



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

УВЕДОМЛЕНИЕ О СРОЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ № 311-05-2029

от 27.08.2024

Дата вступления в силу:

С момента опубликования

Касательно: изменений к Правилам классификации и постройки морских судов, НД № 2-020101-174 (часть III «Устройства, оборудование и снабжение»)

Внесены изменения в связи с вступлением в силу унифицированного требования МАКО S21 (Rev.5 May 2023) касательно оценки размеров люковых крышек, комингсов люков и устройств закрытия грузовых трюмов судов.

Указания по применению:

Применять положения настоящего уведомления при рассмотрении и одобрении технической документации на суда, контракт на постройку или переоборудование которых был заключен 01.07.2024 или после этой даты, при отсутствии контракта — при рассмотрении и одобрении технической документации на суда, заявка на рассмотрение которой поступила 01.07.2024 или после этой даты.

Генеральный директор

С.А. Куликов

Исполнитель: Д.В. Калинин

311

(+7 (812) 312-11-00

**ИЗМЕНЕНИЯ
К ПРАВИЛАМ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ**

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

ЧАСТЬ III. УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЕ И СНАБЖЕНИЕ (01.07.2024)

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Глава 7.10	Суда Грузовые люки сухогрузных трюмов	Внесены изменения в соответствии с вступившей в силу ревизией унифицированного требования МАКО	УТ МАКО S21 (Rev.5 May 2023) Дата вступления в силу: 27.08.2024
Глава 7.13 (удалена)	Навалочные суда, рудовозы и комбинированные суда Закрытия грузовых люков	Исключены требования, вошедшие в главу 7.10, в соответствии с вступившей в силу ревизией унифицированного требования МАКО. Нумерация существующих глав 7.14 и 7.15 изменена на 7.13 и 7.14 соответственно	УТ МАКО S21 (Rev.5 May 2023) Дата вступления в силу: 27.08.2024

ЧАСТЬ III. УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЕ И СНАБЖЕНИЕ

7 УСТРОЙСТВО И ЗАКРЫТИЕ ОТВЕРСТИЙ В КОРПУСЕ, НАДСТРОЙКАХ И РУБКАХ

7.10 ГРУЗОВЫЕ ЛЮКИ СУХОГРУЗНЫХ ТРЮМОВ

Глава 7.10 заменяется следующим текстом:

«7.10.1 Общие положения.

Отверстия в палубах, через которые производится погрузка и выгрузка грузов или судовых запасов, должны быть защищены прочными люками. Если эти люки располагаются в районах 1 и 2, их закрытия должны быть также непроницаемыми при воздействии моря. Непроницаемость должна быть обеспечена одним из следующих двух способов:

- .1 с помощью брезентов и устройств для их закрепления;
- .2 с помощью непроницаемых при воздействии моря закрытий из стали или другого эквивалентного материала с резиновыми или другими подходящими уплотнительными прокладками и устройствами для задрания.

Требования настоящей главы применяются ко всем люковым закрытиям грузовых трюмов и комингсам на открытых палубах в зависимости от категории судна, приведенной ниже:

суда категории 1, включая все суда, за исключением навалочных судов, саморазгружающихся навалочных судов, рудовозов и комбинированных судов;

суда категории 2, включая все навалочные суда, саморазгружающиеся навалочные суда, рудовозы и комбинированные суда.

Требования настоящей главы не распространяется на навалочные суда длиной 90 м и более, контракт на постройку которых заключен 1 июля 2015 г. или после этой даты. Требования к конструкции люковых закрытий указанных категорий судов регламентируются Общими правилами по конструкции.

Требования настоящей главы не применяются к съемным люковым закрытиям, непроницаемость которых при воздействии моря обеспечена брезентами и устройствами для их закрепления, как определено в 3.2.4 Руководства по применению положений Международной конвенции о грузовой марке (LL-66/88).

Требования настоящей главы не распространяется на суда морского прибрежного плавания в ограниченных районах **RN(SCI)** и **RN(SCII)**. Требования к конструкции люковых закрытий указанных категорий судов регламентируются в 26.2.2.6 части XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна».

7.10.2.1 Высота комингсов грузовых люков в районе 1 должна быть не менее 600 мм, а в районе 2 — не менее 450 мм.

На судах длиной менее 24 м высота комингсов может быть уменьшена для ограниченных районов плавания **R2**, **R2-RSN**, **R2-RSN(4,5)** и **R3-RSN** до 380 мм, а для ограниченного района плавания **R3** — до 300 мм.

На судах длиной 24 м и более ограниченного района плавания **R3** (кроме пассажирских) указанная высота комингсов грузовых люков может быть соответственно уменьшена с 600 до 450 мм и с 450 до 380 мм.

На рыболовных судах высота комингсов грузовых люков в районе 2 может быть уменьшена до 300 мм.

7.10.2.2 Высота комингсов грузовых люков, указанных в 7.10.1.2, может быть уменьшена по сравнению с требуемой согласно 7.10.2.1, и даже комингсы могут совсем отсутствовать, при условии надежности уплотнения крышек и средств задрания и при представлении:

для люков, которые закрыты в море — технического обоснования, содержащего эксплуатационные ограничения с учетом назначения и характера использования;

для люков, которые могут быть открыты в море — технического обоснования, содержащего оценку мореходности и заливаемости палубы, а также подтверждение того, что безопасность судна обеспечена при состоянии моря в соответствии с назначенным районом плавания.

7.10.3 Материалы.

7.10.3.1 Относительно стали для верхнего листа, нижнего листа и основных несущих конструкций/элементов (PSM) см. 1.6.

7.10.3.2 Древесина, используемая в люковых закрытиях, должна быть хорошего качества и таких типа и сорта, которые хорошо зарекомендовали себя для этой цели. Клинья должны изготавливаться из дерева твердой породы.

7.10.3.3 Парусина брезентов должна иметь водоупорную пропитку и не содержать джутовой пряжи. Масса 1 м² парусины до пропитки должна быть не менее 0,55 кг. Разрывная нагрузка полосы парусины размерами 200×50 мм в пропитанном состоянии должна быть не менее 3 кН вдоль основы и не менее 2 кН вдоль утка. При испытании на водонепроницаемость парусина в пропитанном состоянии не должна намокать под напором столба воды высотой 0,15 м, действующего в течение 24 ч.

7.10.3.4 Резина для уплотнительных прокладок люковых закрытий должна быть эластичной, прочной и стойкой к изменению атмосферных условий. Резина должна иметь достаточную твердость.

7.10.3.5 Все внутренние и наружные поверхности стальных люковых закрытий на навалочных судах (кроме недоступных пространств на крышках коробчатого типа) должны иметь эффективное эпоксидное или эквивалентное ему защитное покрытие, нанесенное согласно рекомендациям изготовителя (см. 1.1.4.7 и 3.3.5.1 части II «Корпус»).

7.10.4 Расчетные нагрузки.

Закрытия грузовых люков должны быть рассчитаны на действие того палубного груза, который предполагается перевозить на этих закрытиях; должны быть также учтены нагрузки от средств трюмной механизации, если использование таких средств на люковых закрытиях при погрузочно-разгрузочных операциях предусматривается эксплуатацией судна. Для закрытий люков, расположенных в районах 1 и 2, расчетная нагрузка определяется согласно 3.2.5.2 Руководства по применению положений Международной конвенции о грузовой марке (LL-66/88) или 3.2.5.2 Правил о грузовой марке морских судов; конструкция люковых крышек должна отвечать требованиям 3.2.5.3 — 3.2.5.5 вышеуказанных документов, смотря что применимо.

Для судов длиной менее 24 м ограниченного района плавания, совершающих международные рейсы, и для всех судов ограниченного района плавания, не совершающих международные рейсы, вместо интенсивности нагрузки, указанной в 3.2.5.2 Правил о грузовой марке морских судов, в расчетах может применяться интенсивность нагрузки, уменьшенная:

на 15 % — для судов ограниченного района плавания **R2**, **R2-RSN**, **R2-RSN(4,5)**, и **R3-RSN**;

на 30 % — для судов ограниченного района плавания **R3**.

7.10.5 Конструкция люковых закрытий, указанных в 7.10.1.1.

7.10.5.1 Конструкция этих закрытий должна удовлетворять требованиям 3.2.4 Руководства по применению положений Международной конвенции о грузовой марке (LL-66/88) или 3.2.4 Правил о грузовой марке морских судов.

7.10.6 Конструкция люковых закрытий, указанных в 7.10.1.2.

7.10.6.1 Конструкция этих закрытий должна удовлетворять требованиям 3.2.5 Руководства по применению положений Международной конвенции о грузовой марке (LL-66/88) или 3.2.5 Правил о грузовой марке морских судов.

7.10.6.2 Основные несущие элементы и элементы жесткости люковых закрытий должны быть, насколько возможно, непрерывными по всей ширине и длине люковых закрытий. Если выполнение этого требования неосуществимо, то нельзя использовать соединения, при которых концы элементов не несут нагрузки, и необходимо применять соответствующие приспособления для обеспечения достаточной способности люкового закрытия выдерживать нагрузку.

7.10.6.3 Расстояние между основными несущими элементами, параллельными ребрам жесткости, не должно превышать 1/3 пролета основных несущих элементов. Если проверка прочности выполнена на основе анализа конечных элементов, эти требования могут не выполняться.

Ребра жесткости комингсов люков должны быть непрерывными по всей ширине и длине комингса.

7.10.6.4 Если не указано иное, толщина t , упомянутая в данной главе, — это нетто толщина.

Нетто толщина — толщина элементов конструкции, необходимая для получения значения минимальных нетто размеров. Требуемые значения брутто толщин (полные значения толщин) определяются с помощью прибавления добавок на коррозию t_s в соответствии с табл. 7.10.6.44. Расчет прочности методом конечных элементов (МКЭ) должен выполняться с использованием нетто размеров.

