

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

РЕЗОЛЮЦИЯ MSC.245(83) (принята 12 октября 2007 года)

РЕКОМЕНДАЦИЯ О ТИПОВОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ УСТРОЙСТВ ПЕРЕТОКА

КОМИТЕТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРЕ,

ССЫЛАЯСЬ на статью 28 б) Конвенции о Международной морской организации, касающуюся функций Комитета,

ССЫЛАЯСЬ ТАКЖЕ на резолюцию А.266(VIII), озаглавленную «Рекомендация о типовом методе установления соответствия требованиям к устройствам перетока на пассажирских судах», принятую Ассамблей на ее восьмой сессии,

ОТМЕЧАЯ, что в вышеуказанную рекомендацию не включены положения по устройствам перетока иным, чем трубы (т. е. время перетока через каналы) или положение по обеспечению необходимой вентиляции для эффективного перетока (т.е. принимающую во внимание ограничивающее действие противодавления воздуха во время перетока),

ОТМЕЧАЯ ТАКЖЕ пересмотренные требования главы II-1 Конвенции СОЛАС по делению на отсеки и остойчивости в поврежденном состоянии для пассажирских и грузовых судов, которые он принял резолюцией MSC.216(82),

ПРИЗНАВАЯ необходимость установления методологии для оценки устройств перетока на судах в соответствии с применимыми требованиями по делению на отсеки и остойчивости в поврежденном состоянии главы II-1 Конвенции СОЛАС для обеспечения единого толкования устройств перетока и выравнивания,

РАССМОТРЕВ рекомендации, сделанные Подкомитетом по остойчивости, грузовой марке и безопасности рыболовных судов на его пятидесятой сессии,

1. ОДОБРЯЕТ Рекомендацию о типовом методе оценки устройств перетока, текст которой изложен в приложении к настоящей резолюции;

2. ПРЕДЛАГАЕТ правительствам применять Рекомендацию, содержащуюся в приложении, при расчетах перетока и довести Рекомендацию до сведения всех заинтересованных сторон.

ПРИЛОЖЕНИЕ

РЕКОМЕНДАЦИЯ О ТИПОВОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ УСТРОЙСТВ ПЕРЕТОКА

Содержание	Стр.
1 Определения	3
2 Формулы	4
3 Критерии вентиляции воздушных труб.....	5
4 Альтернативы	5
Добавление 1 Пример углов крена и уровней воды на разных стадиях перетока.....	6
Добавление 2 Коэффициенты трения в устройстве перетока.....	7
Добавление 3 Пример с использованием цифр для пассажирского судна.....	10

1 Определения

$\sum k$: Сумма коэффициентов трения в рассматриваемом устройстве перетока.

$S (\text{м}^2)$: Площадь поперечного сечения перепускного канала или трубы. Если поперечное сечение не является кругом, то:

$$S_{equiv} = \frac{\pi \cdot D_{equiv}^2}{4},$$

где:

$$D_{equiv} = \frac{4 \cdot A}{p}$$

A – действительная площадь поперечного сечения

p – действительный периметр поперечного сечения.

$\theta_0 (\circ)$: Угол до начала перетока. Предполагается, что устройство перетока полностью погружено в воду, но никакое количество воды не попало в отсек выравнивания с противоположной стороны от повреждения (см. добавление 1).

$\theta_f (\circ)$: Угол крена в конечном равновесии ($\theta_f \leq \theta$).

$\theta (\circ)$: Любой угол крена между началом перетока и конечным равновесием в определенное время.

$W_f (\text{м}^3)$: Объем воды, который используется для того, чтобы привести судно из положения начала перетока θ_0 к финальному равновесию θ_f .

$W_\theta (\text{м}^3)$: Объем воды, который требуется для приведения судна из любого угла крена θ к конечному равновесию θ_f .

$H_0 (\text{м})$: Напор воды до начала перетока с тем же условием, что и θ_0 .

$H_\theta (\text{м})$: Напор воды, когда достигнут любой угол крена θ .

$h_f (\text{м})$: Конечный уровень воды после перетока ($h_f = 0$, когда уровень внутри отсека выравнивания равен свободной поверхности моря).

