний при длительной работе не должны превышать величины, определяемой по формулам:

при расчете коленчатого вала в соответствии с требованиями 2.4.5 части IX «Механизмы»

$$\tau_1 = \pm \tau_n; \quad (4.2.1.1-1)$$

при расчете коленчатого вала другим методом

$$\tau_1 = \pm 0,76 \frac{R_m + 160}{18} C_d; \quad (4.2.1.1-2)$$

в зонах частот вращения ниже указанных

$$\tau_1 = \pm \frac{\tau_n [3 - 2(n/n_p)^2]}{1,38}; \quad (4.2.1.1-3)$$

или

$$\tau_1 = \pm 0,55 \frac{R_m + 160}{18} C_d [3 - 2(n/n_p)^2]. \quad (4.2.1.1-4)$$

Здесь  $\tau_1$  — допускаемые напряжения, МПа;

$\tau_n$  — максимальное переменное напряжение кручения, определенное при расчете коленчатого вала;

$R_m$  — временное сопротивление материала вала, МПа. При применении материала с временным сопротивлением более 800 МПа в расчетах следует принимать  $R_m = 800$  МПа;

$n$  — исследуемая частота вращения, об/мин. Для буксиров, рыболовных траулеров и других судов, у которых главные двигатели длительно эксплуатируются с максимальным крутящим моментом при частотах ниже расчетных во всем рабочем диапазоне, следует принимать  $n = n_p$  и пользоваться формулами (4.2.1.1-1) и (4.2.1.1-2). Для главных дизель-генераторов судов с электродвижением в качестве  $n$  следует принимать поочередно все спецификационные режимы  $n_p$  и в каждом из диапазонов  $(0,9 - 1,05)n_p$  для частичных нагрузок пользоваться формулами (4.2.1.1-3) и (4.2.1.1-4);

$n_p$  — расчетная частота вращения, об/мин;

$C_d = 0,35 + 0,93d^{-0,2}$  — масштабный коэффициент;

$d$  — диаметр вала, мм.

**4.2.2.1** Суммарные напряжения от крутильных колебаний при длительной работе не должны превышать величины, определяемой по формулам:

в зонах частот вращения  $(0,7 - 1,05)n_p$  — для валов ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 и  $(0,9 - 1,05)n_p$  — для валов прочих судов и валов генераторов

$$\tau_1 = \pm 1,38 \frac{R_m + 160}{18} C_k C_d; \quad (4.2.2.1-1)$$

в зонах частот вращения ниже указанных

$$\tau_1 = \pm \frac{R_m + 160}{18} C_k C_d [3 - 2(n/n_p)^2], \quad (4.2.2.1-2)$$

где  $R_m$  — временное сопротивление материала вала, МПа. При применении материала промежуточного и упорного валов с временным сопротивлением более 800 МПа и гребного вала — более 600 МПа в расчетах следует принимать  $R_m = 800$  МПа и  $R_m = 600$  МПа, соответственно;

$C_k$  — коэффициент, определяемый по табл. 4.2.2.1;

$C_d$  — см. 4.2.1.1.

Таблица 4.2.1

Коэффициент  $C_k$ 

Конструктивный тип валов		$C_k$
Промежуточный вал, упорный вал выносного упорного подшипника вне района подшипника качения или гребня подшипника скольжения, вал генератора	с цельноковаными фланцами или при бесшпоночном соединении	1,0
	с радиальным или поперечным отверстием (см. 2.2.7)	0,70
	со шпоночным пазом (см. 2.2.9)	0,60
	с продольным вырезом длиной $L \leq 1,4d$ , шириной $b \leq 0,2d$ , где $d$ — расчетный диаметр вала, мм (см. 2.2.8)	$0,70 - 0,25 \times L/d$
Упорный вал в районе гребня или упорного подшипника качения (см. 2.2.2)		0,85
Гребной вал	носовые участки ( $k = 1,15$ — см. 2.2.3)	0,72
	участки в районе кормового дейдвудного подшипника и гребного винта ( $k = 1,22$ ; $k = 1,26$ — см. 2.2.3)	0,55

**4.2.3 Редукторы.**

**4.2.3.1** Переменный момент в любой ступени редуктора при длительной работе и быстром проходе не должен превышать допускаемых значений, установленных изготовителем для указанных режимов.

