МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

974 КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МОРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА, В ТОМ ЧИСЛЕ С ЗАВОДСКОЙ НАРУЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

РД 31.11.21.23.31—85

gost.e-ecolog.ru

Разработан Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом морского флота (ЦНИИМФом)
Директор ЦНИИ морского флота *Ю. И. Панин*
Заместитель директора канд. экон. наук *А. А. Пантин*
Заведующий отделом канд. техн. наук *Ю. М. Иванов*
Заведующий лабораторией канд. техн. наук *М. Н. Гаврилов*
Ответственный исполнитель *Е. Б. Карпович*

Согласован Всесоюзным объединением мореплавания и аварийно-спасательных работ
Зам. начальника инспекции мореплавания *В. К. Залеев*
Отделом охраны труда и техники безопасности
Начальник отдела *Т. Н. Новиков*
Отделом военизированной охраны
Начальник ОВОХР *И. А. Беднов*

Внесен Главным управлением перевозок, эксплуатации флота и портов
Зам. начальника Главфлота *Б. В. Черепанов*

Карта технологического режима (КТР) морской перевозки труб большого диаметра, в том числе с заводской наружной изоляцией

РД 31.11.21.23.31—85
Вводится взамен разделов 1, 4, 5 и приложений (касающихся морской перевозки) Технических условий перевозки, перегрузки и складирования стальных электросварных труб большого диаметра с заводской наружной изоляцией (РД 31.11.21.18—80)

Утвержден Минморфлотом 11.07.85
Срок введения в действие установлен с 01.09.85

Требования КТР наряду с требованиями разделов 2.1 и 2.2 Правил безопасности морской перевозки генгрузов. Часть 2. Специальные требования к перевозке генгрузов по категориям и группам. Металлопродукция (РД 31.11.21.23—82) устанавливают технологический режим морской перевозки стальных труб диаметром от 530 до 1620 мм, в том числе с заводской наружной изоляцией (полиэтиленовым пакетированием).

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗА

1.1. Технические характеристики труб приведены в приложении 1 к РД 31.11.21.23—82.

1.2. Характеристики полиэтиленового покрытия: толщина 2,5—7,0 мм; допускаемая линейная нагрузка при температуре 40 °С — 20 тс/м, при температуре 80 °С — 5 тс/м; коэффициент трения пары полиэтилен—полиэтилен без смазки—0,69, при смачивании водой—0,48, средний расчетный при температуре 20 °С — 0,45, пары полиэтилен—резина — 0,7, полиэтилен—дерево — 0,5; рабочие температуры (—45÷+80 °С).

1.3. Полиэтиленовое покрытие труб чрезвычайно подвержено механическим повреждениям от контактов с твердыми предметами. Для исключения соприкосновений покрытия с металлическими конструкциями судна и системы крепления должны применяться деревянные брусья, доски, резина, войлок и тому подобные мягкие материалы.

1.4. Трубы, уложенные и закрепленные на судне в соответствии с требованиями РД 31.11.21.23—82 и настоящего Дополнения, являются несмещаемым грузом в обычных эксплуатационных условиях плавания. Прочность системы крепления труб на верхней палубе ограничена нагрузками, возникающими при а в а р и й н о м крене судна более 40°. В этом случае происходит аварийный сброс штабе-

ля, сообщающий запас плавучести и остойчивости для продолжения борьбы за живучесть судна.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ И КРЕПЛЕНИЮ

В дополнение к требованиям разделов 2.1 и 2.2 Специальных требований к перевозке металлопродукции (РД 31.11.21.23—82) при перевозке труб должны выполняться следующие требования.

2.1. Укладка труб с полиэтиленовым покрытием в грузовых помещениях должна производиться либо вдоль, либо поперек судна, либо комбинированно — по большей вместимости. При комбинированной укладке поперек судна укладываются трубы без покрытия.