7.10.6.5 Расчет конструкции крышек и комингсов люков должен проводиться с использованием расчетных нагрузок, определяемых в этой главе, при этом применяются следующие обозначения:

L — длина судна, м, согласно определению 1.1.3 части II «Корпус»;

L_{LL} — длина судна, м, согласно определению настоящей части;

x — продольная координата средней точки рассчитываемого конструктивного элемента, измеряемая от кормового конца длины L или L_{LL} , в зависимости от того, что применяется;

D_{\min} — наименьшая теоретическая высота борта, м, как указано в 1.2.1 Правил о грузовой марке морских судов;

h_N — стандартная высота надстройки, м,

$h_N = 1,05 + 0,01L_{LL}$, при этом $1,8 \leq h_N \leq 2,3$.

7.10.6.6 Значение давления P_{HC} , кН/м², действующего на поверхность крышки люка, приводится в табл. 7.10.6.6. Расчетную вертикальную нагрузку, вызванную воздействием моря и погодных условий, нет необходимости объединять с нагрузкой от груза. На рис. 7.10.6.6 для наглядности показаны районы 1 и 2 судна.

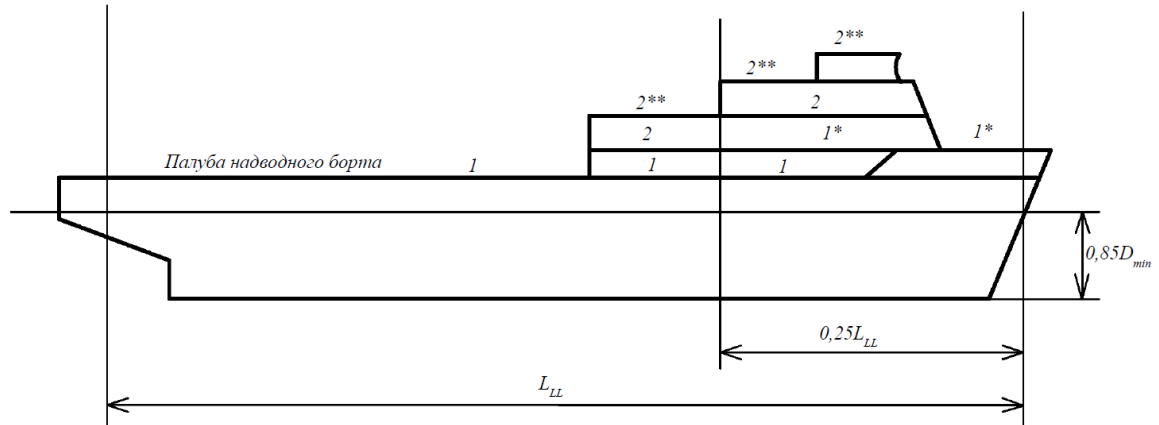
Таблица 7.10.6.6

Расчетная нагрузка P_{HC} на крышки на открытой палубе

Район	Расчетная нагрузка P_{HC} , кН/м ²	
	$x/L_{LL} \leq 0,75$	$0,75 < x/L_{LL} \leq 1,0$
1	при $24 \text{ м} \leq L_{LL} \leq 100 \text{ м}$	
	$\frac{9,81}{76}(1,5L_{LL} + 116)$	на палубе надводного борта: $\frac{9,81}{76} \left[(4,28L_{LL} + 28) \frac{x}{L_{LL}} - 1,71L_{LL} + 95 \right]$ на открытых палубах надстроек, расположенных, по крайней мере, на высоте одной стандартной высоты надстройки над палубой надводного борта: $\frac{9,81}{76}(1,5L_{LL} + 116)$
	при $L_{LL} > 100 \text{ м}$	
	$9,81 \times 3,5$	на палубе надводного борта для судов типа В, как они определяются в LL-66/88: $9,81 \left[(0,0296L_1 + 3,04) \frac{x}{L_{LL}} - 0,0222L_1 + 1,22 \right]$ на палубе надводного борта для судов с меньшим надводным бортом, чем у судов типа В, как они определяются в LL-66/88: $9,81 \left[(0,1452L_1 + 8,52) \frac{x}{L_{LL}} - 0,1089L_1 + 9,89 \right]$ $L_1 = L_{LL}$, но не более 340 м на открытых палубах надстроек, расположенных, по крайней мере, на высоте одной стандартной высоты надстройки над палубой надводного борта: $9,81 \times 3,5$

Район	Расчетная нагрузка $P_{НС}$, кН/м ²	
	$x/L_{LL} \leq 0,75$	$0,75 < x/L_{LL} \leq 1,0$
2	при $24 \text{ м} \leq L_{LL} \leq 100 \text{ м}$	
	$\frac{9,81}{76} (1,1L_{LL} + 87,6)$	
	при $L_{LL} > 100 \text{ м}$	
	$9,81 \times 2,6$	
	на открытых палубах надстроек, расположенных, по крайней мере, на высоте одной стандартной высоты надстройки над самой нижней палубой района 2: $9,81 \times 2,1$	

Районы 1 и 2



Районы 1 и 2 при увеличенной высоте надводного борта

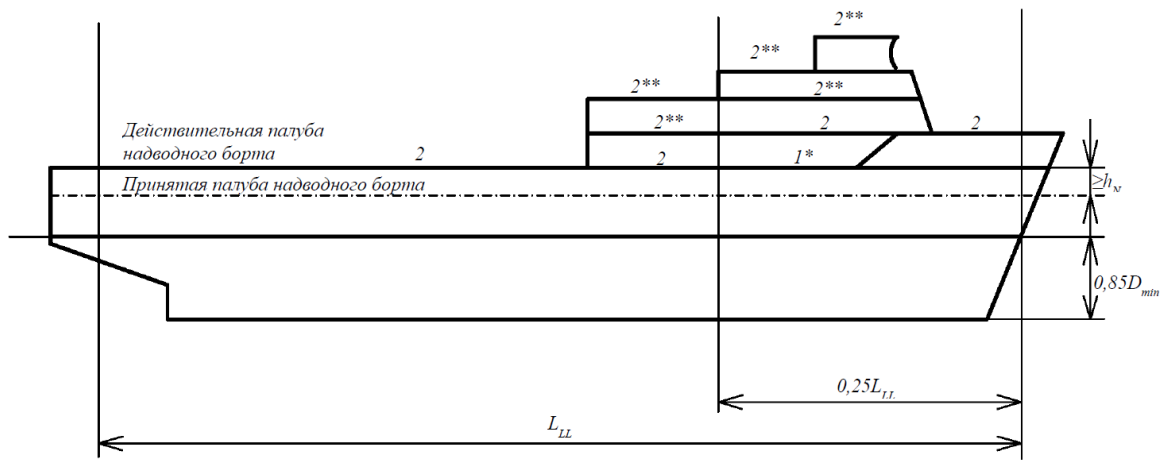


Рис. 7.10.6.6

*Уменьшенная нагрузка на открытых палубах надстроек, расположенных, по крайней мере, на высоте одной стандартной высоты надстройки над палубой надводного борта.

**Уменьшенная нагрузка на открытых палубах надстроек судов длиной $L_{LL} > 100 \text{ м}$, расположенных, по крайней мере, на высоте одной стандартной высоты надстройки над самой нижней палубой района 2.

7.10.6.7 Если судну назначена увеличенная высота надводного борта, расчетная нагрузка для крышек люков, согласно табл. 7.10.6.6, на палубе действительного надводного борта может быть такой же, как требуется для палубы надстройки, при условии, что летняя грузовая марка такова, что результирующая осадка будет не больше осадки, соответствующей минимальной высоте надводного борта, вычисленной от палубы принятого надводного борта, расположенного на высоте, как минимум, равной стандартной высоте надстройки h_N , ниже действительной палубы надводного борта (см. рис. 7.10.6.6).

7.10.6.8 Расчетное значение горизонтальной нагрузки P_A , вызванной воздействием моря и погодных условий, кН/м^2 , для определения размеров внешних концевые балок (внешних листов) люковых закрытий и комингсов люков на открытой палубе определяется по формуле

$$P_A = f_n f_c (f_b c_L C_w - z), \quad (7.10.6.8)$$

где $C_w = L/25 + 4,1$ при $L < 90$ м;
 $C_w = 10,75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{1,5}$ при $90 \text{ м} \leq L < 300$ м;
 $C_w = 10,75$ при $300 \text{ м} \leq L < 350$ м;
 $C_w = 10,75 - \left(\frac{L-350}{150}\right)^{1,5}$ при $350 \text{ м} \leq L \leq 500$ м;
 $c_L = \sqrt{L/90}$ при $L < 90$ м;
 $c_L = 1$ при $L \geq 90$ м;
 $f_n = 20 + L_1/12$ для незащищенных передних комингсов и внешних листов люковых крышек;
 $f_n = 10 + L_1/12$ для незащищенных передних комингсов и внешних листов люковых крышек, если расстояние от действительной палубы надводного борта до линии летней грузовой марки превышает значение минимального нескорректированного базисного надводного борта, установленного согласно LL-66/88, по крайней мере на одну стандартную высоту надстройки h_N ;
 $f_n = 5 + L_1/15$ для боковых и защищенных передних комингсов, и внешних листов люковых крышек;
 $f_n = 7 + L_1/100 - 8x'/L$ для кормовых концов комингсов и кормовых внешних листов люковых крышек, расположенных в сторону кормы от миделя;
 $f_n = 5 + L_1/100 - 4x'/L$ для кормовых концов комингсов и кормовых внешних листов люковых крышек, расположенных в сторону носа от миделя;
 $L_1 = L$, но не более 300 м;
 $f_b = 1,0 + \left(\frac{x'/L - 0,45}{C_B + 0,2}\right)^2$ для $x'/L < 0,45$;
 $f_b = 1,0 + 1,5 \left(\frac{x'/L - 0,45}{C_B + 0,2}\right)^2$ для $x'/L \geq 0,45$;
где $0,6 \leq C_B \leq 0,8$ при определении размеров поперечных сечений кормовых концов комингсов и кормовых внешних листов крышек люков, расположенных в сторону носа от миделя; C_B не следует принимать менее 0,8;
 x' — расстояние, м, между поперечным комингсом или рассматриваемым внешнем листом крышки люка и кормовым концом длины L . При расчете боковых комингсов или внешних листов крышки люка боковая сторона должна подразделяться на части приблизительно равной длины, каждая из которых не должна превышать $0,15L$, а за x' должно приниматься расстояние между кормовым концом длины L и центром каждой рассматриваемой части;
 z — вертикальное расстояние, м, от летней грузовой марки до середины пролета ребра жесткости или до середины площади листа;
 $f_c = 0,3 + 0,7 \frac{b'}{B'}$
где b' — ширина комингса, м, в рассматриваемой точке;
 B' — действительная максимальная ширина судна, м, на открытой верхней палубе в рассматриваемой точке;
 b'/B' не должно приниматься менее 0,25.