2 Формулы

2.1 Время, необходимое от начала перетока θ_0 до конечного равновесия θ_f :

$$T_f = \frac{2W_f}{S \cdot F} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_f}{H_0}}\right)}{\sqrt{2gH_0}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_f}{H_0}\right)}$$

2.2 Время, необходимое для того, чтобы привести судно из любого угла крена θ к конечному равновесию θ_f :

$$T_\theta = \frac{2W_\theta}{S \cdot F} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_f}{H_\theta}}\right)}{\sqrt{2gH_\theta}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_f}{H_\theta}\right)}$$

2.3 Время от начала перетока θ_0 до достижения любого угла крена θ :

$$T = T_f - T_\theta$$

2.4 Не имеющий величины коэффициент снижения скорости, зависящий от устройства выравнивания, который является функцией изгибов, клапанов и т. д. в системе перетока:

$$F = \frac{1}{\sqrt{\sum k}},$$

где F не должно приниматься больше 1.

Значения k могут быть получены из добавления 2 или других соответствующих источников.

2.5 Переток через последовательные устройства различных сечений:

Если один и тот же поток пересекает последовательные устройства затопления с поперечными сечениями $S_1, S_2, S_3\dots$, имеющими соответствующий коэффициент трения $k_1, k_2, k_3\dots$, то общий коэффициент k по отношению к S_1 равен:

$$\Sigma k = k_1 + k_2 \cdot S_1^2 / S_2^2 + k_3 \cdot S_1^2 / S_3^2 \dots$$

2.6 Если разные устройства затопления не пересекаются одним и тем же объемом, каждый коэффициент k следует умножить на квадрат отношения объема, пересекающего устройство, и объема, пересекающего расчетное сечение (которое будет использоваться для расчета времени):

$$\Sigma k = k_1 + k_2 \cdot S_1^2 / S_2^2 \cdot W_2^2 / W_1^2 + k_3 \cdot S_1^2 / S_3^2 \cdot W_3^2 / W_1^2 \dots$$

2.7 При перетоке через устройства, расположенные параллельно и ведущие в одно и то же помещение, время выравнивания должно рассчитываться на основании предположения, что:

$$S \cdot F = S_1 \cdot F_1 + S_2 \cdot F_2 + \dots,$$

где $F = 1 / \sqrt{\sum k}$ для каждого устройства поперечного сечения S_i

3 Критерии вентиляции воздушных труб

3.1 Для устройств, где общая площадь сечения воздушной трубы составляет 10% или более поперечного сечения перетока, в расчетах перетока ограничивающим эффектом любого противодавления воздуха можно пренебречь. Площадь сечения воздушной трубы должна приниматься как минимальная или как чистая площадь сечения любого автоматического закрывающего устройства, если это меньше.

3.2 Для устройств, где общая площадь сечения воздушной трубы составляет менее 10% поперечного сечения перетока, ограничивающий эффект любого противодавления воздуха следует учитывать в расчетах перетока. Для этой цели может применяться следующий метод:

Коэффициент k , используемый в расчете времени перетока, должен принимать во внимание понижение уровня в воздушной трубе. Это можно сделать путем применения эквивалентного коэффициента k_e , который рассчитывается по следующей формуле:

$$k_e = k_w + k_a \cdot (\rho_a / \rho_w) \cdot (S_w / S_a)^2,$$

где:

k_w	—	коэффициент k для устройства перетока (вода)
k_a	—	коэффициент k для воздушной трубы
ρ_a	—	плотность воздуха
ρ_w	—	плотность воды
S_w	—	площадь поперечного сечения устройства перетока (вода)
S_a	—	поперечное сечение воздушной трубы

4 Альтернативы

В качестве альтернативы положениям разделов 2 и 3, а также для устройств, иных чем те, что приведены в добавлении 2, может также использоваться прямой расчет с применением расчетной гидродинамики (CFD), моделирования во временной области или модельного испытания.