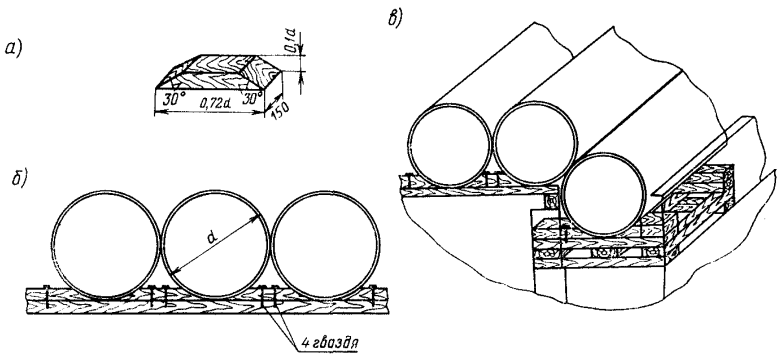


Рис. 1

При поперечной укладке труб смежные ярусы должны быть сдвинуты на 1 м к противоположным бортам, а между трубами нижнего яруса должен оставляться зазор в 10—15 мм.

2.2. В случае применения прокладок, требуемых п. 2.2.8 РД 31.11.21.23—82, досок шириной 125 или 100 мм количество поперечных прокладок должно быть увеличено на одну или две соответственно. Каждая пара деревянных прокладок должна быть связана между собой продольными брусьями (рис. 1, *в*) либо другим способом, обеспечивающим прочность и устойчивость от выбивания их волной.

2.3. С целью упрощения технологии создания специальных опор под трубами нижнего яруса допускается применять вместо клиньев и трафарета по пп. 2.2.9 и 2.2.10 РД 31.11.21.23—82 двухсторонние клинья размеров и форм, показанных на рис. 1, *а*.

2.4. В этом случае первую трубу яруса устанавливают на прокладки по месту параллельно диаметральной плоскости судна. Под трубу с обеих сторон на каждой прокладке вплотную подводят двухсторонние клинья и прибивают их не менее чем четырьмя гвоздями каждый к деревянным прокладкам.

2.5. Очередную трубу укладывают на прокладки вплотную к свободным наклонным граням прибитых клиньев и погруженной трубе. Устанавливают и прибивают следующие двухсторонние клинья на каждой прокладке.

2.6. При отсутствии бруса необходимой толщины (0,1) допускается изготавливать двухсторонние клинья из двух наложенных друг на друга и сбитых гвоздями досок суммарной толщиной не менее требуемой.

2.7. Необходимо иметь в виду, что изложенная технология предъявляет высокие требования к точности соблюдения размеров двухсторонних клиньев, поэтому при их изготовлении рекомендуется использовать специальные «кондукторы».

2.8. При креплении штабеля труб на верхней палубе вначале необходимо обтянуть втугую найтовы, заведенные «внахлест», а затем «поперечные».

2.9. При числе ярусов в поперечном штабеле труб на верхней палубе более двух допускается производить индивидуальное крепление только труб, образующих наружную поверхность штабеля.

2.10. Типовой план загрузки (ТПЗ) трубами большого диаметра судов типа «Николай Новиков» приведен в приложении.

3. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Перевозка труб должна производиться в грузовых помещениях, имеющих люки достаточных размеров для погрузки-выгрузки труб в горизонтальном положении.

3.2. Пустоты, образующиеся в грузовых помещениях при поперечной укладке труб, должны быть перекрыты или уменьшены сетками безопасности, надувными подушками, путем сдвига труб в смежных ярусах на 1 м к противоположным бортам или другими мерами, одобренными в установленном порядке.

3.3. Погрузка и выгрузка труб в четвертом и последующих ярусах на верхней палубе должны производиться автоматическими захватными приспособлениями.

3.4. Найтовы должны подаваться наверх штабеля и сниматься с помощью судовых и береговых перегрузочных средств.

3.5. Обувь работающих, занятых перегрузкой и креплением-раскреплением труб, должна быть на резиновой подошве без выступающих металлических частей, гвоздей, шпилек.

