Методические указания на выполнение курсовой работы /Сост. Даник А. В.. – К. КДАВТ, 2009

Составил: ассистент кафедры «Управления судном» ш. д. п. Даник А. В.

Рецензент: доцент кафедры «Управления судном» к. д. п. Шмыгалев О. В.

**ВВЕДЕНИЕ**

Курсовая работа имеет цель закрепления теоретических и практических знаний при самостоятельном решении задач по расчету и оценке мореходных качеств судна, как перед загрузкой, так и в процессе и после загрузки судна в порту.

Курсовая работа носит комплексный подход по выполнению теоретических обоснований и производстве расчетов по оценке мореходных качеств судна, а также охватывает основные темы по дисциплине.

Особенностью курсовой работы является то, что процесс загрузки судна это трудоемкий, напряженный и сложный процесс, который в конечном итоге оказывает существенное влияние на следующие качества судна: плавучесть, остойчивость и непотопляемость судна в период рейса а следовательно правильная аккуратная и тщательная загрузка судна в порту перед рейсом позволяет добиться такого равновесного положения судна, при котором оно имело бы достаточные плавучесть и остойчивость.

В результате выполнения курсовой работы студент должен приобрести основные сведения о судне, понять его транспортные возможности, уметь производить расчеты по продолжительности рейса и по определению судовых запасов на него. А затем произвести размещение судовых запасов и груза так, чтобы судно после загрузки имело бы достаточные и необходимые показатели по мореходным качествам.

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно по заданию, которое состоит из общих и индивидуальных исходных данных.

Общие исходные данные - единые для всех студентов, а индивидуальные исходные данные - каждый студент выбирает из таблицы по последним цифрам шифра, т.е. номера своей зачетной книжки.

Методические указания составлены для вычислений, выполняемых «вручную», но, однако не исключают возможности выполнения вычислений на ЭЦВМ или на персональных компьютерах по программам, составленным как преподавателями кафедры, так и самим студентом.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Тип судна | Танкер типа | «СПЛИТ» |  |
| 2. | Длина наибольшая | L | 186 | м |
| 3. | Длина между перпендикулярами | L┴┴ | 174 | м |
| 4. | Ширина наибольшая | B | 23,45 | м |
| 5. | Высота борта от киля | H | 12,55 | м |
| 6. | Осадка по ЛГМ при γ=1,025 т/м3 | d | 9,84 | м |
| 7. | Вместимость валовая | BRT | 15089,86 | р. т. |
| 8. | Вместимость чистая | NRT | 8154,14 | р. т. |
| 9. | Водоизмещение по ЛГМ | D | 30400 | т |
| 10. | Дедвейт летний | Dw | 22600 | т |
| 11. | Грузоподъемность | Dч | 20000 | т |
| 12. | Судно порожнем | D0 | 7727 | т |
| 13. | Груз: | Мазут (d= ) | 0,93 | т/м3 |
| 14. | Главный двигатель – дизель «Бурмейстер и Вайн» | N | 12000 | л.с. |
| 15. | Скорость в грузу | Vгр | 15,3 | уз |
| 16. | Скорость в балласте | Vбал | 16,8 | уз |
| 17. | Суточный расход запасов |  |  |  |
|  | а) моторное топливо | d= 0,92 |  | т/м3 |
|  | на ходу | qМТ(х) | 40 | т/сут |
|  | б) дизельное топливо |  |  |  |
|  | на ходу | qД(х) | 2,2 | т/сут |
|  | на стоянке | qД(ст) | 5,4 | т/сут |
|  | в) мазут |  |  |  |
|  | на ходу | qМ(х) | 1,5 | т/сут |
|  | на стоянке | qМ(ст) | 2,5 | т/сут |
|  | г) вода (питьевая, мытьевая) | qп.в. | 108 | л чел/сут |
|  | д) провизия | qпр | 2,7 | кг чел/сут |
| 18. | Экипаж | nэк | 23 | чел |
| 19. | Рейс круговой | Sгр | 8640 | миль |
|  |  | Sбал | 8640 | миль |

Расчёт продолжительности рейса судна от порта отправления до порта назначения рассчитывается по формуле: (1.1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Sгр | – | расстояние между портами на переходе в грузу, мили; |
|  | Vгр | – | скорость судна в грузу, уз; |

Стояночное время для портов погрузки и выгрузки согласно чартера:

tст= 60 часов= 2,5 суток

В случае прохода каналов к времени рейса добавляют tд= 30 часов (1,25 суток) для Суэцкого или tд= 24 часов (1 сутки) для Панамского канала в каждую сторону.

Итого продолжительность рейса определяется по формуле:

tр= tх + tст (1.2)

Подставляем значения величин в формулы: (1.1), (1.2) и получаем:

Решение:

Пример решения:

S= 8645,0 миль; Vгр= 15,3 уз; tст= 2,5 суток.

tр= tх + tст = 23,54 + 2,5 = 26,04 сут

Результаты вычислений, продолжительности рейса судна, сводим в таблицу 1.1:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Расстояние между портами | S | 8 640,0 | миль |
| 2 | Скорость хода судна: |  |  |  |
|  | – на переходе в грузу: | Vгр | 15,3 | узла |
| 3 | Общее количество ходового времени | txч | 565 | часов |
| 6 | Стояночное время судна | tcт | 2,5 | суток |
| 7 | Продолжительность рейса судна: |  |  |  |
|  | – в сутках | tpc | 26,04 | суток |

Судовые запасы: топливо, смазочные масла, пресная вода, продовольствие и т. д. рассчитываются следующим образом:

Штормовой запас

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| при | tх ≥ 30 | суток | – | 5% |
| при | tх = 30 + 10 | суток | – | 10% |
| при | tх < 10 | суток | – | 15% |

– запас моторного (тяжелого) топлива на рейс судна, с учетом штормового запаса, рассчитывается по форме:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Моторное топливо |  | |  |
|  | на ходу | qМТ(х) · tх = 40 · 23,54 = | | 941,6 т |
|  | штормовой запас | 10% = | | 94,2 т |
|  | на приход | = | | 40,0 т |
|  |  | РМТ = | | 1075,8 т |
|  |  |  | ≈ | 1076 т |

– запас дизельного топлива на рейс судна, с учетом штормового запаса, рассчитывается по форме:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Дизельное топливо |  | |  |
|  | на ходу | qДТ(х) · tх = 2,2 · 23,54 = | | 51,8 т |
|  | штормовой запас | 10% = | | 5,2 т |
|  | на стоянке | qДТ(х) · tст = 5,4 · 2,5 = | | 13,5 т |
|  | на приход | = | | 10,0 т |
|  |  | РДТ = | | 80,5 т |
|  |  |  | ≈ | 81 т |

– запас котельного мазута на рейс судна, с учетом штормового запаса, рассчитывается по форме:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Котельный мазут |  | |  |
|  | на ходу | qМ(х) · tх = 1,5 · 23,54 = | | 35,3 т |
|  | штормовой запас | 10% = | | 3,5 т |
|  | на стоянке | qМ(х) · tст = 1,8 · 2,5 = | | 4,5 т |
|  | на приход | = | | 10,0 т |
|  |  | РМ = | | 53,3 т |
|  |  |  | ≈ | 53 т |

Масла

Количество смазочных масел составляет 5,6% от запаса всего топлива

– общее количество топлива на рейс рассчитывается по формуле:

Ртопл= РМТ + РДТ + РМ (2.1)

– запас смазочного масла на рейс судна, в процентах от запаса топлива, рассчитывается по формуле:

(2.2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Вода пресная |  | |  |
|  | для нужд экипажа | nпр.в · tр · nэк = 0,108 · 26,04 · 23= | | 64,7 т |
|  | штормовой запас | 10% = | | 6,5 т |
|  | на приход | = | | 5,0 т |
|  | котельная | = | | 30,0 т |
|  |  | Рпр. в = | | 101,2 т |
|  |  |  | ≈ | 101 т |

– запас провизии для нужд экипажа, исходя из нормы потребления в кг на одного человека в сутки, рассчитывается по формуле:

Рпрод= nпр · tр · nэк (2.3)

Общее количество судовых запасов на рейс для судна, рассчитывается по формуле:

(2.4)

Подставляем значения величин в формулы (2.1), (2.2), (2.3) и (2.4) и получаем:

Решение:

Пример решения:РМТ= 1076 т; РДТ= 81 т.; РМ= 53 т;

Ртопл= РМТ + РДТ + РМ = 1076 + 81 + 53= ;

n*см. м*=5,6 %, *Ртопл*= 1 210 тонн;

n*прод*= 2,7 кг; tрс= 26,04 сут.; nэк= 23 человек;

Рпрод= nпр · tр · nэк = 0,0027 · 26,04 · 23 =

Ртопл= 1 210 т; Рсм= 68 т; Рпр.в= 101 т; Рпрод= 2,0 т;

Константа 65 т.

Итого запасов на рейс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РМТ | = | 1076 | т |
| РДТ | = | 81 | т |
| РМ | = | 83 | т |
| Рсм | = | 68 | т |
| Рпр.в | = | 101 | т |
| Рпрод | = | 2 | т |
| Рconst | = | 65 | т |
| ΣРзап | = | 1446 | тонн |

Результаты расчета составляющих судовых запасов на рейс судна, сводим в таблицу 1.2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Судовые запасы: топлива |  | 1210 | т |
|  | – смазочного масла |  | 81 | т |
|  | – пресной воды |  | 101 | т |
|  | – продовольствия |  | 2,0 | т |
|  | – константа |  | 65 | Т |
| 2. | Общее количество судовых запасов на рейс |  | 1 446 | т |

Загрузка судна по летнюю грузовую марку Тл= 9,84 м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Dw= | 22640 |
|  | ΣPзап= | 1446 |
| Dч= | 21194 тонны |

Каждый танк (цистерна) могут быть заполнены не более, чем на 98% объема, т.е. максимальное количество груза (бункера) в танке (цистерне) можно определить по формуле:

Р= 0,98 · V · d

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| где: | V– | объем танка (цистерны), м3; |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | d– | плотность жидкости, т/м3. |

Распределение переменных запасов по емкостям и отсекам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес, т | | Плечи, м | | Моменты, тм | | |
| От миделя, Мх | | от ОП |
| x | z | нос + | корма – | Mz |
| Моторное топливо | Диптанк ЛБ | 1076 | 303 | 69,25 | 5,72 | 20982,75 |  | 1733,16 |
| Диптанк ПБ | 303 | 69,15 | 5,72 | 20952,45 |  | 1733,16 |
| Бункер-танк ЛБ | 185 | -48,11 | 5,24 |  | 8900,35 | 969,40 |
| Бункер-танк ПБ | 185 | -48,11 | 5,24 |  | 8900,35 | 969,40 |
| Расходный танк ЛБ | 50 | -48,43 | 9,26 |  | 2421,50 | 463,00 |
| Расходный танк ПБ | 50 | -48,43 | 9,26 |  | 2421,50 | 463,00 |
| Отстойный танк ЛБ | 0 | -48,43 | 9,26 |  | 0,00 | 0,00 |
| Отстойный танк ПБ | 0 | -48,43 | 9,26 |  | 0,00 | 0,00 |
| Мазут | Расходный танк для котла ЛБ | 53 | 25 | -76,12 | 10,88 |  | 1903,00 | 272,00 |
| Расходный танк для котла ПБ | 28 | -76,12 | 10,88 |  | 2131,36 | 304,64 |
| Диз топливо | Танк двойного дна ЛБ | 81 | 20 | -58,05 | 1,25 |  | 1161,00 | 25,00 |
| Танк двойного дна ПБ | 40 | -56,07 | 1,31 |  | 2242,80 | 52,40 |
| Расходный танк ЛБ | 21 | -68,11 | 10,98 |  | 1430,31 | 230,58 |
| Расходный танк ПБ | 0 | -64,97 | 10,98 |  | 0,00 | 0,00 |
|  | Переливной танк | 0 | 0 | -49,82 | 0,67 |  | 0,00 | 0,00 |
|  | Сборочный танк осадков | 0 | -49,93 | 0,65 |  | 0,00 | 0,00 |
| Смазочное масло | Восст. масляный танк | 68 | 0 | -56,50 | 0,67 |  | 0,00 | 0,00 |
| Сточный масляный танк | 5 | -65,40 | 0,07 |  | 327,00 | 0,34 |
| Танк смазочного масла Г. Д. | 39 | -60,52 | 10,98 |  | 2360,28 | 428,22 |
| Танк цилиндрового масла ЛБ | 12 | -57,92 | 10,98 |  | 695,04 | 131,76 |
| Танк цилиндрового масла ПБ | 12 | -56,50 | 10,98 |  | 678,00 | 131,76 |
| Танк смазочного масла | 0 | -69,26 | 10,98 |  | 0,00 | 0,00 |
| Танк смазочного масла | 0 | -68,05 | 10,98 |  | 0,00 | 0,00 |
| Вода | Ахтерпик | 101 | 0 | -85,00 | 9,27 |  | 0,00 | 0,00 |
| Танк питательной воды | 30 | -80,55 | 8,66 |  | 2416,50 | 259,80 |
| Танк питьевой воды ЛБ | 36 | -81,43 | 11,70 |  | 2931,48 | 421,20 |
| Танк питьевой воды ПБ | 35 | -81,43 | 11,70 |  | 2850,05 | 409,50 |
| Танк мытьевой воды | 0 | -74,20 | 1,25 |  | 0,00 | 0,00 |
| Спускной танк охлаждающей воды Г. Д, | 0 | -65,83 | 1,50 |  | 0,00 | 0,00 |
|  | провизия |  | 2 | -82,00 | 14,30 |  | 164,00 | 28,60 |
|  | ВСЕГО ЗАПАСОВ |  | 1381 |  |  | 41935,20 | 43934,52 | 9026,92 |

Из опыта эксплуатации танкеров типа «СПЛИТ» груз распределим так, чтобы пустыми были танки №6 бортовые: при d= 0,835 т/м3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование танков | | Вес, т | Плечи, м | | Моменты, тм | | |
| От миделя, Мх | | от ОП |
| x | z | нос+ | корма– | Mz |
| Танк №1 | центр | 794 | 55,63 | 6,98 | 44170,22 |  | 5542,12 |
| Танк №2 | центр | 1400 | 43,90 | 6,21 | 61460,00 |  | 8694,00 |
| Танк №3 | центр | 1400 | 32,20 | 6,21 | 45080,00 |  | 8694,00 |
| Танк №4 | центр | 1400 | 20,50 | 6,21 | 28700,00 |  | 8694,00 |
| Танк №5 | центр | 1400 | 8,80 | 6,21 | 12320,00 |  | 8694,00 |
| Танк №6 | центр | 1400 | 0,37/-3,27 | 6,21 | 518,00 | 4578,00 | 8694,00 |
| Танк №7 | центр | 1400 | -14,60 | 6,21 |  | 20440,00 | 8694,00 |
| Танк №8 | центр | 1400 | -26,30 | 6,21 |  | 36820,00 | 8694,00 |
| Танк №9 | центр | 800 | -36,90 | 4,97 |  | 29520,00 | 3976,00 |
| Танк №1 | правый борт | 450 | 55,10 | 7,12 | 24795,00 |  | 3204,00 |
| Танк №2 | правый борт | 600 | 43,75 | 5,92 | 26250,00 |  | 3552,00 |
| Танк №3 | правый борт | 650 | 32,20 | 6,12 | 20930,00 |  | 3978,00 |
| Танк №4 | правый борт | 650 | 20,50 | 5,97 | 13325,00 |  | 3880,50 |
| Танк №5 | правый борт | 650 | 8,80 | 5,97 | 5720,00 |  | 3880,50 |
| Танк №6 | правый борт | 0 | 0,37/-3,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Танк №7 | правый борт | 650 | -14,60 | 5,97 |  | 9490,00 | 3880,50 |
| Танк №8 | правый борт | 650 | -26,30 | 6,15 |  | 17095,00 | 3997,50 |
| Танк №9 | правый борт | 600 | -37,84 | 6,43 |  | 22704,00 | 3858,00 |
| Танк №1 | левый борт | 450 | 55,10 | 7,12 | 24795,00 |  | 3204,00 |
| Танк №2 | левый борт | 600 | 43,75 | 5,92 | 26250,00 |  | 3552,00 |
| Танк №3 | левый борт | 650 | 32,20 | 6,12 | 20930,00 |  | 3978,00 |
| Танк №4 | левый борт | 650 | 20,50 | 5,97 | 13325,00 |  | 3880,50 |
| Танк №5 | левый борт | 650 | 8,80 | 5,97 | 5720,00 |  | 3880,50 |
| Танк №6 | левый борт | 0 | 0,37/-3,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Танк №7 | левый борт | 650 | -14,60 | 5,97 |  | 9490,00 | 3880,50 |
| Танк №8 | левый борт | 650 | -26,30 | 6,15 |  | 17095,00 | 3997,50 |
| Танк №9 | левый борт | 600 | -37,84 | 6,43 |  | 22704,00 | 3858,00 |
| ИТОГО |  | 21194 |  |  | 374288,22 | 189936,00 | 130838,12 |

Распределение переменных запасов, груза и суммы моментов сведем в одну таблицу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | Вес, т | Плечи, м | | Моменты, тм | | |
| От миделя, Мх | | от ОП |
| x | z | нос+ | корма– | Mz |
| Судно порожнем | 7727 | -17,87 | 7,05 | 115593,00 | 253673,99 | 54475,35 |
| Переменные запасы | 1381 |  |  | 41935,20 | 43934,52 | 9026,92 |
| Груз | 21194 |  |  | 374288,22 | 189936,00 | 130838,12 |
| Константа | 65 | -71,23 | 6,35 | 150,00 | 4780,00 | 412,75 |
| Судно в грузу | 30367 |  | | 531966,42 | 492324,51 | 194753,14 |
| ΣPixi | | | | 39641,90 | |  |

Итак, после расчета загрузку судна в первом приближении:

– весовое водоизмещение судна D= 30367 т;

– координаты центра тяжести:

1,31 м;



С кривых элементов теоретического чертежа снимаем для Тср= 9,84 м (γ= 1,025 т/м3)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| абсцисса центра величины | *хс*1 | = | +1,00 | м |
| аппликата центра величины (ордината) | *Z*c1 | = | 5,15 | м |
| абсцисса центра тяжести ватерлинии | *x*`*f* | = | –3,65 | м |

Плечо дифферентующего момента

1,31 – 1,00 = +0,31 м



Дифферентующий момент

Мдиф= D · ℓдиф= 30367 · 0,31 = 9414 тм

Момент дифферентующий на 1 м

Мдиф 1м= 38400 тм

Угол дифферента

=0,00141



Абсцисса Ц. Т. ватерлинии

*x*`*f* = –3,65 м

Приращение осадки носом

= +0,12 м



Приращение осадки кормой

= +0,12 м



Тн = Тср + ∆Тн = 9,84 + 0,12 = 9,96 м.