Расчетная нагрузка P_A не должна приниматься менее значений, указанных в табл. 7.10.6.8.

Таблица 7.10.6.8

Минимальные значения расчетной нагрузки P_{Amin}

L	P_{Amin} , кН/м ² , для	
	незащищенной носовой части	других частей
≤ 50	30	15
> 50	$25 + \frac{L}{10}$	$12,5 + \frac{L}{20}$
< 250		
≥ 250	50	25

7.10.6.9 Горизонтальная расчетная нагрузка, вызванная воздействием моря и погодных условий, для комингсов судов категории 2 принимается, как указано ниже.

Давление P_{Coam} , кН/м² на передний поперечный комингс люка № 1:

$P_{Coam} = 220$, если бак расположен в соответствии с 3.3.5.4 части II «Корпус» и актуальной¹ ревизии УТ МАКО S28;

$P_{Coam} = 290$, в других случаях.

Давление P_{Coam} , кН/м² на остальные комингсы:

$P_{Coam} = 220$.

П р и м е ч а н и е . Горизонтальные расчетные нагрузки P_A и P_{Coam} допускается не включать в прямой расчет прочности крышки люка, если эта нагрузка не используется при проектировании конструкций, находящихся под горизонтальной опорой в соответствии с требованиями 7.10.6.51.

7.10.6.10 Нагрузка на крышки люка вследствие действия распределенных нагрузок от груза P_L , кН/м², при вертикальной и килевой качке (т.е. судно без крена) определяются по следующей формуле:

$$P_L = P_{Cargo}(1 + a_V), \quad (7.10.6.10)$$

где P_{Cargo} – равномерная нагрузка вследствие давления груза, кН/м²;
 a_V – вертикальное добавочное ускорение, определяемое как

$$a_V = F \cdot m,$$

где $F = 0,11 \frac{v_0}{\sqrt{L}}$;

$$m = m_0 - 5(m_0 - 1) \frac{x}{L} \quad \text{для } 0 \leq x/L \leq 0,2;$$

$$m = 1 \quad \text{для } 0,2 < x/L \leq 0,7;$$

$$m = 1 + \frac{m_0 + 1}{0,3} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right) \quad \text{для } 0,7 < x/L \leq 1,0,$$

где $m_0 = 1,5 + F$;

v_0 – максимальная скорость при осадке по летнюю грузовую марку;

v_0 не должна приниматься менее величины \sqrt{L} , уз.

7.10.6.11 Нагрузка P , кН, вследствие действия сосредоточенной силы P_S , кН, за исключением нагрузки от контейнера, при вертикальной и килевой качке (т.е. судно без крена) определяется по следующей формуле:

$$P = P_S(1 + a_V). \quad (7.10.6.11)$$

7.10.6.12 Нагрузки, определенные в 7.10.6.12.1, должны быть применены для контейнеров, установленных на крышку люка.

¹ Действующему на дату настоящей версии Правил.

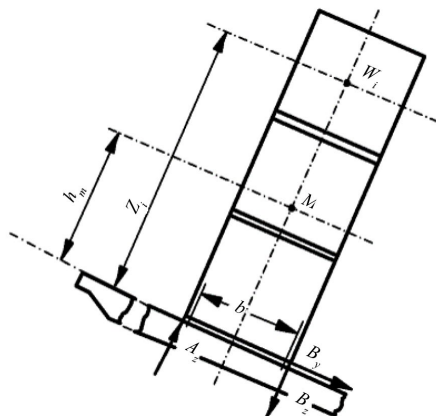


Рис. 7.10.6.12
Силы, действующие вследствие нагрузок от контейнеров

7.10.6.12.1 Нагрузка P , кН, действующая в каждом углу штабеля контейнеров в результате вертикальной и килевой качки (судно без крена), должна быть определена по следующей формуле:

$$P = 9,81 \frac{M}{4} (1 + a_V), \quad (7.10.6.12.1)$$

где a_V – вертикальное добавочное ускорение согласно 7.10.6.10;
 M – максимальная расчетная масса штабеля контейнеров, т.

7.10.6.12.2 Нагрузки, кН, действующие в каждом углу штабеля контейнеров, в результате вертикальной, килевой и бортовой качки (судно в положении на ровный киль), должны быть определены по следующим формулам, приведенным ниже (см. также рис. 7.10.6.12):

$$A_z = 9,81 \frac{M}{2} (1 + a_V) \left(0,45 - 0,42 \frac{h_m}{b} \right); \quad (7.10.6.12.2-1)$$

$$B_z = 9,81 \frac{M}{2} (1 + a_V) \left(0,45 + 0,42 \frac{h_m}{b} \right); \quad (7.10.6.12.2-2)$$

$$B_y = 2,4M, \quad (7.10.6.12.2-3)$$

где a_V – вертикальное добавочное ускорение согласно 7.10.6.10;
 M – максимальная расчетная масса штабеля контейнеров, т;

h_m – расчетная высота центра тяжести штабеля над крышкой люка, м, может быть определена как среднее значение высоты штабеля, при этом предполагается, что центр тяжести каждого яруса находится в центре каждого контейнера,

$$h_m = \frac{\sum (z_i \cdot W_i)}{M};$$

z_i – расстояние от верха крышки люка до центра i -го контейнера, м;

W_i – масса i -го контейнера, т;

b – расстояние между нижними точками крепления контейнера, м, см. рис. 7.10.6.12;

A_z, B_z – реакция опоры в направлении оси z на углах носового и кормового штабелей;

B_y – реакция опоры в направлении оси y на углах носового и кормового штабелей.

Значения A_z и B_z , применяемые для оценки прочности крышки люка, должны быть указаны в чертежах крышек люков.

Примечание. Рекомендуется нагрузки от контейнера, определенные, как показано выше, рассматривать в качестве предельных для нагрузок в нижних точках крепления штабелей контейнеров в расчетах крепления грузов (крепления контейнеров).

7.10.6.13 Варианты нагрузки, определенные в 7.10.6.12.1 и 7.10.6.12.2, должны также рассматриваться для случая частичной неравномерно распределенной загрузки, который может возникнуть в практике контейнерных перевозок, т.е. когда определенные места в штабеле контейнеров остаются незаполненными. Для каждого случая загрузки крышки люка должно быть рассмотрено направление крена, как показано в табл. 7.10.6.13.

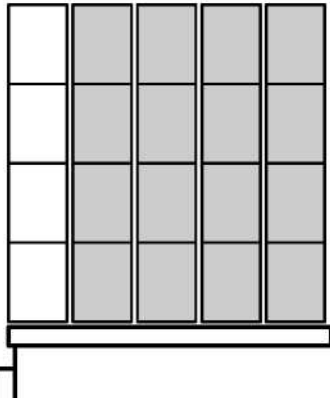
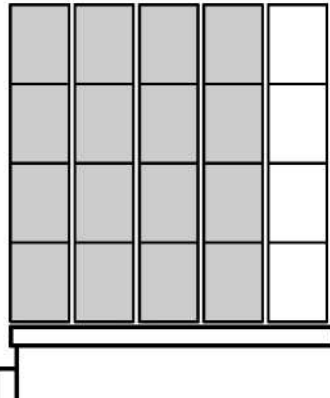
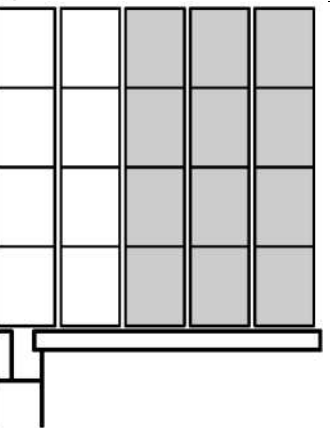
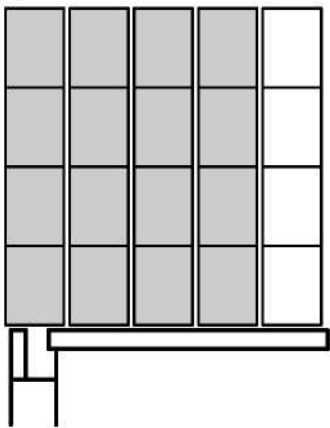
Вариант нагрузки при частичной загрузке крышек люков может рассчитываться упрощенным методом, при котором нагрузка от крайних штабелей, расположенных полностью на крышке люка, не учитывается. Если есть дополнительные штабели, которые поддерживаются частично крышкой люка и частично контейнерными стойками, то нагрузки от данных штабелей также можно не учитывать, см. табл. 7.10.6.13.