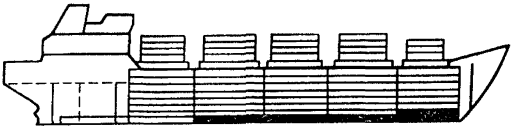
3.6. Каждый работающий на высоте должен быть обеспечен предохранительным поясом со страховочным концом (желательно с инерционным тормозом). Для крепления страховочных концов в диаметральной плоскости судна по всей длине штабеля труб на высоте 1100 мм устанавливается леерное устройство, состоящее из одиночного каната и промежуточных стоек-опор.

3.7. Для подъема людей на штабель и перехода со штабеля на штабель должны устанавливаться трапы (сходни) и переходные мостки. Их конструкция должна соответствовать требованиям Правил техники безопасности на судах морского флота. Допускается

проход людей в касках сквозь трубы диаметром 1220 мм и более, уложенные на верхней палубе.

3.8. Для обеспечения отдачи найтовов в случае большого аварийного крена в их состав должны быть включены глаголь-гаки или другие аналогичные устройства, расположенные так, чтобы ими можно было безопасно воспользоваться.

Разработан ЦНИИ морского флота	**Типовой план загрузки (ТПЗ) судна типа «Николай Новиков» трубами большого диаметра**	Приложение к РД 31.11.21.23.31—85 Утверждено ММФ 11.07.85
	Настоящий план загрузки составлен в соответствии с требованиями РД 31.11.21.23—82 и РД 31.11.21.23.31—85	



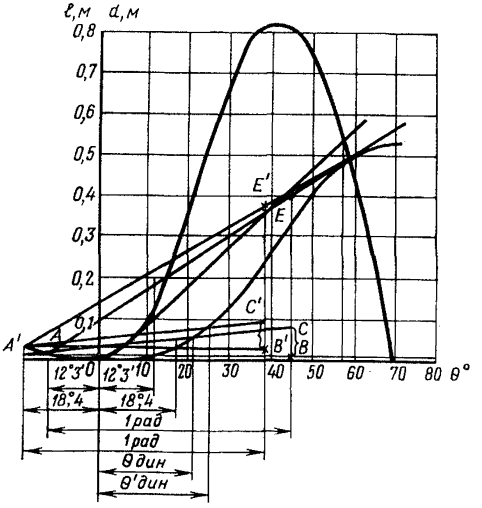


Диаграмма остойчивости

РАСЧЕТ ПЛЕЧ ДИАГРАММ ОСТОЙЧИВОСТИ

№	θ	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
1	$l_{унив}$ $D_{ост}$	0,11	0,35	0,73	0,875	0,81	0,49	0,00
2	$\Delta l = \frac{\Sigma \Delta M_0}{\Delta}$	0,02	0,04	0,05	0,055	0,06	0,05	0,04
3	$l' = l - \Delta l$	0,09	0,31	0,68	0,82	0,75	0,44	—0,04
4	Интегральная сумма	0,09	0,49	1,48	2,98	4,55	5,74	6,14
5	Динамическая остойчивость α, м	0,008	0,04	0,13	0,26	0,396	0,50	0,535

ТПЗ составлен для случая погрузки максимально возможного количества палубного груза труб с учетом высоты грузовых стрел над люковыми крышками в походном положении, допустимых нагрузок на люковые крышки, требований к остойчивости Правил Регистра СССР и РД 31.11.21.23—82.

Расчеты остойчивости выполнены без учета аварийного запаса остойчивости. В случае получения аварийного крена система крепления сбрасывает палубный караван, и судно получает запас остойчивости, требуемый Правилами Регистра СССР при аварии.

Местная и общая прочность при равномерной загрузке в дополнительной проверке не нуждается.