Тк = Тср – ∆Тк = 9,84 – 0,12 = 9,72 м.

∆`=∆Тн + ∆Тк = 0,13 + 0,12 = +0,25 м

или +0,25 м.



Перенесем часть груза из танка №1 центрального (*х*1= 55,63 м) в танк №9 центральный (*х*9= – 36,90 м) с учетом придания дифферента 10 см на корму

141,7т ≈ 142 тонны



По окончании расчёта параметров посадки и водоизмещения судна производится расчёт элементов остойчивости судна перед загрузкой:

поперечной h0 и продольной H0 метацентрических высот судна по формулам:

(4.1)

(4.2)

аппликат метацентров начальной, поперечной Zm и продольной ZМ остойчивости судна:

(4.3)

(4.4)

Подставляем значения величин в формулы (4.1), (4.2), (4.3), (4.4) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*r0*= 13,765 м.; *Zg0*= 10,85 м.; *Zc0*= 1,453 м.; *R0*= 591,973 м.;

=13,765-(10,85-1,453)= .

=591,973-(10,85-1,453)= =13,765+1,453= .



=591,573+1,453=

В связи с большим количеством запасов на рейс необходимо определить возможность их размещения в предназначенные для них емкости с учетом заполнения последних на 98% и плотности бункера.

Очевидно, что объем запасов моторного топлива больше суммарного объема цистерн моторного топлива, поэтому его остаток разместим в танке №9 центральном.

1. Запасы топлива размещаются в топливных танках в следующей последовательности:

– заполняются расходные танки;

– заполняются танки, расположенные в МКО (машинно-котельном отделении);

– заполняются танки двойного дна;

– заполняются носовые диптанки;

– заполняются топливно-балластные танки.

2. Запасы смазочного масла заполняются в той же последовательности.

Некоторые топливные танки могут использоваться для размещения смазочного масла, а избыточное количество запасов топлива может размещаться в грузовых танках.

3. Запасы продовольствия размещаются в провизионные помещения поровну.

При заполнении танков судовыми запасами следует выполнять следующие правила:

танки заполняются полностью, для исключения влияния свободной поверхности жидкости на остойчивость судна или - оставлять частично заполненными рекомендуется:

танки, расположенные по диаметральной плоскости судна или

два или четыре танка, но расположенные симметрично по левому и правому бортам.

Размещение судовых запасов и груза производится в табличной форме:

отдельными таблицами на каждый вид судового запаса (топлива, смазочного масла, пресной воды, продовольствия, водяного балласта и груза) или одной таблицей, только с соответствующим разделением надписью: «Размещение запасов топлива» и т.д.

По окончании размещения каждого вида судового запаса производится расчёт координат центра тяжести Xg иZg вида судового запаса, груза и балласта, а по окончании загрузки и диферентования его для положения близкого к ровному килю и без крена, также производится расчёт координат центра тяжести Xg1 иZg1 судна после загрузки.

А. Размещение запасов топлива, определённого на рейс судна производится в топливные и грузовые танки и оформляется в табличной форме (таблица 2.1) в строгой последовательности для того, чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке и производстве расчетов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование танка | | Шпангоут | Вместимость  (м3) | Тоннаж танка  (т) | Масса груза, запаса  (т) | Плечо | | Момент | |
| X  (м) | Z  (м) | Mx  (тм) | Mz  (тм) |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Диптанк | лб | 106-128 | 705,3 | 655,9 | 600,0 | 69,25 | 5,73 | 41550,00 | 3438,00 |
| 2 | Диптанк | пб | 106-128 | 716,8 | 666,6 | 600,0 | 69,15 | 5,71 | 41490,00 | 3426,00 |
| 3 | Бункер танк | лб | 46-55 | 206,0 | 191,5 | 175,0 | -48,11 | 5,24 | -8419,25 | 917,00 |
| 4 | Бункер танк | пб | 46-55 | 206,0 | 191,5 | 175,0 | -48,11 | 5,24 | -8419,25 | 917,00 |
| 5 | Расходный танк №1 | лб | 46-55 | 58,1 | 54,1 | 50,0 | -48,43 | 9,26 | -2421,5 | 463,0 |
| 6 | Расходный танк №1 | пб | 46-55 | 58,1 | 54,1 | 50,0 | -48,43 | 9,26 | -2421,5 | 463,0 |
| 7 | Отстойный танк | лб | 46-55 | 78,0 | 72,5 |  | -48,43 | 9,26 |  |  |
| 8 | Отстойный танк | пб | 46-55 | 78,0 | 72,5 |  | -48,43 | 9,26 |  |  |
| 25 | Грузовой танк №9 | цтр | 56-60 | 1399,8 | 1301,8 | 278,0 | -36,90 | 6,21 | -10258,2 | 1726,38 |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* При нехватке танков под запасы топлива - использовать грузовой танк № 9 - Центр или бортовые (левого и правого бортов);
* Если опять недостаточно танков под запасы топлива - использовать грузовой танк № 8 - Центр или бортовые (левого и правого бортов);

1. При размещении запасов топлива по танкам №№11,12,13,14,15 и 16, придерживаться:

* по возможности танки №15 и 16 не заполнять;
* или, в крайнем случае, заполнить танк №15;
* или заполнить танк №15 полностью, а танк №16 - на 80% т.е. на 7.5 т
* не заполнять танки №№23 и 24 (танки водяного балласта)

1. Расчеты производятся следующим образом:

* Значение «масса» Рі (графа 6) умножается

\* на плечо Хі (графа 7) и результат записывается в графу 9 (Мхі);

\* на плечо Zi ( графа 8) и результат записывается в графу 10 (Мzi);

* по окончании расчета по всем пунктам граф 9 и 10 производится:

\* нахождение сумм ∑ рi (графа 6 ) = Р (вида запаса или груза)

∑ Мхі (графа 9 ) = Мх

∑ Мzi (графа 10) = Мz

* расчет значений координат центра тяжести вида запаса или груза по формулам:

Х = Мx/Р Z = Mz/Р

По окончании размещения запаса моторного топлива в топливные танки производится:

- нахождение сумм по графам 6, 9, 10, т.е.

* + - по графе 6



* + - по графе 9 (гр.6 х гр.7)



* + - по графе 10 (гр.6 х гр.8)



где n - количество заполненных танков

i - номер заполненного танка.

- расчет значений координат центра тяжести размещенного запасов по графам

(2.1)



(2.2)



(вычисление с точностью до 0.01 м и до 0.001 т. м.)

Подставляем значения величин в формулы (2.1), (2.2) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*= 51100,30т. м.; M*z*= 11350,38 т. м.; Р*М. топл*= 1928,0 т

= 51100,30/1928,0= 26,50 м.;



= 11350,38 /1928,0= 5,89 м.



. Размещение запасов котельного мазута, определённого на рейс судна производится в топливные и грузовые танки и оформляется в табличной форме (таблица 2.2) в строгой последовательности для того, чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке и производстве расчетов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование танка | | Шпангоут | Вместимость  (м3) | Тоннаж танка  (т) | Масса груза, запаса  (т) | Плечо | | Момент | |
| X  (м) | Z  (м) | Mx  (тм) | Mz  (тм) |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 9 | Расходный танк для котла | лб | 13-20 | 55,0 | 51,2 | 42,5 | -76,12 | 10,88 | -3235,10 | 462,40 |
| 10 | Расходный танк для котла | пб | 13-20 | 55,0 | 51,2 | 42,5 | -76,12 | 10,88 | -3235,10 | 462,40 |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По окончании размещения запаса котельного мазута в танки производится:

- нахождение сумм по графам 6, 9, 10, т.е.

* + - по графе 6



* + - по графе 9 (гр.6 х гр.7)



* + - по графе 10 (гр.6 х гр.8)



где n - количество заполненных танков

i - номер заполненного танка.

- расчет значений координат центра тяжести размещенного запасов по графам

(2.3)



(2.4)



(вычисление с точностью до 0.01 м и до 0.001 т. м.)

Подставляем значения величин в формулы (2.1), (2.2) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*= -6470,20т. м.; M*z*= 924,80 т. м.; Р*мазут*= 85,0 т

= -6470,2/85,0= -76,12 м.;



= 924,80 /85,0= 10,88 м.



. Размещение запасов дизельного топлива, определённого на рейс судна производится в топливные и грузовые танки и оформляется в табличной форме (таблица 2.2) в строгой последовательности для того, чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке и производстве расчетов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование танка | | Шпангоут | Вместимость  (м3) | Тоннаж танка  (т) | Масса груза, запаса  (т) | Плечо | | Момент | |
| X  (м) | Z  (м) | Mx  (тм) | Mz  (тм) |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | Танк двойного дна | лб | 25-47 | 87,8 | 82,5 | 64,0 | -58,05 | 1,31 | -3715,20 | 83,84 |
| 12 | Танк двойного дна | пб | 34-47 | 65,3 | 61,4 | 64,0 | -56,07 | 1,25 | -3588,48 | 80,00 |
| 13 | Расходный танк | лб | 24-28 | 26,7 | 25,1 |  | -68,11 | 10,98 |  |  |
| 14 | Отстойный танк | пб | 28-32 | 30,9 | 29,1 |  | -64,97 | 10,98 |  |  |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По окончании размещения запаса котельного мазута в танки производится:

- нахождение сумм по графам 6, 9, 10, т.е.

* + - по графе 6



* + - по графе 9 (гр.6 х гр.7)



* + - по графе 10 (гр.6 х гр.8)



где n - количество заполненных танков

i - номер заполненного танка.

- расчет значений координат центра тяжести размещенного запасов по графам

(2.3)



(2.4)



(вычисление с точностью до 0.01 м и до 0.001 т. м.)

Подставляем значения величин в формулы (2.1), (2.2) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*= -7303,68т. м.; M*z*= 163,84 т. м.; Р*Д.Т.*= 128,0 т

= -7303,68/128= -57,06 м.;



= 163,84 /128,0= 1,28 м.Размещение запасов смазочного масла, определённого на рейс судна производится в танки смазочного масла в табличной форме (таблица 2.2) в строгой последовательности, а при нехватке танков под запасы смазочного масла можно использовать некоторые топливные танки, для того чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке производстве расчетов.



1. Заполнять танки запасами смазочного масла нужно в последовательности:

при нехватке танков под смазочное масло использовать топливные танки: №№ 7 и 8.

2. Расчеты производятся так же, как указано в пункте 2 таблицы вместимости топливных танков.

Таблица 2.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование танка | | Шпангоут | Вместимость  ( м3 ) | Тоннаж танка  (т) | Масса груза запаса  ( т ) | Плечо | | Момент | |
| X  (м) | Z  (м) | Мx  (тм) | Mz  (тм) |
| 1 | 2 |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 17 | Восстановительный масляный танк | цтр | 35-46 | 40,8 | 36,3 | 35,00 | -56,50 | 0,67 | -1977,50 | 23,45 |
| 18 | Сточный масляный танк | цтр | 24-35 | 40,3 | 36,3 | 35,00 | -65,40 | 0,67 | -2289,00 | 23,45 |
| 19 | Танк смазочного масла ГД | лб | 33-38 | 45,0 | 40,1 | 40,00 | -60,52 | 10,98 | -2420,80 | 439,20 |
| 20 | Танк цилиндрового масла | лб | 38-39,5 | 14,4 | 12,8 | 10,00 | -57,92 | 10,98 | -579,20 | 109,80 |
| 21 | Танк цилиндрового масла | пб | 39,5-41 | 14,8 | 13,2 |  | -56,60 | 10,98 |  |  |
| 22 | Танк смазочного масла | цтр | 24-25,5 | 10,7 | 9,5 |  | -69,26 | 10,98 |  |  |
| 23 | Танк смазочного масла | цтр | 25,5-27 | 11,0 | 9,7 |  | -68,05 | 10,98 |  |  |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* значение «масса» Рі (графа 6) умножается

\* на плечо Хі (графа 7) и результат записывается в графу 9 (Мхі);

\* на плечо Zi ( графа 8) и результат записывается в графу 10 (Мzi);

* по окончании расчета по всем пунктам граф 9 и 10 производится:

\* нахождение сумм ∑ рi (графа 6 ) = Р (вида запаса или груза)

∑ Мхі (графа 9 ) = Мх

∑ Мzi (графа 10) = Мz

* расчет значений координат центра тяжести вида запаса или груза по формулам:

Х = Мx/Р Z = Mz/Р

Форма таблицы 2.2 аналогична форме таблицы 2.1, а данные для нее (таблица 2.2) – таблица и примечание даны в примечании; соответственно расчёты координат центра тяжести размещённого запаса смазочного масла:

(2.5)



(2.6)



Подставляем значения величин в формулы (2.5), (2.6) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*72665,00т. м.; M*z*= 595,90 т. м.; Р*см.масла*= 120,0 т

= -72665,0/120,0 = -60,55 м.;



= 595,90 /120,0 = 4,97 м.



.

Размещение запасов пресной воды, определённого на рейс судна производится в танки пресной воды, а при нехватке танков под запасы пресной воды можно использовать некоторые танки водяного балласта, оформляется в табличной форме (таблица 2.3), для того, чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке и производстве расчетов.

1. Заполнять танки запасами пресной воды нужно в последовательности

* с № 1 по № 6;
* при нехватке танков под пресную воду - использовать танки водяного балласта 3 4 и 5 (д.б. одинаковое количество пресной воды в обоих).

2. Расчеты производятся так же, как указано в пункте 6 таблицы вместимости топливных танков.

* значение «масса» Рі (графа 6) умножается

\* на плечо Хі (графа 7) и результат записывается в графу 9 (Мхі);

\* на плечо Zi ( графа 8) и результат записывается в графу 10 (Мzi);

* по окончании расчета по всем пунктам граф 9 и 10 производится:

\* нахождение сумм ∑ рi (графа 6 ) = Р (вида запаса или груза)

∑ Мхі (графа 9 ) = Мх

∑ Мzi (графа 10) = Мz

* расчет значений координат центра тяжести вида запаса или груза по формулам:

Х = Мx/Р Z = Mz/Р

Форма таблицы 2.3 аналогична форме таблицы 2.1, а данные для нее (таблицы 2.3) – таблица и примечание даны в приложении, соответственно расчеты координат:

(2.7)

(2.8)

Подставляем значения величин в формулы (2.7), (2.8) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*13095,95т. м.; M*z*= 1650,03 т. м.; Р*пр.воды*= 159,0 т

= –13095,95/159,0 = –82,36 м.;

= 1650,03 /159,0 = 10,37 м.

Размещение запасов продовольствия, определённого на рейс судна производится в провизионные помещения и оформляется в табличной форме (таблица 2.4) приблизительно поровну в каждое провизионное помещение.

Таблица 2.6 -

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№  п/п | Наименование  танка | шпангоут | вместимость  (м3) | Тоннаж танка  (т) | Масса запасов  (т) | плечо | | момент | |
| X  (м) | Z  (м) | X  (т м) | Z  (т м) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Кладовая №1 | →6 | 8,2 | 7,2 | 1,00 | -86,52 | 13,25 | -86,52 | 13,25 |
| 2 | Кладовая №2 | 0-6 | 8,4 | 7,2 | 1,00 | -83,55 | 8,66 | -83,55 | 8,66 |
| 3 | Холодильная камера | 13-20 | 10,2 | 9,0 | 1,00 | -76,50 | 10,88 | -76,50 | 10,88 |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  |  |  |

Форма таблицы 2.4 аналогична форме таблицы 2.1, а данные для нее - таблица и примечание в приложении, соответствуют расчеты координат:

(2.9)



(2.10)



Подставляем значения величин в формулы (2.9), (2.10) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*246,57т. м.; M*z*= 32,79 т. м.; Р*прод*= 3,0 т

= –246,57/3,0 = -82,19 м.;



= 32,79/3,0 = 10,93 м.