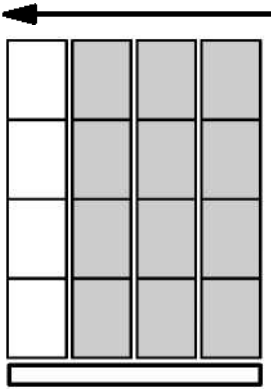
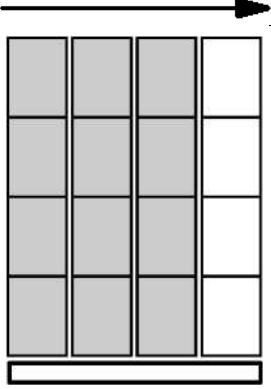
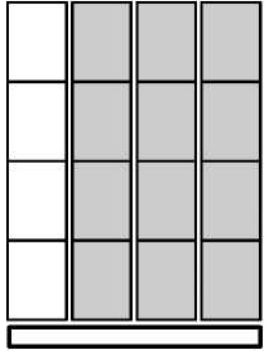
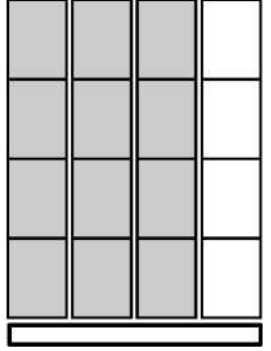
Дополнительно должны быть произведены расчеты для варианта нагрузки, когда пустыми остаются только места в штабеле, поддерживаемом частично крышкой люка и частично контейнерными стойками, с тем чтобы учесть воздействие максимальных нагрузок на вертикальные опоры крышки люка.

При необходимости также учитываются варианты частичной нагрузки, когда пустыми остается больше мест в штабеле или когда пустыми остаются места в разных штабелях.

В случае смешанной укладки (сочетание: 20-футовые + 40-футовые контейнеры в штабеле) силы в нижних точках крепления контейнеров в носовом и кормовом концах крышки люка не должны быть больше, чем в результате действия расчетной массы штабеля 40-футовых контейнеров, а силы в нижних точках крепления контейнеров в середине крышки не должны быть больше, чем в результате действия расчетной массы штабеля 20-футовых контейнеров.

Таблица 7.10.6.13

Частичная загрузка крышек люка		
Направление крена	←	→
Крышки люков поддерживаются продольным комингсом люка, все штабели контейнеров размещены полностью на крышке люка		
Крышки люков поддерживаются продольным комингсом люка, крайний штабель контейнеров частично поддерживается крышкой люка и частично контейнерными стойками		

Направление крена		
Крышки люка не поддерживаются продольным комингсом (центральные крышки люка)		

7.10.6.14 Крышки люков, которые в дополнение к нагрузкам, упомянутым в 7.10.6.6, 7.10.6.7 и 7.10.6.12, испытывают нагрузку в поперечном направлении судна вследствие упругой деформации корпуса судна, должны проектироваться таким образом, чтобы сумма сил давления не превышала допустимых значений, указанных в 7.10.6.15.

7.10.6.15 Предел текучести всех конструктивных элементов люкового закрытия должен соответствовать следующим формулам:

$\sigma_{vm} \leq \sigma_a$ — для оболочечных элементов в целом;

$\sigma_{axial} \leq \sigma_a$ — для стержневых или балочных элементов в целом,

где σ_a — допустимое напряжение, определенное по табл. 7.10.6.15;
 R_{eH} — заданный минимальный предел текучести материала, Н/мм²;
 σ_{vm} — напряжение Фон Мизеса, Н/мм², определяется по формуле:

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}, \text{ Н/мм}^2, \quad (7.10.6.15)$$

где σ_x — нормальное напряжение, Н/мм², в направлении оси x ;

σ_y — нормальное напряжение, Н/мм², в направлении оси y ;

τ_{xy} — касательное напряжение, Н/мм², в плоскости x - y ;

σ_{axial} — осевое напряжение в стержневых или балочных элементах, Н/мм²;

Индексы x и y — координаты двумерной картезианской системы в плоскости рассматриваемого конструктивного элемента.

При выполнении расчетов методом конечных элементов (КЭ) с применением оболочечных/пластинчатых элементов, напряжения следует считать от центра отдельного элемента. При этом должно быть учтено, что, в особенности на фланцах несимметричных балок, оценка напряжений от центра элемента может привести к непредвиденным результатам. Таким образом, в этих случаях должна быть применена достаточно мелкая сетка, или напряжение по краям элемента не должно превышать допустимое напряжение. При применении оболочечных элементов напряжения должны оцениваться в центре плоскости элемента.

Для сталей с минимальным пределом текучести более 355 Н/мм² значение R_{eH} должно приниматься в соответствии с 3.13.7 части XIII «Материалы».

Таблица 7.10.6.15

Допустимые напряжения		
Элемент	Воздействие	σ_a , Н/мм ²
Элементы люковой крышки	Внешнее давление, как определено в 7.10.6.6	$0,80 R_{eH}$
	Другие нагрузки, как определено в 7.10.6.8 — 7.10.6.14	$0,90 R_{eH}$ для варианта статической + динамической нагрузки $0,72 R_{eH}$ для варианта статической нагрузки

7.10.6.16 Вертикальная деформация основных несущих элементов вследствие действия вертикальной расчетной нагрузки, вызванной воздействием моря и погодных условий, согласно 7.10.6.6 и 7.10.6.7 не должна составлять более $0,0056l_g$, где l_g — самый большой пролет между основными несущими элементами.

Примечание. В случае, если крышки люков предназначены для перевозки контейнеров и при этом допускается их смешанное размещение, т.е. 40-футовый контейнер устанавливается на двух 20-футовых контейнерах, должны быть предусмотрены меры для предотвращения деформации крышек люков и их контакта с перевозимым грузом в трюме.

7.10.6.17 Местная нетто толщина листов t , мм, верхней обшивки крышек люков должна быть не менее

$$t = 0,0158 F_p s \sqrt{\frac{P}{0,95R_{eH}}}, \quad (7.10.6.17)$$

но не менее 1 % расстояния между ребрами жесткости или 6 мм, если значение t окажется меньше,

- где F_p = 1,5 в общем случае;
 F_p = 1,9 σ/σ_a , при $\sigma/\sigma_a \geq 0,8$ для присоединенного пояса основных несущих элементов;
 s — расстояние между ребрами жесткости, мм;
 P — давление P_{HC} и P_L , кН/м², как определено в 7.10.6.6 и 7.10.6.10;
 σ — максимальное нормальное напряжение, Н/мм², верхней обшивки крышки люка, как показано на рис. 7.10.6.17;
 σ_a — как определено в табл. 7.10.6.15.

Для сжатых пластин должна быть выполнена проверка устойчивости согласно 7.10.6.25.

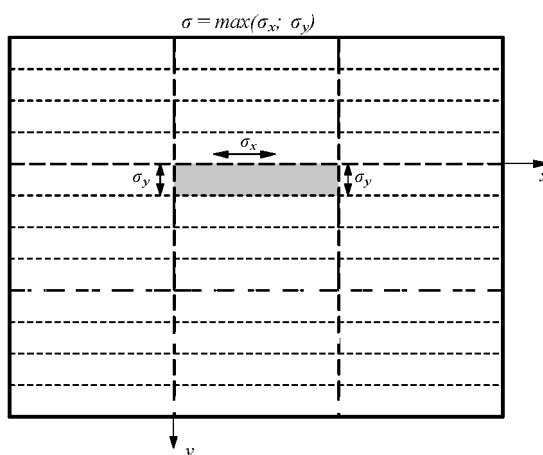


Рис. 7.10.6.17

7.10.6.18 Толщина нижних листов обшивки люковых закрытий с двойной обшивкой и пустотелых балок должна удовлетворять требованиям прочности и определяться на основании расчета, приведенного в 7.10.6.22, с учетом допустимых напряжений согласно 7.10.6.15. Когда нижняя обшивка учитывается в качестве нагруженного элемента крышки люка, толщина нетто, мм, этой обшивки должна быть принята не менее чем 5 мм. Когда для перевозки на крышках люка предусматриваются проектные грузы, толщина нетто не должна быть меньше

$$t = 6,5s \times 10^{-3}, \text{ мм}, \quad (7.10.6.18)$$

где s – расстояние между ребрами жесткости, мм.

Примечание. Проектные грузы означают особенно большие или крупногабаритные грузы, закрепленные на крышке люка, например, части кранов или ветровых электростанций, турбины и подобные грузы. Грузы, которые рассматриваются как равномерно распределенные по крышке люка, например, древесина, трубы или стальные рулоны, допускается не рассматривать в качестве проектных грузов.

7.10.6.19 Нетто момент сопротивления Z и площадь поперечного сечения A_{shr} равномерно нагруженных ребер жесткости, имеющих связи на обоих концах, должны быть не менее:

$$Z = \frac{Psl^2}{f_{bc}\sigma_a}, \text{ см}^3, \quad (7.10.6.19-1)$$

$$A_{shr} = \frac{8,7Psl}{\sigma_a}, \text{ см}^2, \quad (7.10.6.19-2)$$

где l – пролет ребра жесткости, м, должен приниматься как расстояние между основными несущими элементами или как расстояние между основным несущим элементом и крайней опорой, в зависимости от того, что применяется. Если кницы установлены на обоих концах всех ребер жесткости, дополнительное ребро жесткости может быть уменьшено на величину, равную 2/3 минимальной длины кницы, но не более чем на 10 % от неподдерживаемого пролета для каждой кницы;

s – расстояние между ребрами жесткости, мм;

P – давление P_{HC} и P_L , кН/м², согласно 7.10.6.6 и 7.10.6.10;

f_{bc} – предельный коэффициент жесткости, принимаемый равным:

$f_{bc} = 8$ — в случае ребер жесткости, свободно опертых с обеих сторон или свободно опертых с одной стороны и зажатых с другой стороны;

$f_{bc} = 12$ — в случае ребер жесткости, зажатых с обеих сторон;

σ_a – допустимое напряжение в соответствии с табл. 7.10.6.15.