Использованная документация перечислена в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	№
1	Общее расположение судна	В-540/807; 0110-1
2	Грузовой план	В-540/1-07; 0150-1
3	Конструктивный мидель-шпангоут	
4	Кривые элементов теоретического чертежа	В-540-РТ; 0410-1
5	Диаграмма пантокарен без груза леса на палубе	В-540-РТ; 0410-5/1
6	Информация об остойчивости судна	В-540-1-07; 0420-3
7	Вспомогательные материалы для расчетов остойчивости	В-540-РТ; 0410-8
8	График Фирсова	В-540-РТ; 0410-3
9	Таблицы емкости и центров тяжести грузовых трюмов по кипам	В-540-1-Д; 0130-5-2
10	Таблицы емкости и центров тяжести цистерн	В-540-1-Д; 0130-7
11	Шкала дедвейта	В-540-8-Д; 0150-2

1. Расчет загрузки верхней палубы и люковых крышек трубами большого диаметра

1.1. Максимальная допустимая высота штабеля на крышках люков, ограничиваемая грузовыми стрелами, в походном положении:

$$H_{шт.} = 5400 \text{ мм на трюмах № 2—5}$$

$$H_{шт.} = 4200 \text{ мм на трюме № 1}$$

1.2. Данная высота позволяет грузить трубы диаметром:

1,42 м в 4 яруса на трюмы № 2—5 и 3 яруса на трюм № 1
1,22 м в 4 » » » № 2—5 и 3 » » » № 1
1,02 м в 5 » » » № 2—5 и 4 » » » № 1

1.3. Для полного использования допустимой удельной нагрузки на люковые крышки $q = 1{,}75$ тс/м² нужно грузить трубы диаметром, толщиной стенки и массой соответственно:

1,42 м — 18 мм — 7,157 т

1,22 м — 18 мм — 6,138 т
1,02 м — 14,5 мм — 4,106 т

1.4. Максимальную высоту штабеля, а следовательно, и площадь парусности дают трубы диаметром 1,42 м, поэтому их выбираем для расчета как наиболее тяжелый случай загрузки. На рис. 2 приведена схема укладки труб на люки и верхнюю палубу.

1.5. Число труб в штабелях на крышках люков:

№ 2—5 13+12+11+10=46 труб
№ 1 10+ 9+ 8 =27 »

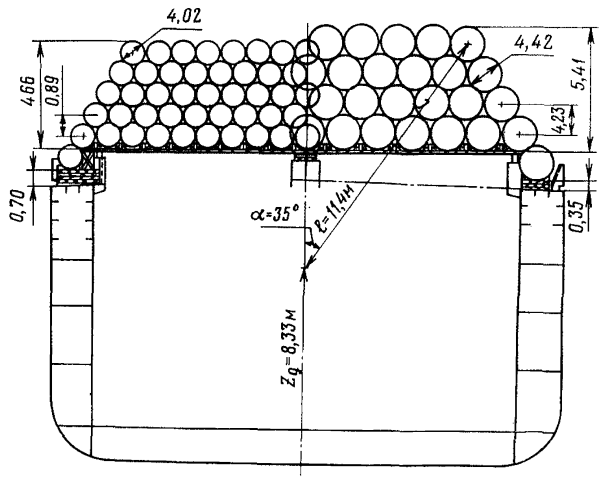


Рис. 2

1.6. Центр тяжести штабеля труб от основания:

$$h_{цт}2\text{—}5=\frac{5.11}{3}\,\frac{9,23+14,2}{9,23+7,10}=1,7\,\frac{23,43}{16,33}=1,7\cdot 1,43=2,43\text{ м}$$

$$h_{цт}1=\frac{3,88}{3}\,\frac{7,10+11,36}{7,10+5,68}=1,29\,\frac{18,46}{12,78}=1,29\cdot 1,44=1,86\text{ м}$$

Отстояние верхней поверхности прокладок на крышках люков от основной плоскости 13,24 м (см. рис. 2).

Итого $Z_{g2-5}=15,67$ м; $Z_{g1}=15,10$ м.