ДОБАВЛЕНИЕ 1

ПРИМЕР УГЛОВ КРЕНА И УРОВНЕЙ ВОДЫ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПЕРЕТОКА

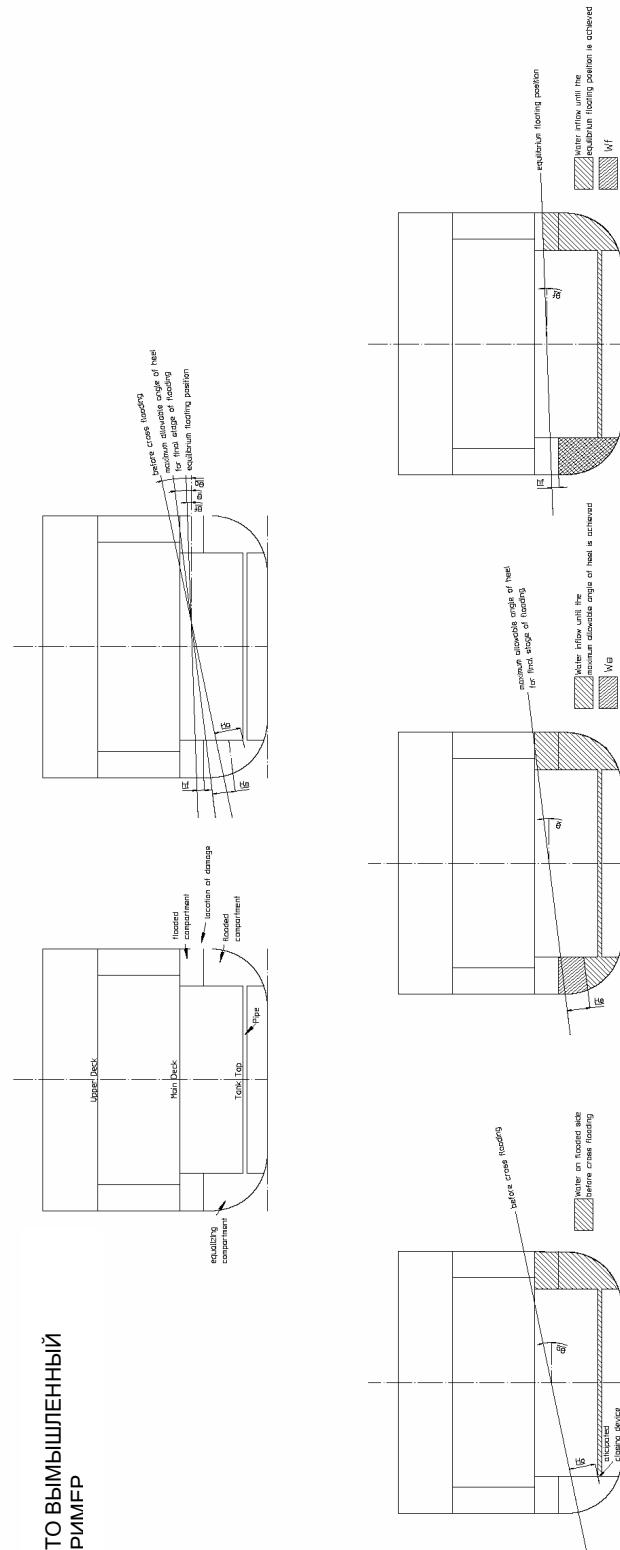


Рисунок 1

ЭТО ВЫМЫШЛЕННЫЙ
ПРИМЕР

ДОБАВЛЕНИЕ 2

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРЕНИЯ В УСТРОЙСТВЕ ПЕРЕТОКА

<p>РИСУНОК 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>R/D</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>.30</td> <td>.26</td> <td>.23</td> <td>.20</td> <td>.18</td> <td>.17</td> </tr> </tbody> </table> <p>90° КРУГОВОЙ ИЗГИБ</p>	R/D	2	3	4	5	6	7	k	.30	.26	.23	.20	.18	.17	<p>РИСУНОК 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>alpha°</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>45</th> <th>60</th> <th>75</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>.06</td> <td>.12</td> <td>.18</td> <td>.24</td> <td>.27</td> <td>.30</td> </tr> </tbody> </table> <p>ИЗГИБ РАДИУСА R/D = 2</p>	alpha°	15	30	45	60	75	90	k	.06	.12	.18	.24	.27	.30
R/D	2	3	4	5	6	7																							
k	.30	.26	.23	.20	.18	.17																							
alpha°	15	30	45	60	75	90																							
k	.06	.12	.18	.24	.27	.30																							
<p>РИСУНОК 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>alpha°</th> <th>5</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>45</th> <th>60</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>.02</td> <td>.06</td> <td>.17</td> <td>.32</td> <td>.68</td> <td>1.26</td> </tr> </tbody> </table> <p>ИЗГИБ ПОД УГЛОМ 45°</p>	alpha°	5	15	30	45	60	90	k	.02	.06	.17	.32	.68	1.26	<p>РИСУНОК 5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>L/D</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>.41</td> <td>.40</td> <td>.43</td> <td>.46</td> <td>.46</td> <td>.44</td> </tr> </tbody> </table> <p>ДВОЙНОЙ ИЗГИБ ПОД УГЛОМ 45°</p>	L/D	1	2	3	4	5	6	k	.41	.40	.43	.46	.46	.44
alpha°	5	15	30	45	60	90																							
k	.02	.06	.17	.32	.68	1.26																							
L/D	1	2	3	4	5	6																							
k	.41	.40	.43	.46	.46	.44																							
<p>РИСУНОК 6</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>t/D</th> <th>.01</th> <th>.02</th> <th>.03</th> <th>.04</th> <th>.05</th> <th>.105</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>.83</td> <td>.68</td> <td>.53</td> <td>.46</td> <td>.44</td> <td>.43</td> </tr> </tbody> </table> <p>ВХОДНОЕ ОТВЕРСТИЕ ТРУБЫ</p>	t/D	.01	.02	.03	.04	.05	.105	k	.83	.68	.53	.46	.44	.43	<p>РИСУНОК 7</p> <p>к = 1,0 ВЫПУСКНОЕ ОТВЕРСТИЕ ТРУБЫ</p>														
t/D	.01	.02	.03	.04	.05	.105																							
k	.83	.68	.53	.46	.44	.43																							
<p>РИСУНОК 8</p> <p>к = 0,5 НЕВОЗВРАТНЫЙ КЛАПАН</p>	<p>РИСУНОК 9</p> <p>к = $\frac{0,02}{D}$ на длину единицы ПОТЕРИ НА ТРЕНИИ</p> <p>Вышеуказанный коэффициент представляет собой среднюю величину и не изменяется, как число Рейнольдса (т.е. изменяется с V для постоянных D и v), а также при относительной шероховатости.</p>																												
<p>РИСУНОК 10</p> <p>к = 0,3 КЛИНКЕТ</p>	<p>РИСУНОК 11</p> <p>к = 0,8 ДРОССЕЛЬНЫЙ КЛАПАН</p>																												
<p>РИСУНОК 12</p> <p>к = 0,8 ДИСКОВЫЙ КЛАПАН</p>																													