Для ребер жесткости нижней обшивки люковых закрытий с двойной обшивкой вышеперечисленные требования не применяются в связи с отсутствием поперечных нагрузок.

Нетто толщина ребер жесткости, мм, (за исключением U-образного/трапециевидного ребра жесткости) должна быть не менее 4 мм.

Нетто момент сопротивления ребер жесткости должен определяться исходя из того, что ширина присоединенного пояса обшивки равна расстоянию между ребрами жесткости.

Ребра жесткости, параллельные основным несущим элементам, должны быть непрерывными в местах пересечения с основным несущим элементом и могут учитываться при расчете свойств поперечного сечения основных несущих элементов. Следует проверить, что суммарное напряжение этих ребер жесткости, вызванное изгибом основных несущих элементов и боковым давлением, не превышает допустимых напряжений согласно 7.10.6.15. Настоящие требования не применяются к ребрам жесткости нижней обшивки люковых закрытий с двойной обшивкой, если нижняя обшивка не считается нагруженным элементом.

В отношении ребер жесткости крышек люков, находящихся под напряжением сжатия, необходимо проверить, имеют ли они достаточную устойчивость согласно 7.10.6.24.3.

Для люковых закрытий, испытывающих нагрузку от колесной техники или сосредоточенную нагрузку, размеры поперечных сечений ребер жесткости должны определяться, учитывая допустимые напряжения согласно 7.10.6.15.

7.10.6.20 Размеры поперечных сечений основных несущих элементов рассчитываются согласно 7.10.6.23 и 7.10.6.24 с учетом допустимых напряжений согласно 7.10.6.15.

В отношении всех компонентов основных несущих элементов необходимо проверить, имеют ли они достаточную устойчивость при продольном изгибе в соответствии с 7.10.6.24.3.

Нетто ширина, мм, рамных связей основных несущих элементов должна быть не менее:

$$t = 6,5 s \times 10^{-3}, \text{ мм}; \quad (7.10.6.20)$$

$$t_{\min} = 5 \text{ мм};$$

где s – расстояние между ребрами жесткости, мм.

7.10.6.21 Размеры концевых балок рассчитываются согласно 7.10.6.23 и 7.10.6.24 с учетом допустимых напряжений согласно 7.10.6.15.

Нетто толщина, мм, внешних балок, подвергающихся воздействию моря, не должна быть меньше, чем самое большое из следующих значений:

$$t = 0,0158s \sqrt{\frac{P_A}{0,95R_{eH}}}; \quad (7.10.6.21-1)$$

$$t = 8,5 s \times 10^{-3}, \text{ мм};$$

$$t_{\min} = 5 \text{ мм},$$

где P_A – горизонтальное давление согласно 7.10.6.8;
 s – расстояние между ребрами жесткости, мм.

Момент инерции I , см⁴, внешних балок должен быть не менее:

$$I = 6qS_{SD}^4, \text{ см}^4, \quad (7.10.6.21-2)$$

где q – давление уплотнительной прокладки, Н/мм; минимум 5 Н/мм;
 S_{SD} – расстояние между задраивающими устройствами, м, не менее 2 м.

7.10.6.22 Напряжения в крышках люков должны определяться с помощью анализа конечных элементов.

Модель расчета напряжений, приведенная в 7.10.6.23, должна использоваться как для оценки предела текучести, так и для оценки устойчивости в соответствии с 7.10.6.15 и 7.10.6.24 соответственно.

Следует использовать нетто размеры, в соответствии с определением в 7.10.6.4.

7.10.6.23 Общие требования к расчетам методом конечных элементов (МКЭ).

Для оценки прочности крышек люков с помощью анализа конечных элементов геометрия крышки люка должна быть идеализирована настолько реалистично, насколько это возможно. Ширина элемента ни в коем случае не должна превышать расстояние между ребрами жесткости. Что касается точек передачи усилия и вырезов, то сетка должна быть уточнена (измельчена) там, где это применимо. Отношение длины элемента к ширине не должно превышать 3.

Размер элемента по высоте рамных связей основного несущего элемента не должен превышать одной трети высоты рамных связей. Ребра жесткости, на которые опираются пластины, подверженные боковому давлению, должны быть включены в идеализированную модель конечных элементов. Ребра жесткости могут быть смоделированы с использованием балочных элементов или оболочечных/пластинчатых элементов. При расчете напряжений можно не учитывать изгибы элементов жесткости.

Крышки люков с ребрами жесткости U-образного типа, как показано на рис. 7.10.6.23, должны быть оценены с помощью анализа конечных элементов. Геометрия ребер жесткости U-образных типов должна быть точно смоделирована с использованием оболочечных/пластинчатых элементов. Узловые точки должны быть надлежащим образом расположены на пересечениях стенок ребер жесткости U-образного типа с пластиной люкового закрытия, а также между стенкой и фланцем ребра жесткости U-образного типа.

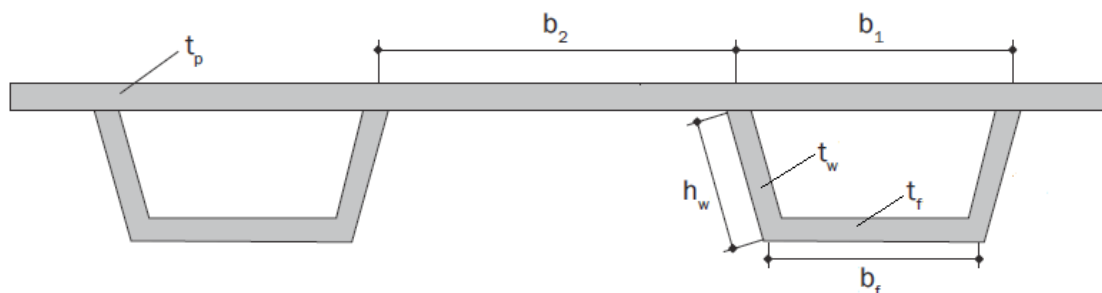


Рис. 7.10.6.23

Пример крышки люка с ребрами жесткости U-образного типа

Везде, где это применимо, к модели конечных элементов должны применяться следующие граничные условия:

граничные узлы в районе опорной планки на комингсах люка должны быть зафиксированы от перемещения в направлении, перпендикулярном планке;

подъемные стопоры должны быть зафиксированы от перемещений в направлении, определяемом стопорами;

для откидной крышки люка узлы конечных элементов, соединенные шарниром, должны иметь одинаковое поступательное перемещение в направлении, перпендикулярном верхней обшивке крышки люка.

7.10.6.24 Устойчивость конструкций люковых закрытий.

7.10.6.24.1 Общие положения.

Необходимо проверить устойчивость всех конструкций крышек люков. Оценка устойчивости должна выполняться в соответствии с требованиями УТ МАКО S35 для условий, указанных в 7.10.6.24.2 и 7.10.6.24.3.

Для проверки устойчивости должны использоваться нетто размеры, определенные в соответствии с 7.10.6.4.

7.10.6.24.2 Требования к гибкости.

Требования к гибкости должны соответствовать требованиям, указанным в части 2 УТ МАКО S35.

Требования к гибкости не обязательно предъявлять к нижнему перекрытию люковых закрытий с двойной обшивкой, за исключением случаев, когда грузовой трюм предназначен для перевозки балласта или жидких грузов.

Ширина фланца основного несущего элемента должна составлять не менее 40 % от его высоты для пролетов более 3,0 м, не имеющих боковых опор. Кницы, прикрепленные к фланцу, могут рассматриваться в качестве боковой опоры для основных несущих элементов.

7.10.6.24.3 Требования к устойчивости.

7.10.6.24.3.1 Данные требования применяются к оценке устойчивости конструкций люковых закрытий, подверженных сжимающим и сдвигающим нагрузкам, а также боковому давлению. Проверка устойчивости должна выполняться для следующих конструктивных элементов:

подкрепленные и неподкрепленные панели, включая изогнутые панели и панели, подкрепленные ребрами жесткости U-образного типа.

стенки рамного набора основных несущих элементов в районе выреза.

Типы панелей и методы оценки, приложенное боковое давление и напряжения, коэффициенты запаса и критерии проверки устойчивости определены в 7.10.6.24.3.2 —

7.10.6.24.3.5 соответственно. Процедура и подробные требования к оценке устойчивости приведены в части 4 УТ МАКО S35.

7.10.6.24.3.2 Типы панелей и методы оценки.

Панель конструкции люкового закрытия должна быть смоделирована как подкрепленная панель (SP) или неподкрепленная панель (UP), как определено в части 4 УТ МАКО S35. Метод оценки А (-А) и метод В (-В), определенные в части 1 УТ МАКО S35, должны использоваться в соответствии с табл. 7.10.6.24.3.2, рис. 7.10.6.24.3.2-1 и 7.10.6.24.3.2-2. Для рамного набора с вырезами следует использовать для оценки устойчивости процедуру учета вырезов.

Для крышки люка, оснащенной ребрами жесткости U-образного типа, также необходимо соблюдать дополнительные требования к оценке устойчивости, характерные для панелей с ребрами жесткости U-образного типа, приведенные в части 5 УТ МАКО S35.