1.7. Масса одного штабеля на люках № 2—5:

46 труб·7,157 т=329,2 т

Масса одного штабеля на люке № 1:

27 труб·7,157 т=193,2 т

1.8. На главной палубе с каждого борта по 1 трубе:

10 труб·7,157 т=71,6 т; $Z_q=11,7$ м+0,71 м=12,8 м

1.9. Всего на палубу может быть принято:

1 штабель № 1	193,2 т + 14,3 т = 207,5 т
4 штабеля № 2—5	(329,2 + 14,3) 4 = 1374 т
	Итого — 1581,5 т

2. **Загрузка трюмов принимается по фактически достигнутой в рейсе № 5 — 1978 г. т/х «Петр Смидович»**

Трюм № 1 —	39 шт. · 18,0 мм — 279 т
» № 2 —	116 шт. · 18,0 мм — 830 т
» № 3 —	116 шт. · 18,0 мм — 830 т
» № 4 —	116 шт. · 18,0 мм — 830 т
» № 5 —	116 шт. · 18,0 мм — 830 т
Итого: в трюмах	— 3599 т
на палубе	— 1581 т
Всего	— 5180 т

3. Расчеты посадки и начальной остойчивости

Расчет весовой нагрузки для наихудшего случая при 10 % запасов — случай № 11 (в продолжении нумерации Информации об остойчивости судна) приведен в табл. 2.

Расчет начальной остойчивости и посадки судна приведен в табл. 3. При этом поправка на влияние свободных поверхностей взята максимально возможная по всем судовым цистернам.

4. Проверка удовлетворения остойчивости требованиям РД 31.11.21.23—82

4.1. Расчет кренящего момента от давления ветра.

Площадь парусности судна без палубного груза и ее центр тяжести при осадке 5,76 м выбираем из документа $\frac{\text{В-540—РТ}}{0420—8}$:

$$A_v = 1472 \text{ м}^2; \; Z = 6{,}32 \text{ м}.$$

Статический момент судна без палубного груза:

$$A_v Z = 1472 \text{ м}^2 \cdot 6{,}32 \text{ м} = 9303 \text{ м}^3.$$

Площадь проекции штабеля труб на люке № 1 на ДП:

$$A_v = l_{тр.} H_{шт.1} = 11{,}5 \text{ м} \cdot 3{,}88 \text{ м} = 44{,}82 \text{ м}^2.$$

Площадь проекции штабеля труб на люках № 2—5 на ДП:

$$A_v = l_{тр.} H_{шт.2-5} = 11{,}5 \text{ м} \cdot 5{,}11 \text{ м} = 58{,}76 \text{ м}^2.$$

Высота ЦТ площади проекции штабеля на ДП равна половине высоты соответствующего штабеля.

Для получения отстояния ЦТ площади парусности штабеля от ватерлинии к предыдущему значению необходимо добавить высоту борта от ВЛ до верхней поверхности прокладок, уложенных на люковые крышки, которая складывается из двух отрезков:

Таблица 2

СЛУЧАЙ № 11	10% запасы+груз труб большого диаметра в трюмах и на палубе+водяной балласт					В 540-1-*DZ* 0420—7	
Наименование грузов и их грузовых помещений	Данные грузовых помещений		Масса принятого груза *P*, т	Координаты ЦТ судна		Статические моменты, тс·м	
	Положение ШП÷ШП	Полный объем, м³		от ОЛ, м	от КП, м	*M*=5,6	*M*=5,7
1. Судно порожнем			5526,4	9,1	56,79	50319	313 833
2. Экипаж			6,0	18,2	21,50	109	129
3. Провиант			1,0	11,20	6,50	11	7
4. Прочие запасы			190,0	9,0	70.0	1710	13 300
5. Сумма			5723,0			52149	327 269
6. Груз — трюм № 1			279,0	7,1	118,26	1981	32 994,5
7. № 2			830,0	7,1	100,3	5893	83 249
8. № 3			830,0	7,1	88,3	5893	73 289
9. № 4			830,0	7,1	60,3	5893	50 049
10. № 5			830,0	7,1	40,3	5893	33 449
11. На крышках люков № 1			193,2	15,1	118,26	2917,3	22 847,8
12. № 2			329,2	15,67	100,3	5158,5	330 187
13. № 3			329,2	15,67	88,3	5158,5	290 683
14. № 4			329,2	15,67	60,3	5158,5	198 507
15. № 5			329,2	15,67	40,3	5158,5	132 667
16. На главной палубе у люков № 1			14,3	12,81	118,26	183,0	16 911
17. № 2			14,3	12,81	100,3	183,0	14 343
18. № 3			14,3	12,81	88,3	183,0	12 627
19. № 4			14,3	12,81	60,3	183,0	8 623
19. № 5			14.3	12,81	40,3	183,0	576,3
Сумма			5180,5			50019,2	3 969 094
20. Тяжелое топливо: =0,95 т/м³ цистерна № 21 ЛиПБ			107	6,04	28,22	646	3 020
21. цистерна № 22 ЛиПБ			43	11,08	28,88	476	1 242
22. Дизтопливо: =0,90 т/м³ цистерна № 30 А			8,5	10,82	18,1	92	154
23. цистерна № 30 Б			8,4	10,80	15,79	91	133
24. Масло: цистерна № 23 ЛиПБ			10,4	1.0	20,03	10	208