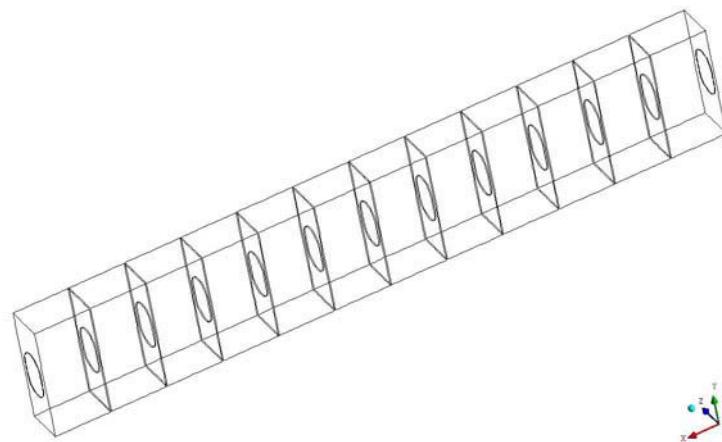
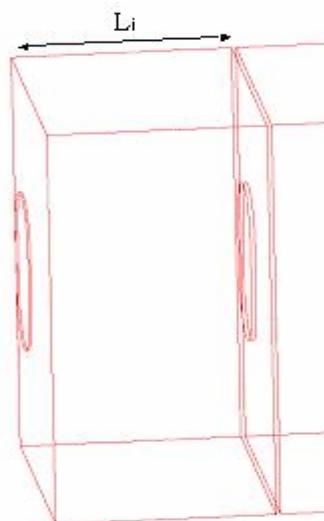


Рисунок 13
Переток через серию конструктивных каналов с 1 горловиной

$$\begin{aligned}
 k &= 0,2748 \cdot L_i + 0,0313 && \text{если } 0 < L_i < 1 \\
 k &= -0,0986 \cdot L_i^3 + 0,6873 \cdot L_i^2 - 1,0212 \cdot L_i + 0,7386 && \text{если } 1 \leq L_i \leq 4 \\
 k &= 1,34 && \text{если } L_i > 4
 \end{aligned}$$

Примечание. k – это коэффициент трения, относящийся к каждому помещению между двумя примыкающими стрингерами. k определяется по фактической площади поперечного сечения, поэтому в расчетах следует использовать действительную площадь поперечного сечения A , а не S_{equiv} . В расчете уже заложена потеря давления при входе в первую горловину, а для учета потерь на выходе следует прибавить $k = 1$.