Размещение груза по грузовым танкам производится последовательно с носовым - №1 и до кормовых - до № 9, если грузовые танки № 9 и 8 не заняты под судовые запасы топлива, в табличной форме (таблица 2.6), для того, чтобы не нарушать остойчивость судна при погрузке груза и производства расчетов (таблица 2.6).

В се грузовые танки заполняем на объем танков с пустотой 140 см. согласно данных указанных в таблице

Таблица 2.7 - вместимости грузовых танков при пустотах 140 см.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Танк | Левый | | Правый | | Центральный | | Танк |
| Пустота | Объем, м3 | Пустота | Объем, м3 | Пустота | Объем, м3 |
| 1 | 140 | 510,3 | 140 | 510,3 | 140 | 1599,2 | 1 |
| 2 | 140 | 723,1 | 140 | 723,1 | 140 | 1642,2 | 2 |
| 3 | 140 | 791,4 | 140 | 791,4 | 140 | 1643,6 | 3 |
| 4 | 140 | 803,4 | 140 | 803,4 | 140 | 1640,0 | 4 |
| 5 | 140 | 803,9 | 140 | 803,9 | 140 | 1641,6 | 5 |
| 6 | 140 | 803,2 | 140 | 803,2 | 140 | 1639,4 | 6 |
| 7 | 140 | 804,2 | 140 | 804,2 | 140 | 1639,8 | 7 |
| 8 | 140 | 789,4 | 140 | 789,4 | 140 | 1638,8 | 8 |
| 9 | 140 | 723,4 | 140 | 723,4 | 140 | 1327,9 | 9 |
| ИТОГО | | 6752,3 |  | 6752,3 |  | 14412,5 | |
|  | | 13504,6 | |  | 14412,5 | | |
|  | |  | |  | 27917,1 | | |

Форма таблицы 2.6 аналогична форме таблицы 2.1, а данные для нее (таблица 2.6) - таблица и примечание даны в приложении.

графа «вместимость» (м3) умножается на значение М - плотности груза, данного в задании = получаем значение «тоннаж» графа 5 (для всех 28 величин)

3.После этого производится заполнение танков грузом так чтобы сумма груза по графе 6 была бы равна «массе» груза, назначенного к перевозке на заданный рейс, т.к.

Ргр = по графе 6.



- по графе 6 ; - по графе 9; - по графе 10 и расчеты, какие производились по таблице 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4 и расчеты

Таблица 2.6 -

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | распол | шп |  |  | Х | Z | Mx | Mz |
|  | ЛБ | 88-105 | 294,25 | 0,00 | 55,10 | 6,44 | 0,00 | 0,00 |
| №1 | Центр | 88-105 | 0,00 | 1500,00 | 55,63 | 6,57 | 83445,00 | 9855,00 |
|  | ПБ | 88-105 | 294,25 | 0,00 | 55,10 | 6,44 | 0,00 | 0,00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 84-88 | 716,90 | 650,00 | 43,75 | 6,83 | 28437,50 | 4439,50 |
| №2 | Центр | 84-88 | 0,00 | 1500,00 | 43,90 | 6,46 | 65850,00 | 0,00 |
|  | ПБ | 84-88 | 716,90 | 650,00 | 43,75 | 6,83 | 28437,50 | 4439,50 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 80-84 | 0,00 | 0,00 | 32,20 | 6,46 | 0,00 | 0,00 |
| №3 | Центр | 80-84 | 1605,00 | 1500,00 | 32,20 | 6,46 | 48300,00 | 9690,00 |
|  | ПБ | 80-84 | 0,00 | 0,00 | 32,20 | 6,46 | 0,00 | 0,00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 76-80 | 749,00 | 0,00 | 20,50 | 6,51 | 0,00 | 0,00 |
| №4 | Центр | 76-80 | 1605,00 | 1500,00 | 20,50 | 6,46 | 30750,00 | 9690,00 |
|  | ПБ | 76-80 | 749,00 | 0,00 | 20,50 | 6,51 | 0,00 | 0,00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 72-76 | 802,50 | 0,00 | 8,80 | 6,51 | 6600,00 | 4882,50 |
| №5 | Центр | 72-76 | 1637,10 | 1500,00 | 8,80 | 6,64 | 13200,00 | 9960,00 |
|  | ПБ | 72-76 | 802,50 | 0,00 | 8,80 | 6,51 | 6600,00 | 4882,50 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 68-72 | 802,50 | 550,00 | -2,90 | 6,51 | -1595,00 | 3580,50 |
| №6 | Центр | 68-72 | 1637,10 | 0,00 | -2,90 | 6,46 | -4437,00 | 9883,80 |
|  | ПБ | 68-72 | 802,50 | 550,00 | -2,90 | 6,51 | -1595,00 | 3580,50 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 64-68 | 749,00 | 0,00 | -14,60 | 6,51 | 0,00 | 3580,50 |
| №7 | Центр | 64-68 | 1605,00 | 1500,00 | -14,60 | 6,46 | -21900,00 | 9690,00 |
|  | ПБ | 64-68 | 749,00 | 0,00 | -14,60 | 6,51 | 0,00 | 3580,50 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 60-64 | 789,40 | 650,00 | -26,30 | 6,59 | -34190,00 | 8567,00 |
| №8 | Центр | 60-64 | 1638,80 | 1500,00 | -26,30 | 6,46 | -39450,00 | 9690,00 |
|  | ПБ | 60-64 | 789,40 | 650,00 | -26,30 | 6,59 | -34190,00 | 8567,00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЛБ | 56-60 | 723,40 | 525,00 | -37,84 | 6,88 | -19866,00 | 3612,00 |
| №9 | Центр | 56-60 | 1329,70 | 0,00 | -36,90 | 6,21 | 0,00 | 0,00 |
|  | ПБ | 56-60 | 723,40 | 525,00 | -37,84 | 6,88 | -19866,00 | 3612,00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Подставляем значения величин в формулы (2.5), (2.6) и получаем:

Решение:

Пример решения:

*Mx*= 159958,0 т. м.; M*z*= 100096,00 т. м.; Р*груз*= 15250,0 т

= 159958,0 /15250,0= 10,49 м.;

= 100096,0 /15250,0= 6,56 м.

Расчет посадки судна после загрузки производится в следующей последовательности:

а) расчет координат центра тяжести судна после загрузки;

б) расчет параметров посадки судна после загрузки;

По окончании загрузки судовых запасов, груза и заполнения соответствующих танков для дифферентования судна с минимальными значениями производится расчет координат центра тяжести судна после загрузки путем заполнения таблицы 2.6 с последующим расчетом координат центра тяжести Xg1 иZg1

Форма таблицы 2.7 и примечание для нее даны в Приложении только без учета разделенияее на:

а) до загрузки груза и

б) после загрузки груза

[ а единая таблица с пунктами 1,2,3,4 и 5]

По заполнении «клеточек» граф 3,4 и 5 производятся расчеты «клеточек» графы 6 и графы 7, кроме «клеточек» по пунктам 3,4,5.

Затем производится нахождение окончательных сумм по графам 3,6 и 7.

а) сумма значений «масс» по графе 3 должна быть равна D1 = водоизмещению судна после загрузки;



б) сумма значений «момент – Мх» по графе 6 должна быть равна (примерно равна

по графе 6.



Танки водяного балласта заполняются при производстве - дифферентовки судна, т.е. - для придания судну желаемое значение дифферента или для посадки судна на ровный киль.3. Расчеты производятся так же, как указано в пункте 6 таблицы вместимости топливных танков.

* значение «масса» Рі (графа 6) умножается

\* на плечо Хі (графа 7) и результат записывается в графу 9 (Мхі);

\* на плечо Zi ( графа 8) и результат записывается в графу 10 (Мzi);

* по окончании расчета по всем пунктам граф 9 и 10 производится:

\* нахождение сумм ∑ рi (графа 6 ) = Р (вида запаса или груза)

∑ Мхі (графа 9 ) = Мх

∑ Мzi (графа 10) = Мz

* расчет значений координат центра тяжести вида запаса или груза по формулам:

Х = Мx/Р Z = Mz/Р

Таблица 2.7 -

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | |  | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  | 7727,00 | -17,87 | 10,85 | -138081,49 | 83837,95 |
| 2 |  | 65,00 | -71,23 |  | -4629,95 |  |
| 2 |  | 5,12 | -64,72 | 11,85 | -331,37 | 60,67 |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 1928,00 | 26,50 | 5,89 | 51100,30 | 11350,38 |
|  |  | 85,00 | -76,12 | 10,88 | -6470,20 | 924,8 |
|  |  | 128,00 | -57,06 | 1,28 | -7303,68 | 163,84 |
|  |  | 120,00 | -60,55 | 4,97 | -7266,50 | 595,90 |
|  |  | 159,00 | -82,36 | 10,37 | -13095,90 | 1650,03 |
|  |  | 3,00 | -82,19 | 10,93 | -246,57 | 32,79 |
| 4 |  | 15250,00 | 10,49 | 6,56 | 159958,00 | 100096,00 |
| 6 |  |  |  |  |  |  |

А. Расчёт координат центра тяжести судна после загрузки.

Заполняем таблицу № 2,7

а) Водоизмещения судна после загрузки рассчитываем как сумму данных столбца 3:

б) Сумма значений Мх и Мz, рассчитываем как сумму столбцов 6 и 7 соответственно:

Тогда, координаты центра тяжести:

Подставляем значения величин в формулы (2.11), (2.12), и получаем:

Решение:

Пример решения:

D1= 25470,12т. Mx1= 33632,64т.м. Mz1= 198712,36 т.м.

33632,64/25470,12= 198712,36/25470,12

Б. Расчёт параметров посадки судна после загрузки.

По значениям D1= и входим в "Грузовую шкалу " и путём линейной интерполяции определяем значения Тср1:

Тср1 = 8,42 м

Грузовая шкала построена для плотности *ρ*= 1,025 т/м3, для этого следует учитывать поправку к средней осадке Т/ср1., определенной по грузовой шкале, для фактической плотности *ρ*ф1:

, м. (2.13)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | *ρ* | – | табличная плотность – 1,025 т/м3, для которой построена грузовая шкала; |
|  | *ρ*1 | – | плотность воды по заданию (на порт отхода) т/м3; |
|  | α1 | – | Коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии; |
|  | δ1 | – | Коэффициент общей полноты водоизмещения. |

Т'ср1= Тср1 + ΔТ1 (2.14)

Подставляем значения величин в формулы (2.13), (2.14), и получаем:

Решение:

Пример решения:

ρ=1,025 т/м3., ρ1=1,014 т/м3.,α1=0,80,δ1=0,69

*ΔТ*1= +0,081 м., Тср1= 8,42 м.

Тср'1= Тср1 + ΔТ1= 8,42+0,081=

По рассчитанному значению Т'ср1 входим в «Гидростатические элементы танкера типа «СПЛИТ» и путём линейной интерполяции определяем следующие значения пяти величин, которые заносим в таблицу №11.

Таблица №11 –

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Аппликата центра величины судна |  | 4,33 | м |
| 2 | Продольный метацентрический радиус |  | 232,0 | м |
| 3 | Поперечный метацентрический радиус |  | 5,09 | м |
| 4 | Момент диферентующий на 1 см |  | 34400 | т.м./см |
| 4 | Абсциссу центра величины судна |  | 1,58 | м |
| 5 | Абсциссу центра тяжести ватерлинии |  | -1,05 | м |
| 6 | Коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии |  | 0,80 |  |
| 7 | Коэффициент общей полноты водоизмещения |  | 0,72 |  |

Расчет осадки судна

Дифферент судна на отход

Рассчитываю осадки судна носом и кормой:

(2.15)



(2.16)



Подставляем значения величин в формулы (2.15), (2.16), и получаем:

Решение:

Пример решения:

Тср'1= 8,501 м. d1= –0,193 м.



По окончании проведения расчёта посадки судна после загрузки проводятся расчёты параметров остойчивости.



Поперечная h, и продольная H1 метацентрические высоты судна рассчитываются по формулам:

(2.17)

(2.18)

Аппликаты метацентров поперечной Zm и продольной ZM остойчивости рассчитываются по формулам:

(2.19)

(2.20)

Подставляем значения величин в формулы (2.17), (2.18), (2.19) и (2.20) и получаем:

Решение:

Пример решения:

r1= 5,09 м.,R1= 232,0 м., Zc1= 4,33 м., Zg1= 7,80 м.

= 5,09 – (7,80 – 4,33)= = 232,0 – (7,80 – 4,33)= Zm=r1+Zc1= 5,09 + 4,33= ZM=R1+Zc1= 232,0 + 4,33=

Результаты расчётов составляющих после загрузки судна заносим в таблицу №12

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 |  |  |  | т |
| 2 |  |  |  | т.м |
|  |  | т.м |
| 3 |  |  |  | м |
|  |  | м |
| 4 |  |  |  | м |
|  |  | м |
|  |  | м |
| 5 |  |  |  | м |
| 6 |  |  |  | м |
|  |  | м |
| 7 |  |  |  | м |
|  |  | м |

Далее производят расчеты плеч статической и динамической остойчивости

Расчеты плеч статической и динамической остойчивости с помощью пантокарен при постоянном шаге угла крена выполняются в форме таблицы №13.

Для этого по объемному водоизмещению V=D/ρ – (плотность воды, в которой находится судно) заходим в таблицу «Пантокарены» и с помощью линейной интерполяции выбираем плечи формы остойчивости.

V= 25470,12/1,014= 25118,46 м3

- Расчета плеч статической и динамической остойчивости.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рассчитываемая величина | Значение расчетных величин | | | | | | | |
| Угол Θ (град) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 1. Sin Θ | 0 | 0,1736 | 0,3420 | 0,5000 | 0,6428 | 0,7660 | 0,8660 | 0,9397 |
| 2. *l ф* | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. *l b=Zg\* SinΘ=(1)\* Zg* | 0 | 1,354 | 2,668 | 3,900 | 5,014 | 5,975 | 6,755 | 7,330 |
| 4. *l ст.= l ф - l b=(2)-(3)* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. *Σ инт* | 0 | 0,31 | 1,30 | 2,96 | 4,97 | 6,76 | 7,94 | 8,37 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По данным таблицы №13 производят построение ДСО и ДДО

Для проверки остойчивости по требованиям Правил выполняются расчеты нормируемых параметров на отход и приход по форме таблицы. Пример определения основных и дополнительных параметров можно показать на диаграммах остойчивости на отход и приход, а альтернативных – на приход

При расчете нормируемых параметров остойчивости следует использовать формулы и нормативные требования Правил Регистра

Расчет кренящего момента от давления ветра

Кренящий момент от давления ветра Мкр определяется по формуле

Мкр= 0,001 · Pv · Av · Zv (2.21)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Pv | – | где условное расчетное давление ветра Па определяется по таблице 14; |
|  | Av | – | площадь парусности м2 определяется из «Информации об остойчивости для капитана»; |
|  | Zv | – | расстояние между центром парусности и действующей ватерлинией м. |

Давление ветра Рv, в Па принимается по таблице 14 в зависимости от района плавания судна и плеча парусности.

Величины опрокидывающего момента определяются с учетом качки судна на волнении Аргументом для решения этой задачи является амплитуда бортовой качки. Для судна без скуловых или брусковых килей амплитуда бортовой качки рассчитывается по формуле

Θr = X1 · X2 · Y, (2.22)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Х1 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 15, по входному аргументу (В/Т) путем линейной интерполяции, где В – ширина судна, Т – осадка судна; |
|  | Х2 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 16, по входному аргументу δ путем линейной интерполяции; |
|  | Y | – | множитель, выбираемый как функция определяется по таблице 17, по входному аргументу , где h – начальная метацентрическая высота, В – ширина судна. |

Для судна, имеющего скуловые кили или брусковый киль, используется формула

Θ2r = k · X1 · X2 · Y (2.23)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | k | – | коэффициент, являющейся функцией k по входному аргументу путем линейной интерполяции, где Ak – общая площадь килей, L – длина судна между перпендикулярами, В – ширина судна; |
|  | Х1 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 15, по входному аргументу (В/Т) путем линейной интерполяции, где В – ширина судна, Т – осадка судна; |
|  | Х2 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 16, по входному аргументу δ путем линейной интерполяции; |
|  | Y | – | множитель, выбираемый как функция определяется по таблице 17, по входному аргументу , где h – начальная метацентрическая высота, В – ширина судна. |

Функциональною зависимости для X1 Х2 и Y приведены в табличной форме (табл 14 – 19 ПРИЛОЖЕНИЯ)

Выбирая значения из таблиц 14 – 19 по входным аргументам, подставляем значения величин в формулы (2.21), (2.22), и (2.23) и получаем:

Решение:

Определяем значение аргумента Рv, Zv и Av из приложения выбираем значение плеча парусности в зависимости от осадки судна для данного варианта загрузки при Тср1= 8,501 м, Zv= 7,28 м; Рv= 1240 Па; Av= 363,7 м2.