Продолжение

СЛУЧАЙ № 11	10% запасы+груз труб большого диаметра в трюмах и на палубе+водяной балласт					В 540-1-*DZ* 0420—7	
Наименование грузов и их грузовых помещений	Данные грузовых помещений		Масса принятого груза *P*, т	Координаты ЦТ судна		Статические моменты, тс·м	
	Положение ШП÷ШП	Полный объем, м³		от ОЛ, м	от КП, м	*M*=5,6	*M*=5,7
25. № 24			7,3	0,2	20,97	1	153
26. № 33 А			0,6	9,48	22,15	6	13
27. № 33 Б			0,6	9,48	23,3	6	14
28. № 35			2,0	10,04	21,18	20	42
Сумма			187,8			1407	4 855
29. Пресная вода: танк № 17			1,9	0,08	26,02	0	49
30. № 25			2,6	0,21	19,55	1	51
31. № 31 ЛБ			6,0	5,85	11,62	35	70
32. № 31 ПБ			5,9	5,84	11,63	34	69
33. № 32			5,9	5,42	11,32	32	67
Сумма			22,3	Z_m=9,29		102	306
Судно с грузом+10% запасов			11 114	Z_g=9,33 h_o=0,04		103 677	729 339
34. Балласт: цистерна № 3 ЛБ			298,5	1,50	117,51	448	35 077
35. № 3 ПБ			291,1	1,50	117,68	437	34 257
36. № 5 ЛиПБ			314,2	0,74	99,98	233	31 414
37. Балласт: цистерна № 6			156,8	0,70	100,11	110	15 697
38. № 8 ЛиПБ			322,8	0,73	80,16	236	25 876
39. № 11 ЛиПБ			322,8	0,73	60,14	236	19 413
Сумма			1706,2			1700	161 734
Общая сумма			12 820	Z_m=8,87 Z_g=8,22 h_o=0,65	69,50	105 377	891 073

ДАННЫЕ СУДНА С ВОДЯНЫМ БАЛЛАСТОМ Таблица 3

Наименование величины	Обозначение или расчетная формула	Размерность	Значение величины	Примечание
1. Водоизмещение	Δ	т	12820	
2. Объемное водоизмещение 1:1,03	$V=\Delta:1{,}03$	м^3	12447	
3. Абсцисса ЦТ судна от КП	X_g	м	69,50	
4. Абсцисса ЦТ судна от миделя	$X_g=X_g-0{,}5$	м	—0,50	L — длина судна между перпендикулярами
5. Аппликата ЦТ судна от ОЛ	Z_g	м	8,22	
6. Приращение аппликаты ЦТ судна от влияния свободных поверхностей	$\Delta Z_g=\frac{\Sigma\Delta Mh}{\Delta}$	м	0,11	По документу В-540—РТ/0410—8
7. Исправленное значение аппликаты ЦТ судна 5+6	$Z'_g=Z_g+\Delta Z_g$	м	8,33	
8. Допускаемое значение аппликаты ЦТ судна	$Z_{g\ доп}$	м	9,68	По документу В-540—РТ/0410—8
9. Разность 8—7	$\Delta Z_g=Z_{g\ доп}-Z'_g$	м	1,35	По документу
10. Осадка кормой	$d_к$	м	6,54	В-540—РТ/410—3
11. Осадка носом	$d_н$	м	5,26	По документу В-540—РТ/0410—1
12. Средняя осадка	d	м	5,90	»
13. Основной критерий остойчивости (коэффициент запаса остойчивости)	K	—	5,76	По документу В-540—РТ/0410—8
14. Максимальное плечо диаграммы статической остойчивости	$l_{макс}$	м	0,82	См. диаграмму статической остойчивости
15. Угол максимума диаграммы статической остойчивости	$\Theta l_{макс}$	[o]	39°	11
16. Угол заката диаграммы статической остойчивости	$\Theta_{зак}$	[o]	69°	11
17. Возвышения метацентра над основой	$Z_м$	м	8,87	По документу В-540—РТ/0410—1
18. Исправленная метацентрическая высота 17—7	$h=Z_м-Z'_g$	м	0,54	