**4.2.3.2** При отсутствии указанных в 4.2.3.1 данных переменный момент в любой ступени редуктора должен удовлетворять следующим условиям:

при длительной работе:

**1** в зонах частот вращения  $(0,7 - 1,05)n_p$  — для главных энергетических установок ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 и  $(0,9 - 1,05)n_p$  — для прочих судов

$$M_{\text{пер}} \leq 0,3M_{\text{ном}}; \quad (4.2.3.1-1)$$

**2** в зонах частот вращения ниже указанных допускаемый переменный момент является предметом специального рассмотрения Регистром, но в любом случае

$$M_{\text{пер}} \leq 1,3M_{\text{ном}} - M. \quad (4.2.3.1-2)$$

Здесь  $M_{\text{ном}}$  — средний крутящий момент в рассматриваемой ступени на номинальной частоте вращения, Н·м;

$M$  — средний крутящий момент на рассматриваемой частоте вращения, Н·м.



При быстром проходе значение переменного момента является предметом специального рассмотрения Регистром.

#### 4.4 ЗАПРЕТНЫЕ ЗОНЫ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ

**4.4.2** Запретные зоны не допускаются для частот вращения:

$n \geq 0,7n_p$  — для ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9;

$n \geq 0,9n_p$  — для прочих судов;

$n = (0,9 - 1,05)n_p$  — для дизель-генераторов и других дизельных вспомогательных установок ответственного назначения. Для главных дизель-генераторов судов с электродвижением в качестве  $n_p$  следует принимать поочередно все фиксированные частоты вращения, соответствующие спецификационным режимам частичных нагрузок.

На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л7 — Л9 с ВФШ рекомендуется избегать резонансов лопастной частоты в диапазоне  $(0,5 - 0,8)n_p$ .

**4.4.5** Использование демпферов или антивибраторов для исключения запретных зон в диапазоне частот вращения главного двигателя  $(0,7 - 1,05)n_p$  для ледоколов и судов с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 и  $(0,9 - 1,05)n_p$  для прочих судов и дизель-генераторов является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

## **ЧАСТЬ VIII. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ**

### **1.5 КИНГСТОННЫЕ И ЛЕДОВЫЕ ЯЩИКИ. ДОННАЯ И БОРТОВАЯ АРМАТУРА. ОТВЕРСТИЯ В НАРУЖНОЙ ОБШИВКЕ**

#### **1.5.1 Кингстонные и ледовые ящики.**

**1.5.1.1** На судах с ледовыми усилениями категорий Л4 и Л5 один из кингстонных ящиков должен быть ледовым. На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л6 — Л9 по крайней мере два кингстонных ящика должны быть ледовыми.

На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 конструкция ледовых ящиков должна обеспечивать эффективное отделение льда и удаление воздуха для обеспечения надежной работы системы забортной воды.

Приемная и отливная арматура забортной воды кингстонных или ледовых ящиков должна размещаться непосредственно на них.

**1.5.1.2** На ледоколах и судах с ледовыми усилениями кингстонные и ледовые ящики, а также бортовая арматура, устанавливаемая выше грузовой ватерлинии, должны оборудоваться обогревом. Для этой цели следует предусматривать:

для ледовых и кингстонных ящиков — рециркуляцию охлаждающей воды;

для бортовой арматуры — подвод греющей среды через невозвратно-запорный клапан. Конструкция устройства обогрева должна исключать повреждение бортовой арматуры и наружной обшивки корпуса судна в случае размораживания.

Для ледового ящика трубы рециркуляции охлаждающей воды должны подводиться в верхнюю и нижнюю части ящика, при этом общая площадь сечения этих труб должна быть не менее сечения отливной магистрали охлаждающей воды.

Для кингстонных ящиков диаметр трубы рециркуляции охлаждающей воды должен быть не менее 0,85 диаметра отливной магистрали.

**1.5.1.3** Должна быть предусмотрена возможность доступа внутрь ящиков через съемные решетки или горловины. Если горловина предусмотрена на ледовых ящиках, она должна размещаться выше самой высокой ватерлинии.

### **3.3 ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ**

**3.3.2** На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л4 — Л9 форпик, ахтерпик и бортовые цистерны в составе корпуса, предназначенные для воды и расположенные выше ватерлинии, а также в районе грузовых трюмов, должны оборудоваться обогревом. Рекомендуется обогрев междудонных балластных цистерн, расположенных в районе грузовых трюмов.