Определяем значение аргумента k, X1, X2 и Y из таблиц 14 – 19 по входным аргументам:

Пример решения:

Мкр= 0,001 · Pv · Av · Zv= 0,001 · 1240 · 363,7 · 7,28= 3283,19 тм.

В/Т= 23,15/8,501 = 2,72 отсюда X1= 0,95;

δ= 0,72, отсюда X2= 1;

= 0,06, отсюда Y= 27;



= 2,6, отсюда k= 0,78.



Подставляя данные значения в формулу (2.23) получим:

Θ2r = k · X1 · X2 · Y= 0,78 · 0,95 · 27 · 1= 20,0 градуса.

Зная амплитуду бортовой качки, можно по диаграмме остойчивости найти величину опрокидывающего момента следующим образом при использовании динамической диаграммы остойчивости (Рис 2) на ней от начала координат вправо откладывают амплитуду качки и, восстановив из полученной точки перпендикуляр до пересечения с диаграммой, получают точку А' через точку А' проводят прямую параллельную оси абсцисс, и на ней влево от А' откладывают ее величину Θ2r. Из полученной точки А проводят касательную к диаграмме Затем вправо от А откладывают 57,3° и из конца отрезка в точке В' восстанавливают перпендикуляр до пересечения с касательной АС в точке Е Отрезок BE будет равен опрокидывающему моменту (если по оси координат нанесены моменты) или плечу опрокидывающего момента (если по оси ординат отложены плечи) в последнем случае для получения момента плечо надо умножить на водоизмещение.

– Диаграмма статической и динамической остойчивости судна в грузу.

Опрокидывающий момент находится по формуле:

Мопр= ℓопр · D1 (2.24)

Подставляем значения величин в формулу (2.24) и получаем:

Решение:

Пример решения:

ℓопр= 0,39 м; D1= 25470,12 т.

Мопр= ℓопр · D1= 0,39 · 25470,12= 9933,35 тм.

Значение критерия погоды К рассчитывается по формуле:

(2.25)



Подставляем значения величин в формулу (2.25) и получаем:

Решение:

Пример решения:

Мопр= 9933,35 тм; Мкр= 3283,19 тм.

= 9933,35/3283,19= 3,01



Нормы Регистра требуют проверки остойчивости по критерию ускорения К\*.

Для этого необходимо вычислить величину по формуле:

(2.26)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | h1 | – | исправленная метацентрическая высота, м; |
|  | V1 | – | объемное водоизмещение, м3; |
|  | В | – | ширина судна, м; |
|  | Zg | – | возвышение центра тяжести судна над основной плоскостью, м. |

Подставляем значения величин в формулу (2.27) и получаем:

Решение:

Пример решения:

h1= 1,62 м; V1= 25118,46 м3; В= 23,15 м; Zg= 7,80 м.

= 0,16



Затем по аргументуиз таблицы 18 с помощью линейной интерполяции находят коэффициент mo, в нашем случае mo= 0,44.



Затем рассчитывают нормируемую частоту колебаний судна m по формуле:

(2.28)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | m0 | – | коэффициент из таблицы 18; |
|  | h1 | – | метацентрическая высота, м; |

Затем рассчитывают ускорения *а*расч ( в долях g) по формуле

*а*расч = 0,0011 · В · m2 · Θ2r (2.29)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Θ2r | – | расчетная амплитуда качки из формулы (2.23); |
|  | m | – | нормируемая частота собственных колебаний судна, по формуле (2.27); |
|  | В | – | ширина судна, м; |

Остойчивость считается приемлемой, если соблюдается условие определяемое по формуле:

(2.30)



Подставляем значения величин в формулу (2.28), (2.29) и (2.30) и получаем:

Решение:

Пример решения:

h1= 1,62 м; mo= 0,44;

= 0,35



В= 23,15 м; Θ2r= 21,5; m= 0,35.

*а*расч = 0,0011 · В · m2 · Θ2r= 0,0011 · 23,15 · 0,352 · 20,0= 0,06

*а*расч = 0,06

= 0,3/0,06= 5,0



Далее определяем период качки судна по формуле:

(2.31)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | h1 | – | исправленная метацентрическая высота, м; |
|  | В | – | ширина судна, м; |
|  | с | – | инерционный коэффициент определяемый по формуле: , где: Т– осадка судна, L– длина судна между перпендикулярами; |

Подставляем значения величин в формулу (2.31) и получаем:

Решение:

Пример решения:

В= 23,15 м; L= 173,94 м; Т= 8,501 м.

= 0,36



h1= 1,62 м; с= 0,36.

= 13,1 с.



Результаты расчетов нормируемых параметров остойчивости нагляднее и проще выражать в табличной форме, показанной в таблице №19.

– Расчет нормируемых параметров остойчивости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование величин | Обозначения и формулы |  |
| Водоизмещение массовое, (т) | Д | 25470,12 |
| Осадка судна, (м) | Т | 8,501 |
| Площадь парусности, (м2) | Av (из информации) | 363,7 |
| Возвышение ЦП над ватерлинией, (м) | Z (из информации) | 7,28 |
| Расчетное давление ветра, (н/м) | Pv (из таблиц правил) | 1240 |
| Кренящий момент от ветра, (тм) | Mкр= 0,001· Pv ·Av ·Z | 3283,19 |
| Аргумент |  | 0,06 |
| Множитель, (градусы) | Y (из таблицы №17) | 27 |
| Относительная ширина | В/Т | 2,72 |
| Безразмерный множитель | X1 (из таблицы №15) | 0,95 |
| Коэффициент общей полноты | *δ* | 0,72 |
| Безразмерный множитель | X2 (из таблицы №16) | 1,0 |
| Относительная площадь скуловых килей |  | 2,6 |
| Коэффициент | k | 0,78 |
| Амплитуда качки со скул. килями, (градус) |  |  |
| Угол заливания, (градус) | (из информации) | 35,8 |
| Плечо опрокидывающего момента, (м) | ℓопр (по диагр. динам.остойчивости) | 0,39 |
| Опрокидывающий момент, (кНм) | Mопр= D · ℓопр | 9933,35 |
| Критерий погоды | K=Мопр/Mкр |  |
| Аргумент |  | 0,16 |
| Коэффициент | mo (из таблиц правил) | 0,44 |
| Норм. Частота собств. Колебаний, (1/с) |  | 0,35 |
| Расчетное ускорение | *а*расч.=0,0011 | 0,06 |
| Критерий ускорения | К\*=0,3/арасч. |  |
| Инерционный коэффициент | с=0,373+0,023\*(В/Т)-0,043(L/100) | 0,36 |
| Период качки, с |  | 13,1 |
| Угол крена от постоянного ветра, (градус) | (по диаграмме) | 11,0 |

Таблица 20 -

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Критерий погоды | К≥1 | 3,01 |
| Максимальное плечо статистической остойчивости | *ℓст.max*≥0,2 | 1,04 |
| Угол заката | Θзак ≥60 | 70 |
| Угол соотв. максимуму диаграммы | Θmах ≥30 | 35 |
| Метацентрическая высота | h ≥ 0,2 | 1,62 |
| Критерий ускорения | К\* ≥ 0,1 | 4,26 |
| Исп. Метацентрическая высота | h ≥ 0,15 | 1,62 |
| Угол крена от действия постоянного ветра (град.) | Θ ≤15 | 11,0 |

Проверка общей продольной прочности корпуса судна при равномерном распределении груза или балласта производится следующим образом.

1) Рассчитывается составляющая изгибающего момента на миделе от веса судна порожнем по формуле

(3.1)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | kП | – | численный коэффициент, принимаемый равным: |
|  | 0,100 | – | для грузовых судов с силовой установкой в средней части; |
|  | 0,126 | – | для грузовых судов с силовой установкой в корме; |
|  | 0,0975 | – | для грузо-пассажирских судов с силовой установкой в средней части. |

2) Рассчитывается составляющая изгибающего момента на миделе от сил дедвейта как арифметическая полусумма моментов носовых и кормовых грузов, запасов и балласта относительно миделя:

(3.2)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | Р*i*н, Р*i*к | – | масса носовых и кормовых грузов, запасов или балласта в *i*-м помещении; |
|  | *хi*н, *хi*к | – | отстояние центров тяжести носовых и кормовых грузов, запасов или балласта в *i*-м помещении от плоскости мидель-шпангоута. |

Расчет изгибающего момента от сил дедвейта удобно вести в табличной форме (табл. 21). Целесообразно этот момент рассчитывать совместно с алгебраическим моментом относительно плоскости мидель-шпангоута при расчете посадки судна.

(3.2.1)



3)Рассчитывается составляющая изгибающего момента на миделе от сил поддержания на тихой воде по формуле

(3.3)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | D | – | водоизмещение судна при расчетном состоянии нагрузки (в начале или конце рейса); |
|  | kсп | – | численный коэффициент, принимаемый: kсп = 0,0895·δ + 0,0315. |

4) Определяется величина изгибающего момента на тихой воде в миделевом сечении: Мизг= МП + MDW + МСП.

Если в результате момент будет положительным, судно испытывает перегиб, а если отрицательным – прогиб на тихой воде.

5) Рассчитывается нормативная величина изгибающего момента на тихой воде по формуле

(3.4)



где k0 – численный коэффициент, принимаемый равным: для танкеров: 0,0173 при прогибе; 0,0199 при перегибе.

Проверка продольной прочности судна должна выполняться в соответствии с судовой Инструкцией по загрузке в форме рекомендуемых ею расчетных таблиц (возможно, по перерезывающим силам и изгибающим моментам в нескольких расчетных поперечных сечениях судна) При отсутствии Инструкции по загрузке материалы о допускаемой величине изгибающего момента от сил дедвейта в миделевом сечении судна могут содержаться в Информации об остойчивости судна. Расчет производится по форме приведенной ниже.

– Расчет суммы моментов масс дедвейта относительно миделя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес т | | От миделя | | |
| Плечо м | Моменты тм | |
| нос | корма |
| Моторное топливо | Диптанки | 1928 | 1200 | 69,20 | 83040 |  |
| Бункеры | 350 | -48,11 |  | 16383 |
| Расходные | 100 | - 48,43 |  | 4843 |
| Груз № 9 цтр | 278 | - 39,60 |  | 10258 |
| Мазут | Расходный танк для котла | 85 | | -76,12 |  | 6470 |
| Дизельное топливо | Танк двойного дна | 128 | 64 | -58,05 |  | 3715 |
| Танк двойного дна | 64 | -56,07 |  | 3588 |
| Масло | Восстановительный масляный танк | 120 | 35 | -56,50 |  | 1978 |
| Сточный масляный танк | 35 | -65,40 |  | 2289 |
| Танк смазочного масла ГД | 40 | -60,52 |  | 2421 |
| Танк цилиндрового масла | 10 | -57,92 |  | 579 |
| Вода | Танки питьевой воды л/б | 159 | 40 | -81,43 |  | 3257 |
| Танки питьевой воды п/б | 40 | -81,43 |  | 3257 |
| Ахтерпик | 49 | -85,00 |  | 4165 |
| Танки котельной воды | 30 | -80,55 |  | 2416 |
|  | Провизия | 3 | | -82,50 |  | 246 |
|  | Экипаж | 5,12 | | -64,72 |  | 331,37 |
|  | Итого запасов | 2428,12 | |  |  |  |
| Груз | №1 Центральный | 15250 | 1500 | 55,63 | 83445 |  |
| №2 Центральный | 1500 | 43,90 | 65850 |  |
| №3 Центральный | 1500 | 32,20 | 48300 |  |
| №4 Центральный | 1500 | 20,50 | 30750 |  |
| №5 Центральный | 1500 | 8,80 | 13200 |  |
| №6 Центральный |  | +0,37/–3,27 |  |  |
| №7 Центральный | 1500 | -14,60 |  | 21900 |
| №8 Центральный | 1500 | -26,30 |  | 39450 |
| №9 Центральный |  | -36,90 |  |  |
| №1 Бортовые |  | 55,10 |  |  |
| №2 Бортовые | 1300 | 43,75 | 56875 |  |
| №3 Бортовые |  | 32,20 |  |  |
| №4 Бортовые |  | 20,50 |  |  |
| №5 Бортовые |  | 8,80 |  |  |
| №6 Бортовые | 1100 | +0,37/–3,27 | 407 | 3597 |
| №7 Бортовые |  | -14,60 |  |  |
| №8 Бортовые | 1300 | -26,30 |  | 34190 |
| №9 Бортовые | 1050 | -37,48 |  | 39732 |
| Итого | | 17678,12 | |  | 381867 | 205520,37 |

Подставляем значения величин в формулы (3.1), (3.2), (3.3) и (3.4) и получаем:

Решение:

Пример решения:

kп= 0,126; D0= 7792 т; L= 173,94 м;

= 0,126 · 7792 · 173,94 · 9,81= 1 675 282,15 т.м.;



ΣМхн= 381867 т.м.; ΣМхк= 205520,37 т.м.

= 9,81 · (381867 + 205520,37)/2= 2 881 135,05 т.м.



δ= 0,7; D1= 25470,12 т; L= 173,94 м;

kсп = 0,0895·δ + 0,0315= 0,0895·0,72 + 0,0315= 0,096

= – 0,096 · 25470,12 · 173,94 · 9,81= –4 172 253,59 т.м.



Мп= 1 675 282,15 т.м.; MDW= 4 716 571,34 т.м.; МСП= –4 172 253,59 т.м.

Мизг= Мп + MDW + МСП= 1 675 282,15 + 2 881 135,05 – 4 172 253,59 = 384 163,61 т.м.

т. к. Мизг >0 вид деформации корпуса «перегиб» => k0= 0,0199

= 0,0199 · 23,15 · 173,942,3 · 9,81= 642 675,66 т.м.



– Проверка продольной прочности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование величин, обозначение | Формулы | Полученные значения |
| Изгибающий момент от веса судна порожнем, кНм |  | 1 675 282,15 |
| Изгибающий момент от дедвейта, кНм |  | 2 881 135,05 |
| Коэффициент общей полноты | δ | 0,72 |
| Числовой коэффициент | kсп = 0,0895 · δ + 0,0315 | 0,096 |
| Изгибающий момент от сил поддержания, кНм |  | –4 172 253,59 |
| Изгибающий момент на тихой воде, кНм | Мизг= Мп + MDW + МСП | 384 163,61 |
| Вид деформации | перегиб | ko= 0,0199 |
| Нормативный изгибающий момент на миделе, кНм |  | 642 675,66 |
| Условие | Мизг<Мдоп | соблюдается |

Для этого рассчитываем сумму моментов груженого судна в табличной форме

– Расчет суммы моментов масс относительно миделя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес т | | От миделя | | |
| Плечо м | Моменты тм | |
| нос | корма |
| Судно порожнем | | 7727 | | -17,87 | 115593 | 253674 |
| Константа | | 65 | | -71,23 | 150 | 4780 |
| Провизия | | 3 | | -82,50 |  | 246 |
| Экипаж | | 5,12 | | -64,72 |  | 331,37 |
| Моторное топливо | Диптанки | 1928 | 1200 | 69,20 | 83040 |  |
| Бункеры | 350 | -48,11 |  | 16383 |
| Расходные | 100 | - 48,43 |  | 4843 |
| Груз № 9 цтр | 278 | - 39,60 |  | 10258 |
| Мазут | Расходный танк для котла | 85 | | -76,12 |  | 6470 |
| Дизельное топливо | Танк двойного дна | 128 | 64 | -58,05 |  | 3715 |
| Танк двойного дна | 64 | -56,07 |  | 3588 |
| Масло | Восстановительный масляный танк | 120 | 35 | -56,50 |  | 1978 |
| Сточный масляный танк | 35 | -65,40 |  | 2289 |
| Танк смазочного масла ГД | 40 | -60,52 |  | 2421 |
| Танк цилиндрового масла | 10 | -57,92 |  | 579 |
| Вода | Танки питьевой воды л/б | 159 | 40 | -81,43 |  | 3257 |
| Танки питьевой воды п/б | 40 | -81,43 |  | 3257 |
| Ахтерпик | 49 | -85,00 |  | 4165 |
| Танки котельной воды | 30 | -80,55 |  | 2416 |
|  | Итого запасов | 2428,12 | |  |  |  |
| Груз | №1 Центральный | 15250 | 1500 | 55,63 | 83445 |  |
| №2 Центральный | 1500 | 43,90 | 65850 |  |
| №3 Центральный | 1500 | 32,20 | 48300 |  |
| №4 Центральный | 1500 | 20,50 | 30750 |  |
| №5 Центральный | 1500 | 8,80 | 13200 |  |
| №6 Центральный |  | +0,37/–3,27 |  |  |
| №7 Центральный | 1500 | -14,60 |  | 21900 |
| №8 Центральный | 1500 | -26,30 |  | 39450 |
| №9 Центральный |  | -36,90 |  |  |
| №1 Бортовые |  | 55,10 |  |  |
| №2 Бортовые | 1300 | 43,75 | 56875 |  |
| №3 Бортовые |  | 32,20 |  |  |
| №4 Бортовые |  | 20,50 |  |  |
| №5 Бортовые |  | 8,80 |  |  |
| №6 Бортовые | 1100 | +0,37/–3,27 | 407 | 3597 |
| №7 Бортовые |  | -14,60 |  |  |
| №8 Бортовые | 1300 | -26,30 |  | 34190 |
| №9 Бортовые | 1050 | -37,48 |  | 39732 |
| Итого | | 25470,12 | |  | 497610 | 463974,37 |

Рассчитывается составляющая изгибающего момента на миделе от сил веса как арифметическая полусумма моментов носовых и кормовых грузов и запасов относительно миделя:

(3.5)



Затем из графика «Кривая изгибающих моментов на миделе от сил поддержания на тихой воде» (ПРИЛОЖЕНИЕ) находим изгибающий момент от сил поддержания:

а) на тихой воде;

б) на вершине волны по формуле:

(3.6)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: |  | – | изгибающий момент от сил поддержания на тихой воде; |
|  |  | – | волновая составляющая изгибающего момента на вершине волны: считается константой и равна + 65 300 т.м. |

в) на подошве волны по формуле:

(3.7)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: |  | – | изгибающий момент от сил поддержания на тихой воде; |
|  |  | – | волновая составляющая изгибающего момента на подошве волны: считается константой и равна – 78 300 т.м. |

Подставляем значения величин в формулы (3.5), (3.6) и (3.7) и получаем:

Решение:

Пример решения:

ΣМхн= 497610 т.м.; ΣМхк= 463974,37 т.м.