1) расстояния от КВЛ до прокладок на люковых крышках 13,24 м—8,69 м=4,55 м;

2) разности между конструктивной и фактической ватерлиниями 8,69 м—5,88 м=2,81 м.

Отстояние ЦТ площади парусности штабеля на люке № 1:

$$Z_1 = 1{,}94 \text{ м} + 4{,}55 \text{ м} + 2{,}81 \text{ м} = 9{,}30 \text{ м}$$

Отстояние ЦТ площади парусности штабелей на люках № 2—5:

$$Z_{2-5} = 2{,}56 \text{ м} + 4{,}55 \text{ м} + 2{,}81 \text{ м} = 9{,}92 \text{ м}$$

Статический момент штабеля на люке № 1:

$$A_{ш1} Z_1 = 44{,}82 \text{ м}^2 \cdot 9{,}30 \text{ м} = 416{,}8 \text{ м}^3$$

Статический момент штабеля на люках № 2—5:

$$A_{ш2-5} Z_{2-5} = 58{,}76 \text{ м}^2 \cdot 9{,}92 \text{ м} = 582{,}9 \text{ м}^3$$

Суммарный статический момент от палубного груза:

$$416{,}8 \text{ м}^3 + 4 \cdot 582{,}9 \text{ м}^3 = 2748 \text{ м}^3$$

Суммарный статический момент судна с палубным грузом:

$$9303 \text{ м}^3 + 2748 \text{ м}^3 = 12\,051 \text{ м}^3$$

Суммарная площадь парусности судна с палубным грузом:

$$A_v = 1472 \text{ м}^2 + 44{,}82 \text{ м}^2 + 4 \cdot 58{,}76 \text{ м}^2 = 1752 \text{ м}^2.$$

Общий ЦТ парусности: $\frac{12051}{1752} = 6{,}88$ м.

Согласно табл. 2.1.2.2 части IV «Остойчивость» Правил Регистра СССР при $Z=6{,}88$ м для района «ограниченный 1» $p_v = 71$ кгс/м², для района «неограниченный» $p_v = 124$ кгс/м².

Соответственно кренящие моменты от давления ветра:

$$M_{v\ огр\ 1} = 0{,}001 \cdot 71 \cdot 1752 \cdot 6{,}88 = 855{,}8 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$M_{v\ неогр} = 0{,}001 \cdot 124 \cdot 1752 \cdot 6{,}88 = 1494{,}7 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

4.2. Расчет амплитуды качки:

$$\frac{B}{d} = \frac{21{,}00}{5{,}88} = 3{,}57; \quad h_0 = 0{,}65 \text{ м}; \quad \frac{\sqrt{h_0}}{B} = \frac{0{,}806}{21{,}00} = 0{,}038;$$

$$Y_{огр\ 1} = 16°; \quad Y_{неогр} = 24°; \quad X_1 = 0{,}80; \quad X_2 = 1{,}00;$$

$$\Theta_{1г\ огр\ 1} = 12{,}8°; \quad \Theta_{1г\ неогр} = 19{,}2°;$$

$$A_к = 40{,}66 \text{ м}^2; \quad L = 140 \text{ м}; \quad B = 21 \text{ м}; \quad \frac{A_к}{LB} = \frac{40{,}66}{140 \cdot 21} = 0{,}0138;$$

$k = 0{,}96$;

$$\Theta_{2г\ огр\ 1} = 12{,}3°; \quad \Theta_{2г\ неогр} = 18{,}4°.$$

4.3. Определение опрокидывающего момента.