#### **7.1 ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И ГОЛОВКИ, ПРИЕМНЫЕ ОТВЕРСТИЯ**

**7.1.7** Вентиляционные головки приточной вентиляции, а также приемные отверстия системы вентиляции должны располагаться в таких частях судна, где вероятность забора воздуха, загрязненного газами, парами нефтепродуктов и т.п., была бы сведена к минимуму, и исключалась бы возможность попадания забортной воды в вентиляционные каналы.

На ледоколах и судах с ледовыми усилениями категорий Л6 — Л9 каналы приема воздуха должны быть защищены от попадания в них снега. Рекомендуется воздухозаборные устройства размещать с обоих бортов и оборудовать обогревом.

#### **11.1 ЧИСЛО ВОЗДУХОХРАНИТЕЛЕЙ И ЗАПАС ПУСКОВОГО ВОЗДУХА**

**11.1.3** Запас сжатого воздуха во всех воздухохранителях, предназначенный для пуска и реверсирования главных двигателей, должен обеспечивать не менее 12 пусков попеременно на передний и задний ход каждого двигателя, подготовленного к действию, но не работавшего, а также действие систем управления двигателями.

Для судов с ледовыми усилениями категорий Л6 — Л9 и ледоколов общий запас пускового воздуха является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

**11.1.4** Общий запас сжатого воздуха для пуска главных двигателей без нагрузки должен быть достаточным для выполнения не менее шести пусков каждого двигателя, подготовленного к действию, но не работавшего, а при наличии более двух двигателей — не менее трех пусков каждого двигателя. При этом также должна обеспечиваться работа систем управления двигателями.

## 11.2 КОМПРЕССОРЫ

**11.2.1** Число основных компрессоров на судах должно быть не менее двух. Общая подача основных компрессоров должна быть достаточной для заполнения в течение 1 ч воздухохранителей для пуска главных двигателей, начиная от атмосферного давления и до рабочего давления, необходимого для выполнения числа пусков и маневров, указанных в 11.1.3 и 11.1.4, с учетом расхода воздуха на тифон и хозяйственные нужды в соответствии с 11.1.6. Для судов, главные двигатели которых пускаются без нагрузки, один из основных компрессоров может быть навешенным. подача основных компрессоров должна быть приблизительно одинаковой.

Для судов с ледовыми усилениями категорий Л6 — Л9 с реверсивными двигателями и ледоколов число и подача компрессоров являются в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

## ЧАСТЬ IX. МЕХАНИЗМЫ

### 4.2 ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

**4.2.3.2** Для судов ледового класса валы, шестерни и зубчатые колеса главных зубчатых передач должны быть рассчитаны на вращающие моменты  $T = K'_A T_1$ , при этом  $K'_A$  определяется по формуле

$$K'_A = 1 + \frac{M_{ice} \Theta_d}{T_B \Theta_\Sigma},$$

где  $T_B$  — вращающий момент, передаваемый гребному винту при максимальной длительно действующей нагрузке, кН·м;

$\Theta_\Sigma$  — момент инерции вращающихся масс двигательного комплекса (винт — валопровод — редуктор — двигатель), приведенный к частоте вращения вала двигателя;

$\Theta_d$  — приведенный момент инерции вращающихся масс элементов системы, непосредственно связанных с валом двигателя;

$M_{ice}$  — момент сопротивления льда вращению гребного винта, кН·м, определяемый по формуле  $M_{ice} = 9,55BD^2$  ( $D$  — диаметр винта, м;  $B$  — см. табл. 2.2.5.1 части VII «Механические установки» настоящего издания).

## 8.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**8.1.8** Для ГТД судов, имеющих ледовые усиления категорий Л4 — Л9, должны выполняться требования 1.4.2 части VII «Механические установки»; если это не выполнимо, нагрузки на узлы, передающие мощность от ГТД к движителю, должны согласовываться с Регистром.

### ПРИЛОЖЕНИЕ

#### Соответствие категорий ледовых усилений новой редакции Правил категориям действующих Правил Регистра

Новая редакция Правил	Правила Регистра издания 1995 г.
Суда ледового плавания	
Л1	~Л4
Л2	~Л3
Л3	~Л2
Л4	~Л1
Л5	УЛ
Л6	
Л7	УЛА
Л8	
Л9	
Ледоколы	
ЛЛ6	ЛЛ4
ЛЛ7	ЛЛ3
ЛЛ8	ЛЛ2
ЛЛ9	ЛЛ1