= (497610 + 463974,37)/2= 480 792,19 т.м.



из графика находим значение = – 429000 т.м.; = + 65300 т.м.; = – 78300 т.м.



= – 429000 + 65300= – 363700 т.м.



= – 429000 – 78300= – 507300 т.м.



Далее определяем максимальные изгибающие моменты:

а) на тихой воде по формуле:

(3.8)



б) на вершине волны по формуле:

(3.9)



в) на подошве волны, по формуле:

(3.10)



Подставляем значения величин в формулы (3.8), (3.9) и (3.10) и получаем:

Решение:

Пример решения:

МD= 480 792,19 т.м.; = – 429000 т.м.; = – 363700 т.м.; = – 507300 т.м.



= 480792,19 – 429000 = 51792,19 т.м.



= 480792,19 – 363700 = 117092,19 т.м.



= 480792,19 – 507300 = – 26507,81 т.м.



Допускаемый изгибающий момент Мдоп= 135000 т.м.

Определяем коэффициент запаса прочности:

а) на тихой воде по формуле:

(3.11)



б) на вершине волны по формуле:

(3.12)



в) на подошве волны, по формуле:

(3.13)



Подставляем значения величин в формулы (3.11), (3.12) и (3.13) и получаем:

Решение:

Пример решения:

Мдоп= 135000 т.м.; = 51792,19 т.м.; = 117092,19 т.м.; = – 26507,81 т.м.



= 135000/51792,19 = 2,61>1



= 135000/117092,19 = 1,15>1



= 135000/26507,81 = 5,09>1



При размещении груза и запасов условие прочности Мдоп ≥ Мmax соблюдено.

На графике продольной прочности судна по аргументам D1= 25470,12 и арифметическая сумма моментов относительно миделя:

= 381867 – 205520,37 = 176346,63 т.м.



Находим точку пересечения вертикали и горизонтали этих величин, которая характеризует состояние прочности корпуса. Эта точка находится между линиями «момент на тихой воде – нуль» и «опасно – вершина волны», т.е. перегиб корпуса судна в допустимых пределах и условия прочности соблюдены.

– запас моторного (тяжелого) топлива на приход судна, с учетом стоянки в порту назначения, рассчитывается по формуле:

(1.1)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | РТ.ф. | – | фактическое количество тяжелого топлива взятого на рейс из таблицы 2.1; |
|  | qТ. т(х) | – | средний расход моторного (тяжелого) топлива на ходу (по заданию), т/сут; |
|  | tх | – | ходовое время в грузу, час; |
|  | tдоп | – | дополнительное время, час. |

– запас дизельного топлива на приход судна, с учетом стоянки в порту назначения, рассчитывается по формуле:

(1.2)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | РД.т.ф. | – | фактическое количество дизельного топлива взятого на рейс из таблицы 2.2; |
|  | qД. т.(х) | – | средний расход дизельного топлива на ходу (по заданию), т/сут; |
|  | qД. т.(ст) | – | средний расход дизельного топлива на стоянке (по заданию), т/сут; |
|  | tх | – | ходовое время в грузу, час; |
|  | tст | – | количество стояночного времени в рейсе, час. |

– запас котельного мазута на приход судна, с учетом стоянки в порту назначения, рассчитывается по формуле:

(1.3)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | РМазут.ф. | – | фактическое количество дизельного топлива взятого на рейс из таблицы 2.2; |
|  | qМазут.(х) | – | средний расход дизельного топлива на ходу (по заданию), т/сут; |
|  | qМазут(ст) | – | средний расход дизельного топлива на стоянке (по заданию), т/сут; |
|  | tх | – | ходовое время в грузу, час; |
|  | tст | – | количество стояночного времени в рейсе, час. |

– общее количество топлива на приход с учетом стоянки в порту выгрузки рассчитывается по формуле:

(1.4)



– запас смазочного масла на на приход судна с учетом стоянки в порту, рассчитывается по формуле:

(1.5)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Рсм.м.ф. | – | фактическое количество смазочного масла взятого на рейс из таблицы 2.3; |
|  | Рсм.м. | – | необходимое количество смазочного масла на рейс судна; |

– запас пресной воды для нужд экипажа, на приход судна с учетом стоянки в порту выгрузки, рассчитывается по формуле:

(1.6)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Рпр.в.ф. | – | фактическое количество пресной воды взятого на рейс из таблицы 2.4; |
|  | qпр.в. | – | средний расход пресной воды (по заданию), т · чел/сут; |
|  | nэк | – | численность экипажа, чел; |
|  | tх | – | ходовое время в грузу, час; |
|  | tст | – | количество стояночного времени в рейсе, час. |

– запас продовольствия для нужд экипажа, исходя из нормы потребления в кг на одного человека в сутки, рассчитывается по формуле:

(1.7)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Рпрод..ф. | – | фактическое продовольствия взятого на рейс из таблицы 2.4; |
|  | qпрод. | – | средний расход продовольствия (по заданию), т/сут; |
|  | nэк | – | численность экипажа, чел; |
|  | tх | – | ходовое время в грузу, час; |
|  | tст | – | количество стояночного времени в рейсе, час. |

Общее количество судовых запасов на рейс для судна, рассчитывается по формуле:

(1.8)

Подставляем значения величин в формулы (1.1), (1.2), (1.3), (1.4), (1.5), (1.6), (1.7) и (1.8), получаем:

Решение:

Пример решения:РТ.ф= 1928 т.; qТ. т(х)= 40 т/сут.; tх= 23,5 сут.

= 1928 – 40 · 23,5= ;



РД.т.ф= 128 т.; qД. т.(х)= 2,2 т/сут.; qД. т.(ст)= 5,4 т/сут.; tх= 23,5 сут.; tст= 2,5 сут.

= 128 ­– (2,2 · 23,5 + 5,4 · 2,5)= ;



РМазут.ф= 128 т.; qМазут(х)= 1,5 т/сут.; qМазут(ст)= 1,8 т/сут.; tх= 23,5 сут.; tст= 2,5 сут.

= 85 ­– (1,5 · 23,5 + 1,8 · 2,5)= ;



= 988 + 62,8 + 46= ;



Рсм.м.ф= 120 т.;

= 120 – 120 ∙ 0,45= ;

Рпр.в.ф= 159 т.; qпр.в.= 0,108 т/сут.; nэк= 23 чел.; tх= 23,5 сут.; tст= 2,5 сут.

= 159 – 23 ∙ 0,108 ∙ (23,5 + 2,5)= ;



Рпрод..ф.= 3 т.; qпрод.= 0,0027 т/сут.; nэк= 23 чел.; tх= 23,5 сут.; tст= 2,5 сут.

= 3 – 23 ∙ 0,0027 ∙ (23,5 + 2,5)= ;1096,8 + 66 + 94,4 + 1,4=;



Таблица 24 – Расчет загрузки судна на отход из порта выгрузки, в балласте.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес т | | От миделя | | | От ОП | |
| Плечо м | Моменты тм | | Плечо м | Момент тм |
| нос | корма |
| Судно порожнем | | 7727 | | -17,87 | 115593 | 253674 | 10,85 | 83837,95 |
| Константа | | 65 | | -71,23 | 150 | 4780 |  |  |
| Провизия | | 1,4 | | -82,50 |  | 246 | 10,93 | 15,30 |
| Экипаж | | 5,12 | | -64,72 |  | 331,37 | 11,85 | 60,67 |
| Моторное топливо | Диптанки | 988 | 574 | 69,20 | 39721 |  | 5,72 | 3283,28 |
| Бункеры | 380 | -48,11 |  | 18282 | 5,24 | 1991,20 |
| Расходные | 106 | -48,43 |  | 5134 | 9,26 | 981,56 |
| Мазут | Расходный танк для котла | 46 | | -76,12 |  | 3502 | 10,88 | 500,48 |
| Дизельное топливо | Танк двойного дна | 62,8 | 31,4 | -58,05 |  | 1823 | 1,35 | 42,39 |
| Танк двойного дна | 31,4 | -56,07 |  | 1761 | 1,25 | 39,25 |
| Масло | Сточный масляный танк | 66 | 33 | -65,40 |  | 2125 | 0,67 | 22,11 |
| Танк смазочного масла ГД | 33 | -60,52 |  | 1997 | 10,98 | 362,34 |
| Вода | Танки питьевой воды л/б | 94,4 | 32,2 | -81,43 |  | 2622 | 11,70 | 367,74 |
| Танки питьевой воды п/б | 32,1 | -81,43 |  | 2614 | 11,70 | 375,57 |
| Танки котельной воды | 30,1 | -80,55 |  | 2425 | 8,66 | 260,67 |
|  | Итого запасов | 1258,6 | |  |  |  |  |  |
| Балласт- 1,025 т/м3 | №1 Центральный | 9115 |  | 55,63 |  |  | 6,57 |  |
| №2 Центральный |  | 43,90 |  |  | 6,46 |  |
| №3 Центральный |  | 32,20 |  |  | 6,46 |  |
| №4 Центральный |  | 20,50 |  |  | 6,46 |  |
| №5 Центральный |  | 8,80 |  |  | 6,46 |  |
| №6 Центральный |  | +0,37/–3,27 |  |  | 6,46 |  |
| №7 Центральный |  | -14,60 |  |  | 6,46 |  |
| №8 Центральный |  | -26,30 |  |  | 6,46 |  |
| №9 Центральный |  | -36,90 |  |  | 6,21 |  |
| №1 Бортовые | 1045 | 55,10 | 57580 |  | 7,44 | 7774,80 |
| №2 Бортовые | 1482 | 43,75 | 64838 |  | 6,33 | 9381,06 |
| №3 Бортовые |  | 32,20 |  |  | 6,57 |  |
| №4 Бортовые | 1646 | 20,50 | 33743 |  | 6,51 | 10715,46 |
| №5 Бортовые | 1648 | 8,80 | 14502 |  | 6,51 | 10278,48 |
| №6 Бортовые | 1646 | +0,37/–3,27 | 609 | 5382 | 6,51 | 10715,46 |
| №7 Бортовые | 1648 | -14,60 |  | 24061 | 6,51 | 10728,48 |
| №8 Бортовые |  | -26,30 |  |  | 6,59 |  |
| №9 Бортовые |  | -37,48 |  |  | 6,88 |  |
| Итого | | 18170,72 | |  | 326736 | 330759,37 |  | 151734,25 |
| Координаты Ц. Т. | |  | | -0,22 | - 4023,37 | | 8,35 |  |

D2= 18170,72 т.

∑Мн= + 326736,00 т.м.

∑Мк= − 330759, 37 т.м.

∑Мz= 15134,25 т.м.

Тср2= 6,19 м

Расчет осадки судна после приема балласта.

Дифферент судна на отход

Рассчитываю осадки судна носом и кормой:

(1.9)



(1.10)



Подставляем значения величин в формулы (1.9), (1.10), и получаем:

Решение:

Пример решения:

Т'ср2= 6,19 м. d1= –1,45 м.



По окончании проведения расчёта посадки судна после загрузки проводятся расчёты параметров остойчивости.

Поперечная h, и продольная H1 метацентрические высоты судна рассчитываются по формулам:

(2.1)

(2.2)

Аппликаты метацентров поперечной Zm и продольной ZM остойчивости рассчитываются по формулам:

(2.3)

(2.4)

Подставляем значения величин в формулы (2.17), (2.18), (2.19) и (2.20) и получаем:

Решение:

Пример решения:

r1= 6,76 м.,R1= 287 м., Zc1= 3,24 м., Zg1= 8,35 м.

= 6,76 – (8,35 – 3,24)= = 287 – (8,35 – 3,24)= Zm= r1 + Zc1= 6,76 + 3,24= ZM=R1 + Zc1= 287,0 + 3,24=

Результаты расчётов составляющих после загрузки судна заносим в таблицу №25

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 |  |  |  | т |
| 2 |  |  |  | т.м |
|  |  | т.м |
| 3 |  |  |  | м |
|  |  | м |
| 4 |  |  |  | м |
|  |  | м |
|  |  | м |
| 5 |  |  |  | м |
| 6 |  |  |  | м |
|  |  | м |
| 7 |  |  |  | м |
|  |  | м |

Далее производят расчеты плеч статической и динамической остойчивости

Расчеты плеч статической и динамической остойчивости с помощью пантокарен при постоянном шаге угла крена выполняются в форме таблицы №13.

Для этого по объемному водоизмещению V=D/ρ – (плотность воды, в которой находится судно) заходим в таблицу «Пантокарены» и с помощью линейной интерполяции выбираем плечи формы остойчивости.

V= 18170,72/1,025= 17727,53 м3

- Расчета плеч статической и динамической остойчивости.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рассчитываемая величина | Значение расчетных величин | | | | | | | |
| Угол Θ (град) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 1. Sin Θ | 0 | 0,1736 | 0,3420 | 0,5000 | 0,6428 | 0,7660 | 0,8660 | 0,9397 |
| 2. *l ф* | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. *l b=Zg\* SinΘ=(1)\* Zg* | 0 | 1,450 | 2,856 | 4,175 | 5,367 | 6,396 | 7,231 | 7,846 |
| 4. *l ст.= l ф* – *l b=(2)* – *(3)* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. *Σ инт* | 0 | 0,26 | 1,19 | 3,05 | 5,58 | 8,10 | 9,77 | 10,24 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По данным таблицы №26 производят построение ДСО и ДДО

Для проверки остойчивости по требованиям Правил выполняются расчеты нормируемых параметров на отход и приход по форме таблицы. Пример определения основных и дополнительных параметров можно показать на диаграммах остойчивости на отход и приход, а альтернативных – на приход

При расчете нормируемых параметров остойчивости следует использовать формулы и нормативные требования Правил Регистра

Расчет кренящего момента от давления ветра

Кренящий момент от давления ветра Мкр определяется по формуле

Мкр= 0,001 · Pv · Av · Zv (2.21)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Pv | – | где условное расчетное давление ветра Па определяется по таблице 14; |
|  | Av | – | площадь парусности м2 определяется из «Информации об остойчивости для капитана»; |
|  | Zv | – | расстояние между центром парусности и действующей ватерлинией м. |

Давление ветра Рv, в Па принимается по таблице 14 в зависимости от района плавания судна и плеча парусности.

Величины опрокидывающего момента определяются с учетом качки судна на волнении Аргументом для решения этой задачи является амплитуда бортовой качки. Для судна без скуловых или брусковых килей амплитуда бортовой качки рассчитывается по формуле

Θr = X1 · X2 · Y, (2.22)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Х1 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 15, по входному аргументу (В/Т) путем линейной интерполяции, где В – ширина судна, Т – осадка судна; |
|  | Х2 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 16, по входному аргументу δ путем линейной интерполяции; |
|  | Y | – | множитель, выбираемый как функция определяется по таблице 17, по входному аргументу , где h – начальная метацентрическая высота, В – ширина судна. |

Для судна, имеющего скуловые кили или брусковый киль, используется формула

Θ2r = k · X1 · X2 · Y (2.23)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | k | – | коэффициент, являющейся функцией k по входному аргументу путем линейной интерполяции, где Ak – общая площадь килей, L – длина судна между перпендикулярами, В – ширина судна; |
|  | Х1 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 15, по входному аргументу (В/Т) путем линейной интерполяции, где В – ширина судна, Т – осадка судна; |
|  | Х2 | – | безразмерные множители, выбираемые как функция определяется по таблице 16, по входному аргументу δ путем линейной интерполяции; |
|  | Y | – | множитель, выбираемый как функция определяется по таблице 17, по входному аргументу , где h – начальная метацентрическая высота, В – ширина судна. |

Функциональною зависимости для X1 Х2 и Y приведены в табличной форме (табл 14 – 19 ПРИЛОЖЕНИЯ)

Выбирая значения из таблиц 14 – 19 по входным аргументам, подставляем значения величин в формулы (2.21), (2.22), и (2.23) и получаем:

Решение:

Определяем значение аргумента Рv, Zv и Av из приложения выбираем значение плеча парусности в зависимости от осадки судна для данного варианта загрузки при Тср1= 6,19 м, Zv= 10,26 м; Рv= 1240 Па; Av= 416,6 м2.