При универсальной диаграмме остойчивости определяем плечи статической остойчивости с учетом наличия свободных поверхностей и по ним рассчитываем плечи динамической остойчивости. Таблица плеч диаграмм остойчивости и диаграммы представлены на титульном листе ТПЗ.

По плечу BE, $B'E'$ определяем опрокидывающие моменты:

$M_{\text{с. огр 1}} = 0{,}385 \cdot 12\,820 = 4936$ тс·м; $M_{\text{с. неогр}} = 0{,}343 \cdot 12\,820 = 4397$ тс·м.

4.4. Определение критерия погоды: $K_{\text{огр 1}} = \frac{M_{\text{с огр}_1}}{M_{\text{v отр}_1}} = \frac{49{,}6}{8\ 5{,}8} =$ $= 5{,}76 > 1$;

$$K_{\text{неогр}} = \frac{M_{\text{с неогр}}}{M_{\text{v неогр}}} = \frac{4397}{1494{,}7} = 2{,}94 > 1.$$

4.5. Проверка дополнительного критерия остойчивости по п. 2.2.6 РД 31.11.21.23—80: $\Theta_{\text{дин}} \leqslant \Theta_{\text{пред}}$, где $\Theta_{\text{пред}} = f(\tau, k)$ по графику приложения 3 к РД.

При $\tau = 20$ с, $l = 11{,}4$ м, $\alpha = 35°$

$\Theta_{\text{пред}} = 28°$;

$\Theta_{\text{дин}} = f(l_{\text{кр}})$; $l_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{v}}}{\Delta}$;

$l_{\text{кр. огр 1}} = \frac{855{,}8}{12820} = 0{,}067$ м;

$l_{\text{кр. неогр}} = \frac{1494.7}{12820} = 0{,}068$ м.

$l_{\text{кр}} = \text{BC}$ откладываем на перпендикуляре к 1 радиану на оси абсцисс с учетом амплитуды качки и соединяем с точкой A (—12,3°), точка пересечения этой прямой с диаграммой динамической остойчивости определит угол $\Theta_{\text{дин}}$ (из точки пересечения опускается перпендикуляр на ось абсцисс).

$\Theta_{\text{дин. огр 1}} = 21{,}3°$

$\Theta_{\text{дин. неогр}} = 25{,}3°$

$\Theta_{\text{дин. max}} < \Theta_{\text{пред}}$

$25{,}3° < 28°$

5. Рекомендации по укладке труб на палубу и крышки люков

Размещение на палубе труб диаметром 1,42 и 1,02 м следует производить в соответствии с рис. 2. Трубы диаметром 1,22 м следует располагать только на крышках люков, не опуская штабель на главную палубу.

На главной палубе трубы должны укладываться на деревянные

подставки, размеры которых приведены на рис. 2, устанавливаемые точно над подпалубными бимсами.

По окончании погрузки труб в трюмы следует сравнить фактическое количество груза в трюмах с принятым в настоящем расчете. Если масса груза в трюмах окажется больше расчетной, можно производить погрузку в соответствии с настоящим планом; если же масса будет меньше расчетной, следует рассчитать уменьшение массы палубного груза, обеспечивающее выполнение всех требований к остойчивости.

Настоящий расчет выполнен для наиболее тяжелого в части остойчивости возможного в эксплуатации случая нагрузки. При погрузке любых других труб большого диаметра, как более легких, так и более тяжелых, показатели остойчивости будут выше.

При более легких трубах это происходит за счет уменьшения массы палубного груза при той же парусности, при более тяжелых трубах — за счет уменьшения числа ярусов и снижения вследствие этого центра тяжести палубного груза и центра парусности.

gost.e-ecolog.ru