Таблица 7.10.6.24.3.2

Конструктивные элементы и методы оценки

Конструктивные элементы	Метод оценки ^{1, 2}	Характеристики обычной панели
Конструкции верхних/нижних листов обшивки люкового закрытия, см. рис. 7.10.6.24.3.2-1		
Верхние/нижние листы обшивки люкового закрытия	SP-A	Длина: между поперечными балками Ширина: между продольными балками
Панели с нерегулярным подкреплением	UP-B	Участок листа между местными подкреплениями/PSM
Набор основных несущих элементов люка, см. рис. 7.10.6.24.3.2-2		
Стенка поперечной/продольной балки (одинарный тип обшивки)	UP-B	Участок стенки между местными подкреплениями/свободным пояском/PSM
Стенка поперечной/продольной балки (двойной тип обшивки)	SP-B ³	Длина: между PSM Ширина: на всю высоту набора
Стенка рамной балки с вырезом	Процедура учета выреза	Участок стенки между местными подкреплениями/свободным пояском/PSM
Панели с нерегулярным подкреплением	UP-B	Участок листа между местными подкреплениями/свободным пояском/PSM
¹ SP и UP обозначают подкрепленную и неподкрепленную пластины соответственно. ² А и В обозначают метод А и метод В соответственно. ³ В случае если карлингсы/кницы, обеспечивающие устойчивость, расположены нерегулярно, для стенки поперечных/продольных балок, может быть использован метод UP-B.		

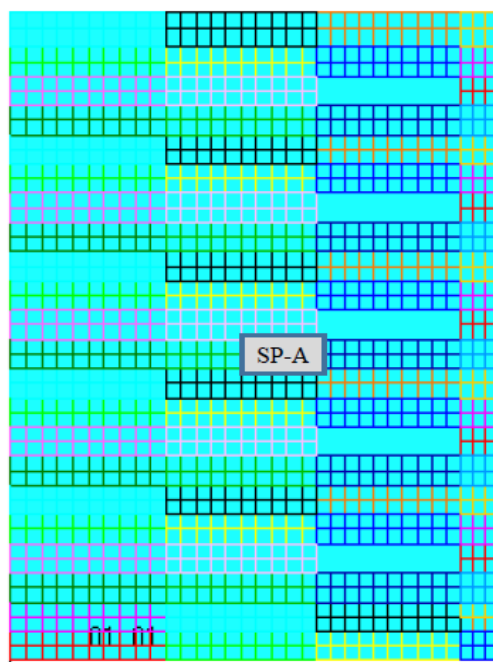


Рис. 7.10.6.24.3.2-1
Элементы верхнего/нижнего листа обшивки люкового закрытия

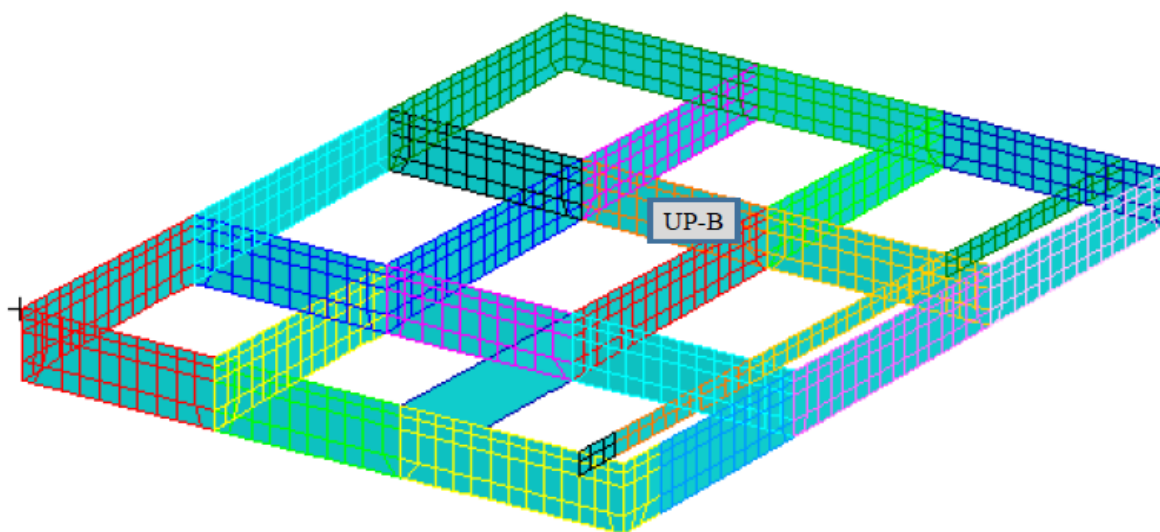


Рис. 7.10.6.24.3.2-2
Стенки основных несущих элементов люкового закрытия

7.10.6.24.3.3 Боковое давление и напряжения.

Оценка устойчивости крышек люков основана на боковом давлении, как определено в 7.10.6.6, 7.10.6.8 и 7.10.6.9, и напряжениях, полученных в результате анализа конечных элементов.

7.10.6.24.3.4 Коэффициент запаса.

Для всех конструктивных элементов крышки люка коэффициент запаса $S = 1,0$ должен применяться к формулам устойчивости как к обшивке, так и к подкреплению, как определено в 2.2 и 2.3 части 5 УТ МАКО S35 соответственно.

7.10.6.24.3.5 Критерий допуска устойчивости.

Принимается, что конструктивный элемент обладает приемлемой устойчивостью, если он удовлетворяет следующему критерию:

$$\eta_{act} \leq \eta_{all},$$

где η_{act} – коэффициент устойчивости, основанный на приложенном напряжении, как определено в 3.2.2 части 1 и в части 4 УТ МАКО S35, и рассчитанный в соответствии с частью 5 УТ МАКО S35;

η_{all} – допустимый коэффициент устойчивости, взятый в соответствии с табл. 7.10.6.24.3.5.

Таблица 7.10.6.24.3.5

Допустимые коэффициенты устойчивости

Конструктивный элемент	Воздействие	Допустимый коэффициент устойчивости, η_{all}
Пластины и подкрепления Стенки основных несущих элементов	Внешнее давление, как определено в 7.10.6.6	0,80
	Другие нагрузки, как определено в 7.10.6.8 — 7.10.6.14	0,90 — для варианта статической + динамической нагрузки 0,72 — для варианта статической нагрузки

7.10.6.25 Крепление и размещение контейнеров на крышках люков должно удовлетворять Техническим требованиям к размещению и креплению контейнеров международного стандарта на судах, приспособленных для их перевозки. Конструкции, испытывающие нагрузки от контейнеров, должны быть рассчитаны согласно 7.10.6.5 — 7.10.6.14 с применением допустимых напряжений согласно 7.10.6.15.

7.10.6.26 Для обеспечения водонепроницаемости под воздействием моря должны быть выполнены требования 7.10.6.37 — 7.10.6.43, применяемые к люковым крышкам.

Материал уплотнительных прокладок люковых закрытий должен соответствовать всем ожидаемым условиям эксплуатации судна и быть совместимым с перевозимыми грузами. Материал прокладок должен выбираться с учетом размеров и эластичности таким образом, чтобы он выдерживал ожидаемые деформации. Силы должны действовать только на стальные конструкции.

Прокладки должны быть сжаты, чтобы достичь уплотнения, необходимого для всех условий эксплуатации. Особое внимание должно уделяться прокладочным приспособлениям на судах, при эксплуатации которых ожидается большое перемещение крышек люков относительно комингсов или одной секции люкового закрытия относительно другой. Технические характеристики или сорт материала прокладки должны быть указаны на чертежах.

7.10.6.27 Изолирующие прокладки для защиты от непогоды, упоминаемые в 7.10.6.26, могут не применяться для крышек люков грузовых трюмов, предназначенных исключительно для перевозки контейнеров, по просьбе судовладельца и при выполнении следующих условий:

комингсы люков должны быть высотой не менее 600 мм;

открытая палуба, на которой расположены крышки люков, располагается выше осадки $H(x)$, которая должна удовлетворять следующим критериям:

$$H(x) \geq T_{fb} + f_b + h, \text{ м}, \quad (7.10.6.27)$$

где T_{fb} – осадка, м, соответствующая назначенной летней грузовой марке;

f_b – минимальная требуемая высота надводного борта, м, определяемая согласно правилу 28 LL-66/88 с поправками, если они применимы;

$h = 4,6$ м для $x/L_{LL} \leq 0,75$;

$h = 6,9$ м для $x/L_{LL} > 0,75$.

Лабиринты, водопротоки и подобные им осушительные конструкции должны устанавливаться поблизости от кромок каждой панели в районе комингсов. В этих отверстиях должно оставаться как можно меньше незакрытого пространства.

Если люк закрывается несколькими панелями люкового закрытия, ширина зазора между панелями не должна превышать 50 мм.

Лабиринты и зазоры между панелями крышек люков должны рассматриваться как незащищенные отверстия крышек люков в отношении применения требований к расчетам остойчивости в неповрежденном и поврежденном состоянии.

В каждом трюме, который закрывается крышками, не защищенными от воздействия моря, должны устанавливаться приборы трюмной сигнализации.

В отношении укладки и расположения контейнеров с опасными грузами относительно друг друга, см. главу 3 циркуляра ИМО MSC/Circ. 1087.

7.10.6.28 Многопанельные люковые закрытия с поперечными и продольными связями должны обеспечиваться эффективными осушительными устройствами.

7.10.6.29 Нетто толщина листов комингсов люков на открытой палубе должна быть не менее определенной по следующим формулам:

для судов категории 1:

$$t = 0,0142s \sqrt{\frac{P_A}{0,95R_{eH}}}, \text{ мм}; \quad (7.10.6.29-1)$$

$$t_{\min} = 6 + L_1/100, \text{ мм}; \quad (7.10.6.29-2)$$

для судов категории 2:

$$t = 0,016s \sqrt{\frac{P_{\text{coam}}}{0,95R_{eH}}}, \text{ мм}; \quad (7.10.6.29-3)$$

$$t_{\min} = 9,5, \text{ мм}, \quad (7.10.6.29-4)$$

где P_A – давление в соответствии с 7.10.6.8, кН/м²;
 P_{coam} – давление в соответствии с 7.10.6.9, кН/м²;
 s – расстояние между ребрами жесткости, мм;
 $L_1 = L$, но не более 300 м.