L_i (в метрах)

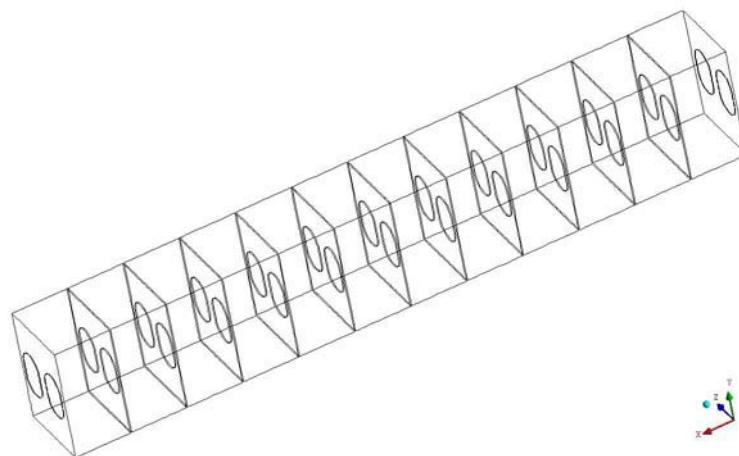


Рисунок 14
Переток через ряд конструктивных каналов с 2 горловинами

$$k = 0,4045 \cdot L_i + 0,0627$$

если $0 < L_i < 1$

$$k = 0,0424 \cdot L_i^3 - 0,3593 \cdot L_i^2 + 1,1401 \cdot L_i - 0,356$$

если $1 \leq L_i \leq 4$

$$k = 1,17$$

если $L_i > 4$

Примечание. k – это коэффициент трения, относящийся к каждому помещению между двумя примыкающими стрингерами. k определяется по фактической площади поперечного сечения, поэтому в расчетах следует использовать действительную площадь поперечного сечения A , а не S_{equiv} . В расчете уже заложена потеря давления при входе в первую горловину, а для учета потерь на выходе следует прибавить $k = 1$.

ДОБАВЛЕНИЕ 3**ПРИМЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФР ДЛЯ ПАССАЖИРСКОГО СУДНА**

Измерения рассматриваемой трубы перетока:

Диаметр	$D = 0,39 \text{ м}$
Длина	$l = 21,0 \text{ м}$
Площадь поперечного сечения	$S = 0,12 \text{ м}^2$
Толщина стенки	$t = 17,5 \text{ мм}$

величины k для рассматриваемой системы перетока:

Вход	0,45
Трение трубы $\frac{0,02l}{D}$	1,08
2 изгиба радиуса ($\alpha = 45^\circ$)	0,36
Невозвратный клапан	0,50
Выход	<u>1,00</u>
	$\sum k = 3,39$

Предполагается, что обеспечена достаточная вентиляция.

Из этого следует:

$$F = \frac{1}{\sqrt{\sum k}}$$

$$F = \frac{1}{\sqrt{3,39}} = 0,54$$

Время от начала перетока θ_o до состояния конечного равновесия θ_f :

$$T_f = \frac{2W_f}{S \cdot F} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_f}{H_0}}\right)}{\sqrt{2gH_0}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_f}{H_0}\right)}$$

Уровень воды до начала перетока:

$$H_0 = 5,3 \text{ м}$$

Объем воды, необходимый для того, чтобы привести судно из состояния начала перетока в состояние конечного равновесия:

$$W_f = 365 \text{ м}^3$$

Конечный уровень воды после перетока:

$$h_f = 1,5 \text{ м}$$

$$T_f = \frac{2 \cdot 365 \text{ м}^3}{0,12 \text{ м}^2 \cdot 0,54} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{1,5 \text{ м}}{5,3 \text{ м}}}\right)}{\sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5,3 \text{ м}}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,5 \text{ м}}{5,3 \text{ м}}\right)}$$

$$T_f = 721 \text{ с} = 12,0 \text{ мин}$$

Время, необходимое для того, чтобы привести судно от максимально допустимого угла крена финальной стадии затопления θ к состоянию конечного равновесия θ_f :

$$T_\theta = \frac{2W_\theta}{S * F} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_f}{H_\theta}}\right)}{\sqrt{2gH_\theta}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_f}{H_\theta}\right)}$$

Максимально допустимый угол крена конечной стадии затопления $\theta = 7^\circ$

Уровень воды, когда достигнут максимально допустимый угол крена конечной стадии затопления $H_\theta = 3,7 \text{ м}$

Объем воды, необходимый, чтобы привести судно от максимально допустимого угла крена конечной стадии затопления к состоянию конечного равновесия $W_\theta = 160 \text{ м}^3$

$$T_\theta = \frac{2 \cdot 160 \text{ м}^3}{0,12 \text{ м}^2 \cdot 0,54} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{1,5 \text{ м}}{3,7 \text{ м}}}\right)}{\sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3,7 \text{ м}}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,5 \text{ м}}{3,7 \text{ м}}\right)}$$

$$T_\theta = 354 \text{ с} = 5,9 \text{ мин}$$

Время от начала затопления θ_o до достижения максимально допустимого угла крена конечной стадии затопления θ :

$$T = T_f - T_\theta = 12,0 \text{ мин} - 5,9 \text{ мин} = 6,1 \text{ мин}$$