Определяем значение аргумента k, X1, X2 и Y из таблиц 14 – 19 по входным аргументам:

Пример решения:

Мкр= 0,001 · Pv · Av · Zv= 0,001 · 1240 · 416,6 · 10,26= 5300,15 тм.

В/Т= 23,15/6,19 = 3,76 отсюда X1= 0,8;

δ= 0,68, отсюда X2= 0,99;

= 0,06, отсюда Y= 27;



= 2,6, отсюда k= 0,78.



Подставляя данные значения в формулу (2.23) получим:

Θ2r = k · X1 · X2 · Y= 0,78 · 0,8 · 27 · 0,99= 16,7 градуса.

Зная амплитуду бортовой качки, можно по диаграмме остойчивости найти величину опрокидывающего момента следующим образом при использовании динамической диаграммы остойчивости (Рис 2) на ней от начала координат вправо откладывают амплитуду качки и, восстановив из полученной точки перпендикуляр до пересечения с диаграммой, получают точку А' через точку А' проводят прямую параллельную оси абсцисс, и на ней влево от А' откладывают ее величину Θ2r. Из полученной точки А проводят касательную к диаграмме Затем вправо от А откладывают 57,3° и из конца отрезка в точке В' восстанавливают перпендикуляр до пересечения с касательной АС в точке Е Отрезок BE будет равен опрокидывающему моменту (если по оси координат нанесены моменты) или плечу опрокидывающего момента (если по оси ординат отложены плечи) в последнем случае для получения момента плечо надо умножить на водоизмещение.

– Диаграмма статической и динамической остойчивости судна в балласте.

Опрокидывающий момент находится по формуле:

Мопр= ℓопр · D1 (2.24)

Подставляем значения величин в формулу (2.24) и получаем:

Решение:

Пример решения:

ℓопр= 0,57 м; D1= 18170,72 т.

Мопр= ℓопр · D1= 0,57 · 18170,72= 10357,31 тм.

Значение критерия погоды К рассчитывается по формуле:

(2.25)



Подставляем значения величин в формулу (2.25) и получаем:

Решение:

Пример решения:

Мопр= 10357,31 тм; Мкр= 5300,15 тм.

= 10357,31/5300,15= 1,95



Нормы Регистра требуют проверки остойчивости по критерию ускорения К\*.

Для этого необходимо вычислить величину по формуле:

(2.26)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | h2 | – | исправленная метацентрическая высота, м; |
|  | V2 | – | объемное водоизмещение, м3; |
|  | В | – | ширина судна, м; |
|  | Zg | – | возвышение центра тяжести судна над основной плоскостью, м. |

Подставляем значения величин в формулу (2.27) и получаем:

Решение:

Пример решения:

h2= 1,65 м; V1= 17727,53 м3; В= 23,15 м; Zg= 8,35 м.

= 0,18



Затем по аргументуиз таблицы 18 с помощью линейной интерполяции находят коэффициент mo, в нашем случае mo= 0,55.



Затем рассчитывают нормируемую частоту колебаний судна m по формуле:

(2.28)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | m0 | – | коэффициент из таблицы 18; |
|  | h1 | – | метацентрическая высота, м; |

Затем рассчитывают ускорения *а*расч ( в долях от g) по формуле

*а*расч = 0,0011 · В · m2 · Θ2r (2.29)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | Θ2r | – | расчетная амплитуда качки из формулы (2.23); |
|  | m | – | нормируемая частота собственных колебаний судна, по формуле (2.27); |
|  | В | – | ширина судна, м; |

Остойчивость считается приемлемой, если соблюдается условие определяемое по формуле:

(2.30)



Подставляем значения величин в формулу (2.28), (2.29) и (2.30) и получаем:

Решение:

Пример решения:

h2= 1,65 м; mo= 0,55;

= 0,43



В= 23,15 м; Θ2r= 16,7; m= 0,43.

*а*расч = 0,0011 · В · m2 · Θ2r= 0,0011 · 23,15 · 0,432 · 16,7= 0,08

*а*расч = 0,08

= 0,3/0,08= 3,75



Далее определяем период качки судна по формуле:

(2.31)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: | h2 | – | исправленная метацентрическая высота, м; |
|  | В | – | ширина судна, м; |
|  | с | – | инерционный коэффициент определяемый по формуле: , где: Т– осадка судна, L– длина судна между перпендикулярами; |

Подставляем значения величин в формулу (2.31) и получаем:

Решение:

Пример решения:

В= 23,15 м; L= 173,94 м; Т= 6,19 м.

= 0,38



h1= 1,62 м; с= 0,38.

= 13,6 с.



Результаты расчетов нормируемых параметров остойчивости нагляднее и проще выражать в табличной форме, показанной в таблице №19.

– Расчет нормируемых параметров остойчивости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование величин | Обозначения и формулы |  |
| Водоизмещение массовое, (т) | Д | 18170,72 |
| Осадка судна, (м) | Т | 6,19 |
| Площадь парусности, (м2) | Av (из информации) | 416,6 |
| Возвышение ЦП над ватерлинией, (м) | Z (из информации) | 10,6 |
| Расчетное давление ветра, (н/м) | Pv (из таблиц правил) | 1240 |
| Кренящий момент от ветра, (тм) | Mкр= 0,001· Pv ·Av ·Z | 5300,15 |
| Аргумент |  | 0,06 |
| Множитель, (градусы) | Y (из таблицы №17) | 27 |
| Относительная ширина | В/Т | 3,76 |
| Безразмерный множитель | X1 (из таблицы №15) | 0,8 |
| Коэффициент общей полноты | *δ* | 0,68 |
| Безразмерный множитель | X2 (из таблицы №16) | 0,99 |
| Относительная площадь скуловых килей |  | 2,6 |
| Коэффициент | k | 0,78 |
| Амплитуда качки со скул. килями, (градус) |  |  |
| Угол заливания, (градус) | (из информации) | 40,6 |
| Плечо опрокидывающего момента, (м) | ℓопр (по диагр. динам.остойчивости) | 0,57 |
| Опрокидывающий момент, (кНм) | Mопр= D · ℓопр | 10357,3 |
| Критерий погоды | K=Мопр/Mкр |  |
| Аргумент |  | 0,18 |
| Коэффициент | mo (из таблиц правил) | 0,55 |
| Норм. Частота собств. Колебаний, (1/с) |  | 0,43 |
| Расчетное ускорение | *а*расч.=0,0011 | 0,08 |
| Критерий ускорения | К\*=0,3/арасч. |  |
| Инерционный коэффициент | с=0,373+0,023\*(В/Т)-0,043(L/100) | 0,38 |
| Период качки, с |  | 13,6 |
| Угол крена от постоянного ветра, (градус) | (по диаграмме) | 12,0 |

Таблица 20 -

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Критерий погоды | К≥1 | 1,95 |
| Максимальное плечо статистической остойчивости | *ℓст.max*≥0,2 | 1,36 |
| Угол заката | Θзак ≥60 | 69 |
| Угол соотв. максимуму диаграммы | Θmах ≥30 | 40 |
| Метацентрическая высота | h ≥ 0,2 | 1,65 |
| Критерий ускорения | К\* ≥ 0,1 | 3,75 |
| Исп. метацентрическая  высота | h ≥ 0,15 | 1,65 |
| Угол крена от действия постоянного  ветра (град.) | Θ ≤15 | 12,0 |

Проверка общей продольной прочности корпуса судна при равномерном распределении балласта производится по примеру описанном в п.3 части II настоящей работы.

– Расчет суммы моментов масс дедвейта относительно миделя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес т | | От миделя | | |
| Плечо м | Моменты тм | |
| нос | корма |
| Моторное топливо | Диптанки | 988 | 574 | 69,20 | 39721 |  |
| Бункеры | 380 | -48,11 |  | 18282 |
| Расходные | 106 | -48,43 |  | 5134 |
| Мазут | Расходный танк для котла | 46 | | -76,12 |  | 3502 |
| Дизельное топливо | Танк двойного дна | 62,8 | 31,4 | -58,05 |  | 1823 |
| Танк двойного дна | 31,4 | -56,07 |  | 1761 |
| Масло | Сточный масляный танк | 66 | 33 | -65,40 |  | 2125 |
| Танк смазочного масла ГД | 33 | -60,52 |  | 1997 |
| Вода | Танки питьевой воды л/б | 94,4 | 32,2 | -81,43 |  | 2622 |
| Танки питьевой воды п/б | 32,1 | -81,43 |  | 2614 |
| Танки котельной воды | 30,1 | -80,55 |  | 2425 |
|  | Провизия | 1,4 | | -82,50 |  | 246 |
|  | Экипаж | 5,12 | | -64,72 |  | 331,37 |
|  | Итого запасов | 1258,6 | |  |  |  |
| Балласт – 1,025 т/м3 | №1 Центральный | 9115 |  | 55,63 |  |  |
| №2 Центральный |  | 43,90 |  |  |
| №3 Центральный |  | 32,20 |  |  |
| №4 Центральный |  | 20,50 |  |  |
| №5 Центральный |  | 8,80 |  |  |
| №6 Центральный |  | +0,37/–3,27 |  |  |
| №7 Центральный |  | -14,60 |  |  |
| №8 Центральный |  | -26,30 |  |  |
| №9 Центральный |  | -36,90 |  |  |
| №1 Бортовые | 1045 | 55,10 | 57580 |  |
| №2 Бортовые | 1482 | 43,75 | 64838 |  |
| №3 Бортовые |  | 32,20 |  |  |
| №4 Бортовые | 1646 | 20,50 | 33743 |  |
| №5 Бортовые | 1648 | 8,80 | 14502 |  |
| №6 Бортовые | 1646 | +0,37/–3,27 | 609 | 5382 |
| №7 Бортовые | 1648 | -14,60 |  | 24061 |
| №8 Бортовые |  | -26,30 |  |  |
| №9 Бортовые |  | -37,48 |  |  |
| Итого | | 10373,6 | |  | 210993 | 72305,37 |

Подставляем значения величин в формулы (3.1), (3.2), (3.3) и (3.4) и получаем:

Решение:

Пример решения:

kп= 0,126; D0= 7792 т; L= 173,94 м;

= 0,126 · 7792 · 173,94 · 9,81= 1 675 282,15 т.м.;



ΣМхн= 210993 т.м.; ΣМхк= 72305,37 т.м.

= 9,81 · (210993 + 72305,37)/2= 1 389 578,51 т.м.



δ= 0,68; D1= 18170,72т; L= 173,94 м;

kсп = 0,0895·δ + 0,0315= 0,0895·0,68 + 0,0315= 0,092

= – 0,092 · 18170,72 · 173,94 · 9,81= –2 852 518,28 т.м.



Мп= 1 675 282,15 т.м.; MDW= 1 389 578,51 т.м.; МСП= –2 852 518,28 т.м.

Мизг= Мп + MDW + МСП= 1 675 282,15 + 1 389 578,51 – 2 852 518,28 = 212 342,38 т.м.

т. к. Мизг >0 вид деформации корпуса «перегиб» => k0= 0,0199

= 0,0199 · 23,15 · 173,942,3 · 9,81= 642 675,66 т.м.



– Проверка продольной прочности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование величин, обозначение | Формулы | Полученные значения |
| Изгибающий момент от веса судна порожнем, кНм |  | 1 675 282,15 |
| Изгибающий момент от дедвейта, кНм |  | 1 389 578,51 |
| Коэффициент общей полноты | δ | 0,68 |
| Числовой коэффициент | kсп = 0,0895·δ + 0,0315 | 0,092 |
| Изгибающий момент от сил поддержания, кНм |  | –2 852 518,28 |
| Изгибающий момент на тихой воде, кНм | Мизг= Мп + MDW + МСП | 212 342,38 |
| Вид деформации | перегиб | ko= 0,0199 |
| Нормативный изгибающий момент на миделе, кНм |  | 642 675,66 |
| Условие | Мизг<Мдоп | соблюдается |

Для этого рассчитываем сумму моментов груженого судна в табличной форме

– Расчет суммы моментов масс относительно миделя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи нагрузки | | Вес т | | От миделя | | |
| Плечо м | Моменты тм | |
| нос | корма |
| Судно порожнем | | 7727 | | -17,87 | 115593 | 253674 |
| Константа | | 65 | | -71,23 | 150 | 4780 |
| Провизия | | 1,4 | | -82,50 |  | 246 |
| Экипаж | | 5,12 | | -64,72 |  | 331,37 |
| Моторное топливо | Диптанки | 988 | 574 | 69,20 | 39721 |  |
| Бункеры | 380 | -48,11 |  | 18282 |
| Расходные | 106 | -48,43 |  | 5134 |
| Мазут | Расходный танк для котла | 46 | | -76,12 |  | 3502 |
| Дизельное топливо | Танк двойного дна | 62,8 | 31,4 | -58,05 |  | 1823 |
| Танк двойного дна | 31,4 | -56,07 |  | 1761 |
| Масло | Сточный масляный танк | 66 | 33 | -65,40 |  | 2125 |
| Танк смазочного масла ГД | 33 | -60,52 |  | 1997 |
| Вода | Танки питьевой воды л/б | 94,4 | 32,2 | -81,43 |  | 2622 |
| Танки питьевой воды п/б | 32,1 | -81,43 |  | 2614 |
| Танки котельной воды | 30,1 | -80,55 |  | 2425 |
|  | Итого запасов | 1258,6 | |  |  |  |
| Балласт- 1,025 т/м3 | №1 Центральный | 9115 |  | 55,63 |  |  |
| №2 Центральный |  | 43,90 |  |  |
| №3 Центральный |  | 32,20 |  |  |
| №4 Центральный |  | 20,50 |  |  |
| №5 Центральный |  | 8,80 |  |  |
| №6 Центральный |  | +0,37/–3,27 |  |  |
| №7 Центральный |  | -14,60 |  |  |
| №8 Центральный |  | -26,30 |  |  |
| №9 Центральный |  | -36,90 |  |  |
| №1 Бортовые | 1045 | 55,10 | 57580 |  |
| №2 Бортовые | 1482 | 43,75 | 64838 |  |
| №3 Бортовые |  | 32,20 |  |  |
| №4 Бортовые | 1646 | 20,50 | 33743 |  |
| №5 Бортовые | 1648 | 8,80 | 14502 |  |
| №6 Бортовые | 1646 | +0,37/–3,27 | 609 | 5382 |
| №7 Бортовые | 1648 | -14,60 |  | 24061 |
| №8 Бортовые |  | -26,30 |  |  |
| №9 Бортовые |  | -37,48 |  |  |
| Итого | | 18170,72 | |  | 326736 | 330759,37 |

Рассчитывается составляющая изгибающего момента на миделе от сил веса как арифметическая полусумма моментов носовых и кормовых грузов и запасов относительно миделя:

(3.5)



Затем из графика «Кривая изгибающих моментов на миделе от сил поддержания на тихой воде» (ПРИЛОЖЕНИЕ) находим изгибающий момент от сил поддержания:

а) на тихой воде;

б) на вершине волны по формуле:

(3.6)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: |  | – | изгибающий момент от сил поддержания на тихой воде; |
|  |  | – | волновая составляющая изгибающего момента на вершине волны: считается константой и равна + 65 300 т.м. |

в) на подошве волны по формуле:

(3.7)



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где: |  | – | изгибающий момент от сил поддержания на тихой воде; |
|  |  | – | волновая составляющая изгибающего момента на подошве волны: считается константой и равна – 78 300 т.м. |

Подставляем значения величин в формулы (3.5), (3.6) и (3.7) и получаем:

Решение:

Пример решения:

ΣМхн= 326736 т.м.; ΣМхк= 330759,37 т.м.

= (326736 + 330759,37)/2= 328 747,69 т.м.



из графика находим значение = – 305000 т.м.; = + 65300 т.м.; = – 78300 т.м.



= – 305000 + 65300= – 239700 т.м.



= – 305000 – 78300= – 383300 т.м.



Далее определяем максимальные изгибающие моменты:

а) на тихой воде по формуле:

(3.8)



б) на вершине волны по формуле:

(3.9)



в) на подошве волны, по формуле:

(3.10)



Подставляем значения величин в формулы (3.8), (3.9) и (3.10) и получаем:

Решение:

Пример решения:

МD= 328 747,69 т.м.; = – 305000 т.м.; = – 239700 т.м.; = – 383300 т.м.



= 328747,69 – 305000 = 23747,69 т.м.



= 328747,69 – 239700 = 89047,69 т.м.