Кроме того, как для судов категории 1, так и для судов категории 2 необходимо соблюдать требования к продольной прочности.

Устойчивость стенок продольных комингсов для судов категории 1 и категории 2 должна удовлетворять требованиям 1.6.5 части II «Корпус».

7.10.6.30 Ребра жесткости должны быть непрерывными в районах стоек комингса. Для ребер жесткости, закрепленных по обоим концам, нетто момент сопротивления Z , см³, и нетто площадь сечения A_{shr} , см², рассчитанные на основе толщины нетто, должны быть не менее:

для судов категории 1:

$$Z = \frac{P_A s l^2}{f_{bc} R_{eH}}; \quad (7.10.6.30-1)$$

$$A_{shr} = \frac{P_A s l}{R_{eH}} 10^{-2}, \quad (7.10.6.30-2)$$

где f_{bc} – 12 в общем;
 f_{bc} – 8 для концевых пролетов ребер жесткости, срезанных по углам комингса;
 l – пролет ребра жесткости, м, равный расстоянию между стойками комингса;
 s – расстояние между ребрами жесткости, мм.

Для ребер жесткости, концы которых срезаны в районе углов комингсов люков, площадь листа в районе жесткой опоры должны быть увеличены на 35 %. Брутто толщина листа комингса в районе незакрепленного конца ребра жесткости должна быть не менее, определенной по формуле

$$t_{gr} = 19,6 \sqrt{\frac{P_A s (l - 0,0005s)}{1000 R_{eH}}}, \text{ мм}; \quad (7.10.6.30-3)$$

для судов категории 2:

$$Z = 1,21 \frac{P_{Coam} s l^2}{f_{bc} c_p R_{eH}}, \quad (7.10.6.30-4)$$

где f_{bc} – 16 в общем;

f_{bc} – 12 для концевых пролетов ребер жесткости, срезанных по углам комингса;

l – длина ребра жесткости, м;

s – расстояние между ребрами жесткости, мм;

P_A – давление в соответствии с 7.10.6.8, кН/м²;

P_{Coam} – давление в соответствии с 7.10.6.9, кН/м²

c_p – отношение пластического момента сопротивления к упругому моменту сопротивления элементов жесткости присоединенного пояска, равное $40t$, где t – нетто толщина пояска, мм;

c_p – 1,16 при отсутствии точной оценки.

Горизонтальные ребра жесткости на комингсах люков для судов категории 1 и 2, участвующие в обеспечении продольной прочности корпуса, должны удовлетворять требованиям 1.6.5 части II «Корпус».

7.10.6.31 Стойки комингсов должны проектироваться с учетом действующих на них нагрузок, а также допустимых напряжений согласно 7.10.6.15.

В месте соединения стойки комингса и палубы (см. рис. 7.10.6.31-1 и 7.10.6.31-2) нетто момент сопротивления Z , см³, должен быть не менее

$$Z = \frac{P s_c H_c^2}{1,9 R_{eH}}, \text{ см}^3, \quad (7.10.6.31)$$

где H_c – высота стойки комингса, м;

s_c – расстояние между стойками, мм;

P – давление на комингс, взятое как P_A , определенное в 7.10.6.8 в целом, и как P_{Coam} , определенное в 7.10.6.9 для судов категории 2, кН/м².

Для других конструкций стоек, таких, как показано на рис. 7.10.6.31-3 и 7.10.6.31-4, напряжения должны быть определены методом конечных элементов. Рассчитанные напряжения должны соответствовать допустимым напряжениям согласно 7.10.6.15.

Стойки комингсов должны быть соответствующим образом подкреплены. При расчете момента сопротивления стоек комингса площадь их свободного пояска следует учитывать только в том случае, если она приварена к настилу палубы швами с полным проваром и установлена соответствующая подпалубная конструкция, способная выдерживать передаваемые ею напряжения.

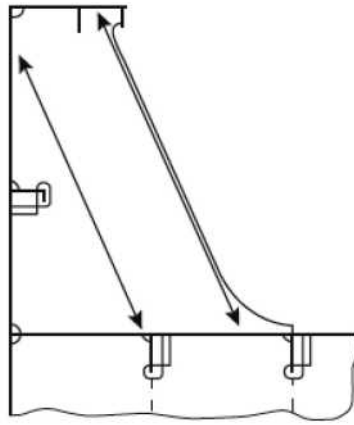


Рис. 7.10.6.31-1

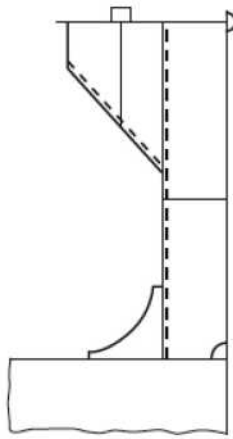


Рис. 7.10.6.31-2

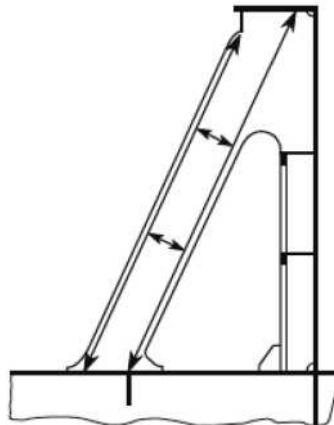


Рис. 7.10.6.31-3

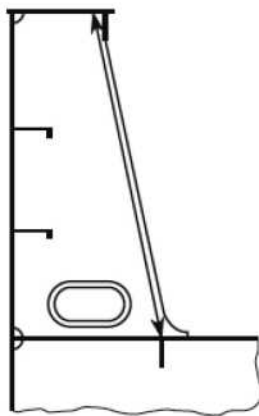


Рис. 7.10.6.31-4

7.10.6.32 Нетто толщина стойки комингса в месте соединения стойки комингса и палубы должна быть не менее

$$t_w = \frac{2P_s H_c}{h R_{eH}}, \quad (7.10.6.32)$$

где H_c – высота стойки комингса, м;
 h – высота стойки комингса в месте соединения с палубой, мм.

Рамная стойка комингса должны привариваться к палубе двусторонним угловым швом с катетом $a = 0,44t_w$.

На судах категории 2 нижние кромки стоек комингсов должны быть приварены к настилу палубы сварными швами с двусторонней разделкой кромок с полным или частичным проваром длиной не менее 15 % ширины стойки.

7.10.6.33 Комингсы люков, участвующие в обеспечении продольной прочности корпуса судна, должны проектироваться согласно требованиям 1.6.5 части II «Корпус».

Продольные комингсы люков длиной более $0,1L$, должны иметь подкрепляющие brackets или равноценные переходы и соответствующие конструкции, находящиеся под опорами, закрепленные с обоих концов. Подкрепляющие brackets должны быть приварены к палубе швами с полным проваром длиной не менее 300 мм.

7.10.6.34 Комингсы люков и поддерживающие их конструкции должны быть соответствующим образом усилены для восприятия нагрузок от крышек люков, действующих в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.

Подпалубные конструкции должны быть проверены на способность выдерживать нагрузки, передаваемые стойками.

Если не указано иное, сварные швы должны иметь размеры согласно требованиям 1.7 части II «Корпус», а сварочные материалы должны выбираться согласно требованиям 2.2 части XIV «Сварка».

7.10.6.35 На судах, перевозящих палубные грузы, такие как лес, уголь или кокс, расстояние между стойками комингсов должно быть не более 1,5 м.

Листы комингсов должны доводиться до нижней кромки палубных бимсов, или в плоскости комингсов должны устанавливаться карлингсы, листы которых также должны доводиться до нижней кромки палубных бимсов. В обоих случаях листы должны заканчиваться фланцем или свободным пояском, или полукруглым прутком (см. рис. 7.10.6.35).

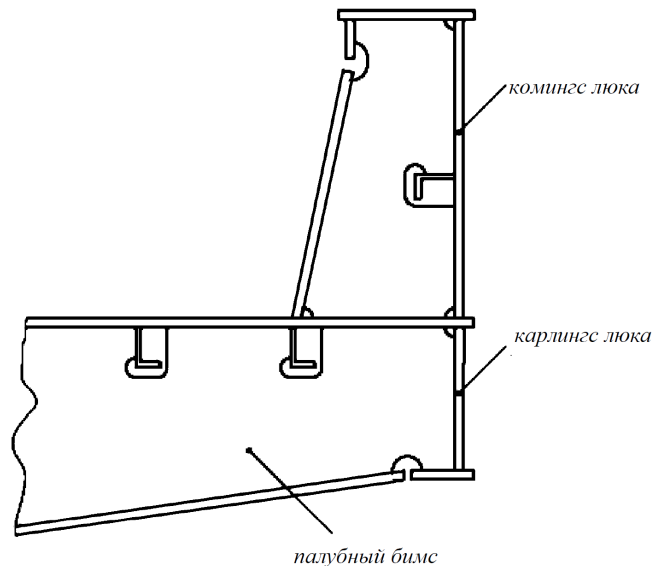


Рис. 7.10.6.35

7.10.6.36 Если осушительные каналы проходят внутри ленты уплотнительного материала/прокладки, в виде водопотока или вертикального продолжения стороны люка и поперечного комингса, в соответствующих местах осушительных каналов должны быть предусмотрены осушительные отверстия.

Осушительные отверстия в комингсах люков должны размещаться на достаточном расстоянии от районов концентрации напряжения (например, углов люка, переходов к грузовым колоннам и т.д.).

Для предотвращения проникновения воды извне, осушительные отверстия должны размещаться на концах осушительных каналов и должны быть оборудованы невозвратными клапанами. Недопустимо присоединять для этой цели к осушительным отверстиям пожарные рукава.