= 328747,69 – 383300 = – 54552,31 т.м.



Допускаемый изгибающий момент Мдоп= 135000 т.м.

Определяем коэффициент запаса прочности:

а) на тихой воде по формуле:

(3.11)



б) на вершине волны по формуле:

(3.12)



в) на подошве волны, по формуле:

(3.13)



Подставляем значения величин в формулы (3.11), (3.12) и (3.13) и получаем:

Решение:

Пример решения:

Мдоп= 135000 т.м.; = 23747,69 т.м.; = 89047,69 т.м.; = – 54552,31 т.м.



= 135000/23747,69 = 5,68>1



= 135000/89047,69 = 1,51>1



= 135000/54552,31 = 2,47>1



При размещении груза и запасов условие прочности Мдоп ≥ Мmax соблюдено.

На графике продольной прочности судна по аргументам D1= 18170,72 тонн и арифметическая сумма моментов относительно миделя:

= 210993 – 72305,37 = 138687,63 т.м.



Находим точку пересечения вертикали и горизонтали этих величин, которая характеризует состояние прочности корпуса. Эта точка находится между линиями «момент на тихой воде – нуль» и «опасно – подошва волны», т.е. перегиб корпуса судна в допустимых пределах и условия прочности соблюдены.

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Данные по грузовым помещениям, танкера типа «СПЛИТ»

Вместимость и координаты Ц. Т, грузовых танков.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование танка | Расположение | Вместимость м3 | Координаты Ц. Т. | |
| от основной плоскости | от миделя |
| 1 | №1 центральный | 88 – 105 | 1720,5 | 6,57 | 55,63 |
| 2 | №1 левый борт | 88 – 105 | 562,5 | 7,44 | 55,10 |
| 3 | №1 правый борт | 88 – 105 | 562,5 | 7,44 | 55,10 |
| 4 | №2 центральный | 84 – 88 | 1745,3 | 6,46 | 43,90 |
| 5 | №2 левый борт | 84 – 88 | 767,3 | 6,33 | 43,75 |
| 6 | №2 правый борт | 84 – 88 | 767,3 | 6,33 | 43,75 |
| 7 | №3 центральный | 80 – 84 | 1745,3 | 6,46 | 32,20 |
| 8 | №3 левый борт | 80 – 84 | 835,5 | 6,57 | 32,20 |
| 9 | №3 правый борт | 80 – 84 | 835,5 | 6,57 | 32,20 |
| 10 | №4 центральный | 76 – 80 | 1745,3 | 6,46 | 20,50 |
| 11 | №4 левый борт | 76 – 80 | 847,9 | 6,51 | 20,50 |
| 12 | №4 правый борт | 76 – 80 | 847,9 | 6,51 | 20,50 |
| 13 | №5 центральный | 72 – 76 | 1745,3 | 6,46 | 8,80 |
| 14 | №5 левый борт | 72 – 76 | 848,5 | 6,51 | 8,80 |
| 15 | №5 правый борт | 72 – 76 | 848,5 | 6,51 | 8,80 |
| 16 | №6 центральный | 68 – 72 | 1745,3 | 6,46 | –2,90 |
| 17 | №6 левый борт | 68 – 72 | 848,5 | 6,51 | –2,90 |
| 18 | №6 правый борт | 68 – 72 | 848,5 | 6,51 | –2,90 |
| 19 | №7 центральный | 64 – 68 | 1745,3 | 6,46 | –14,60 |
| 20 | №7 левый борт | 64 – 68 | 847,8 | 6,51 | –14,60 |
| 21 | №7 правый борт | 64 – 68 | 847,8 | 6,51 | –14,60 |
| 22 | №8 центральный | 60 – 64 | 1745,3 | 6,46 | –26,30 |
| 23 | №8 левый борт | 60 – 64 | 833,6 | 6,59 | –26,30 |
| 24 | №8 правый борт | 60 – 64 | 833,6 | 6,59 | –26,30 |
| 25 | №9 центральный | 56 – 60 | 1408,0 | 6,21 | –36,90 |
| 26 | №9 левый борт | 56 – 60 | 769,9 | 6,88 | –37,84 |
| 27 | №9 правый борт | 56 – 60 | 769,9 | 6,88 | –37,84 |
| 28 | Цистерна химической мойки танков | 56 – 57 | 238,2 | 9,39 | –42,39 |
| Всего | | | 29 906,8 |  | |

Вместимость и координаты Ц. Т, топливных, масляных, балластных и танков пресной воды.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование танка | Назначение | Расположение | Вместимость м3 | Координаты Ц. Т. | |
| от основной плоскости | от миделя |
| 1 | Диптанк ЛБ | Тяжелое топливо | 106 – 128 | 705,3 | 5,73 | 69,25 |
| 2 | Диптанк ПБ | 106 – 128 | 716,8 | 5,71 | 69,15 |
| 3 | Бункер ЛБ | 46 – 55 | 206,0 | 5,24 | –48,11 |
| 4 | Бункер ЛБ | 46 – 55 | 206,0 | 9,26 | –48,11 |
| 5 | Расходный танк ЛБ | 46 – 55 | 58,1 | 9,26 | –48,43 |
| 6 | Расходный танк ЛБ | 46 – 55 | 58,1 | 9,26 | –48,43 |
| 7 | Отстойный танк ЛБ | 46 – 55 | 78,0 | 9,26 | –48,43 |
| 8 | Отстойный танк ПБ | 46 – 55 | 78,0 | 9,26 | –48,43 |
|  | ИТОГО |  |  | 2106,3 |  | |
| 9 | Расходный танк для котла ЛБ | Мазут | 13 – 20 | 55,0 | 10,88 | –76,12 |
| 10 | Расходный танк для котла ПБ | 13 – 20 | 55,0 | 10,88 | –76,12 |
|  | ИТОГО |  |  | 110,0 |  | |
| 11 | Танк двойного дна ЛБ | Дизельное топливо | 25 – 47 | 87,8 | 1,31 | –58,05 |
| 12 | Танк двойного дна ПБ | 34 – 47 | 65,3 | 1,25 | –56,07 |
| 13 | Расходный танк ЛБ | 24 – 28 | 26,7 | 10,98 | –68,11 |
| 14 | Расходный танк ПБ | 28 – 32 | 30,9 | 10,98 | –64,97 |
|  | ИТОГО |  |  | 210,7 |  | |
| 15 | Переливной танк |  | 47 – 50 | 24,5 | 0,67 | –49,82 |
| 16 | Сборочный танк осадков | 47 – 50 | 10,0 | 0,65 | –49,93 |
|  | ИТОГО |  |  | 210,7 |  | |
| 17 | Восстановительный масляный танк | Смазочное масло | 35 – 46 | 40,8 | 0,67 | –56,50 |
| 18 | Сточный масляный танк | 24 – 35 | 40,3 | 0,67 | –65,40 |
| 19 | Танк смазочного масла Г. Д. | 33 – 38 | 45,0 | 10,98 | –60,52 |
| 20 | Танк цилиндрового масла | 38 – 391/2 | 14,4 | 10,98 | –57,92 |
| 21 | Танк цилиндрового масла | 391/2 – 41 | 14,8 | 10,98 | –56,60 |
| 22 | Танк смазочного масла | 24 – 251/2 | 10,7 | 10,98 | –69,26 |
| 23 | Танк смазочного масла | 251/2 –27 | 11,0 | 10,98 | –68,05 |
|  | ИТОГО |  |  | 177,0 |  | |
| 24 | Ахтерпик | Пресная вода | Ахт.шт. – 8 | 92,0 | 9,27 | –85,00 |
| 25 | Танк питательной воды | 8 – 12 | 63,6 | 8,66 | –80,55 |
| 26 | Танк питьевой воды ЛБ | 5 – 12 | 40,9 | 11,70 | –81,43 |
| 27 | Танк питьевой воды ПБ | 5 – 12 | 40,9 | 11,70 | –81,43 |
| 28 | Танк мытьевой воды | 12 – 23 | 60,0 | 1,25 | –74,20 |
| 29 | Спускной танк охлаждающей воды Г. Д, | 24 – 33 | 15,0 | 1,50 | –65,33 |
|  | ИТОГО |  |  | 312,4 |  | |
| Суммарный объем емкостей пресной воды без танка котельной воды и спускного танка охлаждающей воды Г. Д. | | | | 233,8 |  | |

Продолжение

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 30 | Форпик | Жидкий балласт | 128 – штев. | 187,0 | 5,53 | 81,02 | |
| 31 | Носовой коффердам | 105 – 106 | 185,0 | 7,08 | 61,90 | |
| 32 | Кормовой коффердам | 55 – 56 | 107,0 | 7,30 | –44,25 | |
|  | ИТОГО |  |  | 479,0 |  | | |
| 33 | Кладовая №1 | Провизия | Ахтершт. – 6 | 8,2 | 13,25 | –86,52 | |
| 34 | Кладовая № 2 | 0 – 6 | 8,4 | 8,66 | –83,55 | |
| 35 | Холодильная камера | 13 – 20 | 10,2 | 10,88 | | –76,50 |
|  | ИТОГО |  | 26,8 |  | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Танк №1 центр  V= 1720,5 м3  Zg= 6,57 м | |  | Танки №№2-8 центр  V= 1745,3 м3  Zg= 6,46 м | |  | Танк №9 центр  V= 1408,0 м3  Zg= 6,21 м | |
| V | zvi |  | V | zvi |  | V | zvi |
| 50 | 0,19 |  | 50 | 0,19 |  | 50 | 0,22 |
| 100 | 0,38 |  | 100 | 0,37 |  | 100 | 0,44 |
| 150 | 0,57 |  | 150 | 0,56 |  | 150 | 0,66 |
| 200 | 0,76 |  | 200 | 0,74 |  | 200 | 0,88 |
| 250 | 0,95 |  | 250 | 0,93 |  | 250 | 1,10 |
| 300 | 1,15 |  | 300 | 1,11 |  | 300 | 1,32 |
| 350 | 1,34 |  | 350 | 1,30 |  | 350 | 1,54 |
| 400 | 1,53 |  | 400 | 1,48 |  | 400 | 1,76 |
| 450 | 1,72 |  | 450 | 1,67 |  | 450 | 1,98 |
| 500 | 1,91 |  | 500 | 1,85 |  | 500 | 2,21 |
| 550 | 2,10 |  | 550 | 2,04 |  | 550 | 2,43 |
| 600 | 2,29 |  | 600 | 2,22 |  | 600 | 2,65 |
| 650 | 2,48 |  | 650 | 2,41 |  | 650 | 2,87 |
| 700 | 2,67 |  | 700 | 2,59 |  | 700 | 3,09 |
| 750 | 2,86 |  | 750 | 2,78 |  | 750 | 3,31 |
| 800 | 3,05 |  | 800 | 2,96 |  | 800 | 3,53 |
| 850 | 3,25 |  | 850 | 3,15 |  | 850 | 3,75 |
| 900 | 3,44 |  | 900 | 3,33 |  | 900 | 3,97 |
| 950 | 3,63 |  | 950 | 3,52 |  | 950 | 4,19 |
| 1000 | 3,82 |  | 1000 | 3,70 |  | 1000 | 4,41 |
| 1050 | 4,01 |  | 1050 | 3,89 |  | 1050 | 4,63 |
| 1100 | 4,20 |  | 1100 | 4,07 |  | 1100 | 4,85 |
| 1150 | 4,39 |  | 1150 | 4,26 |  | 1150 | 5,07 |
| 1200 | 4,58 |  | 1200 | 4,44 |  | 1200 | 5,29 |
| 1250 | 4,77 |  | 1250 | 4,63 |  | 1250 | 5,51 |
| 1300 | 4,96 |  | 1300 | 4,81 |  | 1300 | 5,73 |
| 1350 | 5,16 |  | 1350 | 5,00 |  | 1350 | 5,95 |
| 1400 | 5,35 |  | 1400 | 5,18 |  | 1400 | 6,17 |
| 1450 | 5,54 |  | 1450 | 5,37 |  | 1408 | 6,21 |
| 1500 | 5,73 |  | 1500 | 5,55 |  |  |  |
| 1550 | 5,92 |  | 1550 | 5,74 |  |  |  |
| 1600 | 6,11 |  | 1600 | 5,92 |  |  |  |
| 1650 | 6,30 |  | 1650 | 6,11 |  |  |  |
| 1700 | 6,49 |  | 1700 | 6,29 |  |  |  |
| 1720,5 | 6,57 |  | 1745,3 | 6,46 |  |  |  |

Таблицы зависимости аппликаты Z Ц. Т. грузовых танков танкера типа «СПЛИТ» от объема заполнения танков.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Танк № 1 Л/П борт  V= 562,5 м3  Zg= 7,44 м | |  | Танк № 2 Л/П борт  V= 767,3 м3  Zg= 6,33 м | |  | Танк № 3 Л/П борт  V= 835,5 м3  Zg= 6,57 м | |
| V | zvi |  | V | zvi |  | V | zvi |
| 50 | 0,66 |  | 50 | 0,41 |  | 50 | 0,39 |
| 100 | 1,32 |  | 100 | 0,82 |  | 100 | 0,79 |
| 150 | 1,98 |  | 150 | 1,24 |  | 150 | 1,18 |
| 200 | 2,65 |  | 200 | 1,65 |  | 200 | 1,57 |
| 250 | 3,31 |  | 250 | 2,06 |  | 250 | 1,97 |
| 300 | 3,97 |  | 300 | 2,47 |  | 300 | 2,36 |
| 350 | 4,63 |  | 350 | 2,89 |  | 350 | 2,75 |
| 400 | 5,29 |  | 400 | 3,30 |  | 400 | 3,15 |
| 450 | 5,95 |  | 450 | 3,71 |  | 450 | 3,54 |
| 500 | 6,61 |  | 500 | 4,12 |  | 500 | 3,93 |
| 550 | 7,27 |  | 550 | 4,54 |  | 550 | 4,32 |
| 562,5 | 7,44 |  | 600 | 4,95 |  | 600 | 4,72 |
|  |  |  | 650 | 5,36 |  | 650 | 5,11 |
|  |  |  | 700 | 5,77 |  | 700 | 5,50 |
|  |  |  | 750 | 6,19 |  | 750 | 5,90 |
|  |  |  | 767,3 | 6,33 |  | 800 | 6,29 |
|  |  |  |  |  |  | 835,5 | 6,57 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Танк № 4 Л/П борт  V= 847,9 м3  Zg= 6,51 м | |  | Танк № 5,6 Л/П борт  V= 848,5 м3  Zg= 6,51 м | |  |  |  |
| V | zvi |  | V | zvi |  |  |  |
| 50 | 0,38 |  | 50 | 0,38 |  |  |  |
| 100 | 0,77 |  | 100 | 0,77 |  |  |  |
| 150 | 1,15 |  | 150 | 1,15 |  |  |  |
| 200 | 1,54 |  | 200 | 1,53 |  |  |  |
| 250 | 1,92 |  | 250 | 1,92 |  |  |  |
| 300 | 2,30 |  | 300 | 2,30 |  |  |  |
| 350 | 2,69 |  | 350 | 2,69 |  |  |  |
| 400 | 3,07 |  | 400 | 3,07 |  |  |  |
| 450 | 3,46 |  | 450 | 3,45 |  |  |  |
| 500 | 3,84 |  | 500 | 3,84 |  |  |  |
| 550 | 4,22 |  | 550 | 4,22 |  |  |  |
| 600 | 4,61 |  | 600 | 4,60 |  |  |  |
| 650 | 4,99 |  | 650 | 4,99 |  |  |  |
| 700 | 5,37 |  | 700 | 5,37 |  |  |  |
| 750 | 5,76 |  | 750 | 5,75 |  |  |  |
| 800 | 6,14 |  | 800 | 6,14 |  |  |  |
| 847,9 | 6,51 |  | 848,5 | 6,51 |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Танк № 7 Л/П борт  V= 847,8 м3  Zg= 6,51 м | |  | Танк № 8 Л/П борт  V= 833,6 м3  Zg= 6,59 м | |  | Танк № 9 Л/П борт  V= 769,9 м3  Zg= 6,88 м | |
| V | zvi |  | V | zvi |  | V | zvi |
| 50 | 0,38 |  | 50 | 0,40 |  | 50 | 0,45 |
| 100 | 0,77 |  | 100 | 0,79 |  | 100 | 0,89 |
| 150 | 1,15 |  | 150 | 1,19 |  | 150 | 1,34 |
| 200 | 1,54 |  | 200 | 1,58 |  | 200 | 1,79 |
| 250 | 1,92 |  | 250 | 1,98 |  | 250 | 2,23 |
| 300 | 2,30 |  | 300 | 2,37 |  | 300 | 2,68 |
| 350 | 2,69 |  | 350 | 2,77 |  | 350 | 3,13 |
| 400 | 3,07 |  | 400 | 3,16 |  | 400 | 3,57 |
| 450 | 3,46 |  | 450 | 3,56 |  | 450 | 4,02 |
| 500 | 3,84 |  | 500 | 3,95 |  | 500 | 4,47 |
| 550 | 4,22 |  | 550 | 4,35 |  | 550 | 4,91 |
| 600 | 4,61 |  | 600 | 4,74 |  | 600 | 5,36 |
| 650 | 4,99 |  | 650 | 5,14 |  | 650 | 5,81 |
| 700 | 5,38 |  | 700 | 5,53 |  | 700 | 6,26 |
| 750 | 5,76 |  | 750 | 5,93 |  | 750 | 6,70 |
| 800 | 6,14 |  | 800 | 6,32 |  | 769,7 | 6,88 |
| 847,8 | 6,51 |  | 833,6 | 6,59 |  |  |  |

Гидростатические элементы танкера типа «СПЛИТ»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т(м) осадка | D | V | Vвч | MTC | S вл | R | r | X *f* (LCF) |
| 2,20 | 5880 | 5736,59 | 5720 | 247 | 2860 | 735,00 | 17,40 | 2,50 |
| 2,40 | 6480 | 6321,95 | 6280 | 251 | 2870 | 674,00 | 16,00 | 2,54 |
| 2,60 | 7080 | 6907,32 | 6840 | 254 | 2900 | 630,00 | 14,60 | 2,52 |
| 2,80 | 7680 | 7492,68 | 7440 | 257 | 2920 | 589,00 | 13,70 | 2,50 |
| 3,00 | 8280 | 8078,05 | 8040 | 260 | 2940 | 549,00 | 12,90 | 2,44 |
| 3,20 | 8880 | 8663,41 | 8640 | 263 | 2950 | 519,00 | 12,30 | 2,36 |
| 3,40 | 9480 | 9248,78 | 9240 | 266 | 2967 | 495,00 | 11,80 | 2,28 |
| 3,60 | 10080 | 9834,15 | 9840 | 269 | 2982 | 471,00 | 11,30 | 2,20 |
| 3,80 | 10680 | 10419,51 | 10440 | 270 | 2990 | 447,00 | 10,70 | 2,12 |
| 4,00 | 11280 | 11004,88 | 11040 | 272 | 3000 | 423,00 | 10,30 | 2,06 |
| 4,20 | 11880 | 11590,24 | 11640 | 274 | 3010 | 404,00 | 9,90 | 2,00 |
| 4,40 | 12480 | 12175,61 | 12240 | 276 | 3023 | 389,00 | 9,40 | 1,92 |
| 4,60 | 13080 | 12760,98 | 12840 | 278 | 3036 | 371,00 | 9,00 | 1,82 |
| 4,80 | 13680 | 13346,34 | 13440 | 281 | 3049 | 362,00 | 8,60 | 1,74 |
| 5,00 | 14280 | 13931,71 | 14040 | 284 | 3062 | 345,00 | 8,30 | 1,66 |
| 5,20 | 14880 | 14517,07 | 14640 | 285 | 3075 | 333,00 | 8,00 | 1,58 |
| 5,40 | 15480 | 15102,44 | 15240 | 288 | 3088 | 321,00 | 7,70 | 1,46 |
| 5,60 | 16080 | 15687,80 | 15840 | 290 | 3101 | 310,00 | 7,42 | 1,36 |
| 5,80 | 16680 | 16273,17 | 16440 | 292 | 3114 | 302,00 | 7,20 | 1,24 |
| 6,00 | 17280 | 16858,54 | 17040 | 294 | 3127 | 294,00 | 6,96 | 1,12 |
| 6,20 | 17880 | 17443,90 | 17640 | 296 | 3140 | 287,00 | 6,76 | 0,98 |
| 6,40 | 18480 | 18029,27 | 18240 | 298 | 3153 | 280,00 | 6,56 | 0,88 |
| 6,60 | 19080 | 18614,63 | 18840 | 302 | 3166 | 273,00 | 6,38 | 0,74 |
| 6,80 | 19680 | 19200,00 | 19440 | 305 | 3179 | 266,00 | 6,20 | 0,60 |
| 7,00 | 20280 | 19785,37 | 20040 | 307 | 3192 | 259,00 | 6,02 | 0,44 |
| 7,20 | 20880 | 20370,73 | 20640 | 310 | 3205 | 255,00 | 5,88 | 0,28 |
| 7,40 | 21480 | 20956,10 | 21240 | 314 | 3218 | 251,00 | 5,74 | 0,12 |
| 7,60 | 22080 | 21541,46 | 21840 | 319 | 3231 | 247,00 | 5,62 | -0,04 |
| 7,80 | 22680 | 22126,83 | 22440 | 322 | 3244 | 243,00 | 5,48 | -0,26 |
| 8,00 | 23280 | 22712,20 | 23040 | 326 | 3257 | 239,00 | 5,36 | -0,50 |
| 8,20 | 23880 | 23297,56 | 23640 | 332 | 3270 | 235,00 | 5,26 | -0,74 |
| 8,40 | 24480 | 23882,93 | 24240 | 337 | 3283 | 233,00 | 5,16 | -0,96 |
| 8,60 | 25080 | 24468,29 | 24840 | 343 | 3296 | 231,00 | 5,02 | -1,22 |
| 8,80 | 25680 | 25053,66 | 25440 | 348 | 3309 | 228,00 | 4,94 | -1,44 |
| 9,00 | 26280 | 25639,02 | 26040 | 352 | 3322 | 226,00 | 4,82 | -1,66 |
| 9,20 | 26880 | 26224,39 | 26640 | 358 | 3335 | 224,00 | 4,72 | -1,88 |
| 9,40 | 27480 | 26809,76 | 27240 | 364 | 3348 | 222,00 | 4,66 | -2,10 |
| 9,60 | 28080 | 27395,12 | 27840 | 370 | 3361 | 220,00 | 4,60 | -2,32 |

Продолжение Таблицы Гидростатические элементы танкера типа «СПЛИТ»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xc | Zc | TPC (q) | δ | α | β | φ | Ix | Iy | T(м) осадка |
| 2,52 | 1,14 | 29,65 | 0,641 | 0,703 | 0,940 | 0,682 | 41358,6 | 4120000 | 2,20 |
| 2,52 | 1,26 | 29,80 | 0,647 | 0,705 | 0,945 | 0,685 | 45722,2 | 4200000 | 2,40 |
| 2,52 | 1,36 | 29,90 | 0,653 | 0,712 | 0,950 | 0,687 | 49344,5 | 4260000 | 2,60 |
| 2,52 | 1,46 | 30,10 | 0,657 | 0,717 | 0,955 | 0,688 | 53178,0 | 4320000 | 2,80 |
| 2,52 | 1,58 | 30,20 | 0,662 | 0,722 | 0,960 | 0,689 | 56907,6 | 4360000 | 3,00 |
| 2,52 | 1,68 | 30,35 | 0,665 | 0,725 | 0,960 | 0,693 | 60946,7 | 4420000 | 3,20 |
| 2,48 | 1,78 | 30,50 | 0,668 | 0,729 | 0,960 | 0,696 | 64627,2 | 4460000 | 3,40 |
| 2,48 | 1,88 | 30,60 | 0,671 | 0,733 | 0,960 | 0,699 | 68314,1 | 4500000 | 3,60 |
| 2,46 | 1,98 | 30,70 | 0,674 | 0,735 | 0,960 | 0,702 | 72263,5 | 4520000 | 3,80 |
| 2,44 | 2,10 | 30,85 | 0,676 | 0,737 | 0,960 | 0,704 | 76070,1 | 4540000 | 4,00 |
| 2,42 | 2,20 | 30,96 | 0,678 | 0,740 | 0,960 | 0,706 | 79826,1 | 4560000 | 4,20 |
| 2,40 | 2,30 | 31,10 | 0,680 | 0,743 | 0,960 | 0,708 | 83366,4 | 4560000 | 4,40 |
| 2,38 | 2,42 | 31,20 | 0,682 | 0,746 | 0,960 | 0,710 | 86844,5 | 4580000 | 4,60 |
| 2,36 | 2,52 | 31,34 | 0,683 | 0,749 | 0,960 | 0,712 | 90261,3 | 4600000 | 4,80 |
| 2,34 | 2,62 | 31,48 | 0,685 | 0,752 | 0,960 | 0,713 | 93617,9 | 4600000 | 5,00 |
| 2,30 | 2,72 | 31,60 | 0,686 | 0,755 | 0,960 | 0,714 | 96915,4 | 4600000 | 5,20 |
| 2,26 | 2,82 | 31,70 | 0,687 | 0,759 | 0,960 | 0,716 | 100154,9 | 4600000 | 5,40 |
| 2,22 | 2,92 | 31,80 | 0,688 | 0,762 | 0,960 | 0,717 | 103337,3 | 4620000 | 5,60 |
| 2,18 | 3,02 | 31,90 | 0,689 | 0,765 | 0,961 | 0,717 | 106463,8 | 4640000 | 5,80 |
| 2,14 | 3,14 | 32,10 | 0,690 | 0,768 | 0,962 | 0,718 | 109535,2 | 4680000 | 6,00 |
| 2,10 | 3,24 | 32,20 | 0,691 | 0,771 | 0,963 | 0,718 | 112552,7 | 4720000 | 6,20 |
| 2,06 | 3,34 | 32,30 | 0,692 | 0,775 | 0,964 | 0,718 | 115517,1 | 4760000 | 6,40 |
| 2,02 | 3,44 | 32,45 | 0,693 | 0,778 | 0,965 | 0,718 | 118429,5 | 4780000 | 6,60 |
| 1,96 | 3,54 | 32,60 | 0,694 | 0,781 | 0,966 | 0,718 | 121290,8 | 4920000 | 6,80 |
| 1,94 | 3,64 | 32,72 | 0,694 | 0,784 | 0,967 | 0,718 | 124102,0 | 5000000 | 7,00 |
| 1,90 | 3,74 | 32,85 | 0,695 | 0,787 | 0,968 | 0,718 | 126863,9 | 5080000 | 7,20 |
| 1,78 | 3,84 | 32,98 | 0,696 | 0,791 | 0,969 | 0,718 | 129577,4 | 5160000 | 7,40 |
| 1,72 | 3,96 | 33,12 | 0,696 | 0,794 | 0,970 | 0,718 | 132243,5 | 5240000 | 7,60 |
| 1,64 | 4,06 | 33,26 | 0,697 | 0,797 | 0,971 | 0,718 | 134862,9 | 5360000 | 7,80 |
| 1,58 | 4,16 | 33,41 | 0,698 | 0,800 | 0,972 | 0,718 | 137436,6 | 5440000 | 8,00 |
| 1,52 | 4,28 | 33,55 | 0,698 | 0,803 | 0,973 | 0,717 | 139965,3 | 5520000 | 8,20 |
| 1,46 | 4,38 | 33,71 | 0,699 | 0,807 | 0,974 | 0,717 | 142449,9 | 5620000 | 8,40 |
| 1,40 | 4,48 | 33,88 | 0,699 | 0,810 | 0,975 | 0,717 | 144891,1 | 5700000 | 8,60 |
| 1,34 | 4,60 | 34,02 | 0,699 | 0,813 | 0,976 | 0,717 | 147289,8 | 5800000 | 8,80 |
| 1,28 | 4,70 | 34,18 | 0,700 | 0,816 | 0,977 | 0,716 | 149646,7 | 5900000 | 9,00 |
| 1,22 | 4,82 | 34,35 | 0,700 | 0,819 | 0,978 | 0,716 | 151962,5 | 5980000 | 9,20 |
| 1,16 | 4,90 | 34,51 | 0,701 | 0,823 | 0,979 | 0,716 | 154238,1 | 6100000 | 9,40 |
| 1,10 | 5,02 | 34,67 | 0,701 | 0,826 | 0,980 | 0,715 | 156474,0 | 6180000 | 9,60 |

Пантокарены танкера типа «СПЛИТ»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Θкрена  V м3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 5000 | 3,60 | 6,00 | 7,46 | 8,14 | 8,76 | 8,90 | 9,10 |
| 6000 | 3,12 | 5,60 | 7,14 | 8,00 | 8,66 | 8,80 | 8,98 |
| 7000 | 2,94 | 5,24 | 6,86 | 7,88 | 8,60 | 8,70 | 8,88 |
| 8000 | 2,70 | 4,96 | 7,80 | 7,70 | 8,50 | 8,59 | 8,76 |
| 9000 | 2,50 | 4,70 | 6,40 | 7,64 | 8,40 | 8,49 | 8,64 |
| 10000 | 2,34 | 4,44 | 6,22 | 7,54 | 8,32 | 8,39 | 8,53 |
| 11000 | 2,20 | 4,26 | 6,06 | 7,42 | 8,22 | 8,30 | 8,42 |
| 12000 | 2,08 | 4,08 | 5,91 | 7,31 | 8,12 | 8,20 | 8,32 |
| 13000 | 1,98 | 3,93 | 5,79 | 7,19 | 8,00 | 8,10 | 8,23 |
| 14000 | 1,86 | 3,80 | 5,68 | 7,10 | 7,90 | 8,02 | 8,14 |
| 15000 | 1,82 | 3,70 | 5,85 | 7,00 | 7,80 | 7,98 | 8,05 |
| 16000 | 1,78 | 3,62 | 5,48 | 6,90 | 7,68 | 7,86 | 7,95 |
| 17000 | 1,72 | 3,58 | 5,40 | 6,79 | 7,58 | 7,80 | 7,87 |
| 18000 | 1,70 | 3,52 | 5,33 | 6,70 | 7,55 | 7,72 | 7,78 |
| 19000 | 1,68 | 3,49 | 5,26 | 6,60 | 7,38 | 7,66 | 7,69 |
| 20000 | 1,68 | 3,46 | 5,20 | 6,50 | 7,27 | 7,60 | 7,60 |
| 21000 | 1,66 | 3,42 | 5,14 | 6,40 | 7,16 | 7,55 | 7,56 |
| 22000 | 1,66 | 3,41 | 5,08 | 6,32 | 7,07 | 7,43 | 7,50 |
| 23000 | 1,66 | 3,39 | 5,02 | 6,22 | 6,97 | 7,36 | 7,44 |
| 24000 | 1,66 | 3,38 | 4,98 | 6,13 | 6,84 | 7,26 | 7,39 |
| 25000 | 1,66 | 3,35 | 4,90 | 6,06 | 6,76 | 7,20 | 7,34 |
| 26000 | 1,67 | 3,34 | 4,84 | 5,98 | 6,64 | 7,13 | 7,29 |
| 27000 | 1,68 | 3,32 | 4,78 | 5,87 | 6,60 | 7,07 | 7,25 |
| 28000 | 1,66 | 3,31 | 4,72 | 5,79 | 6,54 | 7,00 | 7,20 |
| 29000 | 1,66 | 3,30 | 4,66 | 5,70 | 6,48 | 6,94 | 7,18 |
| 30000 | 1,66 | 3,30 | 4,60 | 5,60 | 6,40 | 6,84 | 7,12 |

Возвышение центра парусности Z над ватерлинией, и величина площади парусности Аv в зависимости от осадки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| T | Z | A v |
| 6,00 | 11,68 | 421,20 |
| 6,20 | 10,96 | 416,60 |
| 6,40 | 10,64 | 412,00 |
| 6,60 | 10,32 | 407,40 |
| 6,80 | 10,00 | 402,80 |
| 7,00 | 9,68 | 398,20 |
| 7,20 | 9,36 | 393,60 |
| 7,40 | 9,04 | 389,00 |
| 7,60 | 8,72 | 384,40 |
| 7,80 | 8,40 | 379,80 |
| 8,00 | 8,08 | 375,20 |
| 8,20 | 7,76 | 370,60 |
| 8,40 | 7,44 | 366,00 |
| 8,60 | 7,12 | 361,40 |
| 8,80 | 6,80 | 356,80 |
| 9,00 | 6,48 | 352,20 |
| 9,20 | 6,16 | 347,60 |
| 9,40 | 5,84 | 343,00 |
| 9,60 | 5,52 | 338,40 |
| 9,80 | 5,20 | 333,80 |

Таблица 14- Условное давление от ветра

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район плавания | Значение Рv от Zv, m | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7и> |
| Неограниченный |  | 720 | 800 | 880 | 940 | 990 | 1030 | 1070 | 1100 | 1130 | 1160 | 1190 | 1220 | 1240 |

Таблица 15- Множитель Х1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| B/Т | 2,4 и менее | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 и более |
| X1 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,9 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,80 |

Таблица 16- Множитель Х2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| δ | 0,45 и менее | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 и более |
| X2 | 0,75 | 0,82 | 0,89 | 0,95 | 0,97 | 1 |

Таблица 17- Множитель Y

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район плавания |  | | | | | | | | | |
| 0,04 и менее | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,13 и более |
| Неограниченный | 24,0 | 25,0 | 27,0 | 29,0 | 30,7 | 32,0 | 33,4 | 34,4 | 35,3 | 36,0 |

Таблица 17- Множитель k

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 и более |
| К | 1 | 1 | 0,95 | 0,88 | 0,8 | 0,7 | 0,72 | 0,7 |

Таблица 18- Значение коэффициента mo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.1 | 0.15 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 и > |
| m0 | 0.34 | 0.42 | 0.64 | 1.13 | 1.58 | 1.96 | 2.45 | 2.69 | 2.86 | 2.94 |