Если между крышкой люка и конструкцией судна имеется непрерывный внешний контакт стальных поверхностей, то необходимо также обеспечить осушение пространства между контактом стали и уплотнительным материалом/прокладкой.

7.10.6.37 Для защиты люковых закрытий от воздействия моря должны быть установлены задраивающие устройства между закрытием и комингсом, а также в углах крышки. Достаточное давление уплотнительного материала/прокладки должно быть обеспечено.

Задраивающие устройства должны обеспечивать предотвращение смещения крышки относительно комингса из-за деформации корпуса судна.

Задраивающие устройства должны иметь надежную конструкцию и должны прочно крепиться к комингсам люков, палубам или крышкам. Отдельные задраивающие устройства на каждой крышке люка должны иметь приблизительно одинаковые характеристики жесткости.

Учитывая требования 7.10.6.21, на каждой стороне крышки люка должно размещаться достаточное количество задраивающих устройств. Это также относится к люковым закрытиям, состоящих из нескольких секций.

7.10.6.38 При использовании стержневых задраивающих устройств, должны применяться эластичные шайбы или прокладки.

При использовании гидравлических задраивающих устройств, на случай отказа гидравлической системы, необходимо обеспечить средствами механической блокировки и удержания крышки люка в закрытом состоянии.

7.10.6.39 Брутто площадь поперечного сечения устройств крепления, см², должна быть не менее определенной по формуле

$$A = 0,28qS_{SD}k_l, \quad (7.10.6.39)$$

где q – давление уплотнительной прокладки, Н/мм; минимум 5 Н/мм;
 S_{SD} – расстояние между заdraивающими устройствами, м, но не менее 2 м;
 $k_l = \left(\frac{235}{R_{eH}}\right)^e$;
 R_{eH} – минимальный предел текучести материала, Н/мм², но не более $0,7R_m$, где R_m – напряжение при растяжении материала, Н/мм²;
 $e = 0,75$ при $R_{eH} > 235$ Н/мм²;
 $e = 1,00$ при $R_{eH} \leq 235$ Н/мм².

Для люков с площадью более 5 м² диаметр стержней или болтов должен составлять не менее 19 мм.

Задраивающие устройства специальной конструкции, на которые действуют значительные напряжения при изгибе или при сдвиге, могут проектироваться как противоподъемные устройства согласно 7.10.6.40. В качестве нагрузки следует применить давление уплотнительной прокладки q , умноженное на расстояние между заdraивающими устройствами S_{SD} .

7.10.6.40 Задраивающие устройства люковых крышек, на которых закрепляется груз, должны проектироваться с учетом подъемных сил, возникающих вследствие нагрузок, действующих согласно 7.10.6.12 — 7.10.6.14, см. рис. 7.10.6.40. Следует учитывать несимметричные загрузки, которые могут иметь место на практике. При таких загрузках эквивалентное напряжение заdraивающих устройств не должно превышать

$$\sigma_{vm} = 150/k_l, \text{ Н/мм}^2. \quad (7.10.6.40)$$

Примечание. Варианты частичной нагрузки, приведенные в табл. 7.10.6.13, могут охватывать не все несимметричные загрузки, критические для подъема люкового закрытия.

В случае, когда противоподъемные устройства не устанавливаются, см. главу 5.6 актуальной² ревизии рекомендации МАКО № 14 (документ доступен на сайте МАКО www.iacs.org.uk).

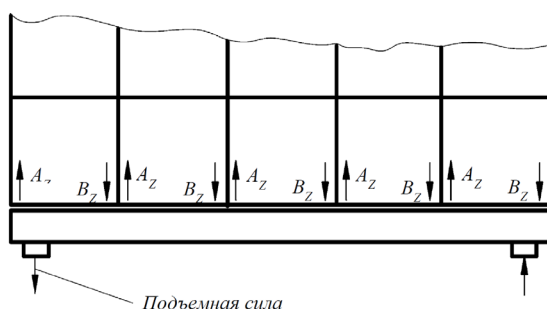


Рис. 7.10.6.40
Подъемные силы в районе люкового закрытия

7.10.6.41 Для расчета опор люкового закрытия необходимо рассчитать горизонтальные силы $F_h = ta$ при следующих значениях ускорения:

$a_x = 0,2g$ в продольном направлении;

$a_y = 0,5g$ в поперечном направлении;

t — сумма массы груза, закрепленного на люковом закрытии, и массы крышки люка.

Ускорения в продольном и поперечном направлениях допускается не рассматривать как действующие одновременно.

² Действующему на дату настоящей версии Правил.

7.10.6.42 Для восприятия сил, возникающих в вариантах загрузки согласно 7.10.6.5 — 7.10.6.14, а также горизонтальных сил согласно 7.10.6.41, должны быть предусмотрены специальные опоры, которые должны быть рассчитаны на номинальные поверхностные давления, не превышающие следующие значения:

$$P_{n\max} = dP_n, \text{ Н/мм}^2, \quad (7.10.6.42-1)$$

где $d = 3,75 - 0,015L$;
 $d_{\max} = 3,0$;
 $d_{\min} = 1,0$ в общем случае;
 $d_{\min} = 2,0$ для случаев частичной загрузки, см. 7.10.6.13;
 P_n – допустимое номинальное поверхностное давление, см. табл. 7.10.6.42.

Для металлических несущих поверхностей, не подвергающихся относительным смещениям, номинальное поверхностное давление рассчитывается по формуле

$$P_{n\max} = 3P_n, \text{ Н/мм}^2. \quad (7.10.6.42-2)$$

В Регистр должны быть представлены чертежи опор. На чертежах опор должно быть указано допустимое максимальное давление, указанное изготовителем материала.

Если ожидаются значительные относительные смещения несущих поверхностей, рекомендуется использование материала, обладающего высокой устойчивостью к износу и трению.

Конструкции, находящиеся под опорами, должны быть спроектированы таким образом, чтобы распределение давления на них было равномерным.

Независимо от размещения стопоров, опоры должны выдерживать следующую силу P_h в продольном и поперечном направлении:

$$P_h = \mu \frac{P_V}{\sqrt{d}}, \quad (7.10.6.42-3)$$

где P_V – вертикальная реакция опоры;
 μ – коэффициент трения, в общем случае равный 0,5.

Для неметаллических с малым коэффициентом трения опор на стальной поверхности, коэффициент трения может быть снижен, но не должен быть менее 0,35.

Опоры и конструкции, примыкающие к ним и находящиеся под ними, должны рассчитываться таким образом, чтобы не превышались значения допустимых напряжений согласно 7.10.6.15.

Таблица 7.10.6.42

Допустимое номинальное поверхностное давление P_n

Материал опоры	P_n , Н/мм ² , при действии	
	вертикальной силы	горизонтальной силы (на стопоры)
Судостроительная сталь	25	40
Закаленная сталь	35	50
Низкофрикционные материалы	50	—

7.10.6.43 Люковые закрытия должны быть надежно закреплены, чтобы предотвратить их горизонтальное смещение. Крышки люков, на которых перевозится груз, должны быть обеспечены стопорами.

Для определения размеров стопоров и конструкций, находящихся под ними, должна применяться большая из нагрузок, определенных согласно 7.10.6.8 и 7.10.6.41.

Допустимое напряжение, действующее на стопоры, конструкции, находящиеся под ними, люковое закрытие и комингсы, должно определяться согласно 7.10.6.14. Дополнительно должны соблюдаться требования 7.10.6.42.

На судах категории 2 должны выполняться следующие дополнительные требования. Люковые закрытия должны быть надежно закреплены с помощью стопоров от поперечных усилий, возникающих при давлении 175 кН/м^2 .

За исключением люкового закрытия № 1, люковые закрытия должны быть надежно закреплены с помощью стопоров против продольных усилий, действующих на переднюю часть, возникающих при давлении 175 кН/м^2 .

Люковое закрытие № 1 должно быть надежно закреплено с помощью стопоров против продольных усилий, действующих на переднюю часть давлением 230 кН/м^2 .

Это давление может быть снижено до 175 кН/м^2 , если конструкция бака отвечает требованиям УТ МАКО S28.

Напряжения, возникающие в стопорах и их опорных конструкциях, а также в сварных соединениях стопоров, не должны превышать допускаемых значений, равных $0,8R_{eH}$.

7.10.6.44 Добавки на коррозию (запас на износ) t_s , мм, для конструкций крышек и комингсов люков приведены в табл. 7.10.6.44.

Таблица 7.10.6.44

Добавки на коррозию t_s для крышек и комингсов люков

Применение	Конструкция	t_s , мм
Грузовые люки, находящиеся на открытой палубе судов, перевозящих контейнеры, автомобили, бумагу, пассажирских судов	Люковые закрытия	1,0
	Комингсы люков	1,5
Грузовые люки, находящиеся на открытой палубе судов категории 2	Люковые закрытия обычной конструкции	2,0
	Верхние и нижние листы обшивки люковых закрытий с двойной обшивкой	2,0
	Внутренняя конструкция люковых закрытий с двойной обшивкой	1,5
	Комингсы люков и стойки комингсов	1,5
Грузовые люки, находящиеся на открытой палубе остальных судов	Люковые закрытия обычной конструкции	2,0
	Верхние и нижние листы обшивки крышек люков с двойной обшивкой	1,5
	Внутренняя конструкция крышек люков с двойной обшивкой и закрытых коробчатых конструкций	1,0
	Комингсы люков, не участвующие в общей продольной прочности корпуса	1,5
	Комингсы люков, участвующие в общей продольной прочности корпуса	2
	Стойки комингсов и ребра жесткости	1,5

».

Глава 7.13 и ссылка на нее в пункте **7.5.1.1** исключаются. Нумерация существующих глав **7.14** и **7.15** изменяется на **7.13** и **7.14** соответственно.