Введение

Еще в 90-е годы многие страны разработали национальные требования, предъявляемые к судам, заходящим в их порты, включая требования к возрасту. Тенденция к ужесточению этих правил сохраняется и по сей день.

Средний возраст судов, находящихся под флагами СНГ и под контролем отечественных судовладельцев, неуклонно растет и по большинству категорий судов близок или превышает 20 лет.

В сложившейся ситуации судовладельцы были вынуждены искать пути продления срока службы судов с выполнением различного рода процедур по обеспечению безопасной их эксплуатации.

Такой наиболее известной в отечественной практике процедурой является обновление (реновация) корпусов судов.

Обновление предполагает получение от классификационного общества сертификата Hull Renovation установленной формы. Сертификат выдается на судно после его обследования и последующего необходимого ремонта или восстановления соответствующих элементов судовых конструкций до уровня, требуемого классификационным обществом. После получения данного сертификата судовладелец имеет определенные преимущества, а судно рассматривается как 5-летнее (уровень 1SS), 10 летнее (уровень 2SS) в зависимости от объема восстановительных работ. Кроме выдачи указанного сертификата, делается запись в классификационном свидетельстве.

Проведение процедуры обновления и получения соответствующего сертификата позволяет судовладельцу эксплуатировать судно в портах, где есть ограничения по возрасту. Обновленное судно заметно легче отфрахтовывается. Основной недостаток процедуры обновления: реновация касается только корпуса. Машины, механизмы, устройства и системы остаются без изменений. Отсюда в судовых документах не меняется возраст судна, и поэтому реновация не позволяет, как правило, снизить страховые ставки и мало влияет на экономику судна.

Если судовладельца не устраивают практические результаты процедуры обновления, проводится конверсия судна – крупная, как правило, размерная модернизация судна с предъявлением его по всем частям как «нового», т.е. на соответствие требованиям международных конвенций и правил классификационного общества на дату предъявления.

После конверсионных работ судовладелец получает практически новое судно с полным комплектом документов, одобренных классификационным обществом, а срок службы судна исчисляется от даты модернизации. Как правило, подобная конверсия позволяет изменить при необходимости и назначение судна.

Конверсия судов позволяет решать задачи по продлению срока службы в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Некоторые суда устаревают морально задолго до наступления предельного физического износа их корпусов и механизмов. Зачастую их рано сдавать на слом, и выходом из такого положения может стать модернизация и переоборудование.

Анализируя многочисленные случаи модернизации и переоборудования судна за рубежом, можно выделить следующие основные технологические направления:

* увеличение главных размерений судна путем замены части его корпуса новой, более крупной;
* увеличение главных размерений судна с помощью вставок и наделок с использованием всего старого корпуса;
* создание многокорпусных судов из однокорпусных, а также расчленение корпуса на отдельные части, которые после дооборудования используются в качестве самостоятельных плавучих сооружений.

Одним из основных направлений конверсии является модернизация универсального судна в специализированный контейнеровоз.

Выбор варианта увеличения службы определяется в результате технико-экономического обоснования по каждому объекту, подготовка которого предполагает обследование и обоснования, включая:

* требования, которым должно отвечать судно на дату предъявления;
* регион плавания судна (страны, порты захода);
* виды перевозимых грузов;
* особые требования, обусловленные эксплуатационными особенностями, районом плавания (национальные требования, эксплуатационные ограничения);
* тип размерной модернизации;
* приведение в соответствие с МК СОЛАС;
* приведение в соответствие с МАРПОЛ;
* приведение элементов корпуса в соответствие с требованиями РС;
* приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судовых механизмов и оборудования;
* приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судовых систем;
* приведение в соответствие с требованиями РС характеристик судового электрооборудования.

**1. Исходные данные:**

Длина расчётная L=143.2 м;

Осадка T=8.9 м;

Ширина B=20.2 м;

Коэффициент полноты σ=0.703;

Высота борта H=11.8 м;

**1. Архитектурно-конструктивный тип судна**

1. судно имеет промежуточное расположение МО;
2. судно имеет две непрерывные палубы;
3. жилая надстройка 5-ти ярусная, имеет промежуточное расположение, имеется ют в корме и бак в носу;
4. у судна имеется 5 грузовых трюмов, 5-й грузовой трюм расположен за жилой надстройкой. В баке на твиндеком первого трюма расположено грузовое помещение;
5. между четвертым трюмом и МО расположен диптанк, а также между форпиковой переборкой и первым трюмом расположен диптанк;
6. судно имеет стандартную седловатость по Правилам о грузовой марке;
7. люки на судне – центральные;
8. носовая оконечность – наклонный форштевень, для уменьшения заливаемости имеется бак. Кормовая оконечность – крейсерская, судно одновинтовое. Руль навесной полубалансирный;
9. ГЕУ – МОД;
10. Судно имеет грузовые устройства – грузовые стрелы;

Судно ″Минск″ построено в 1964 г. в Польше на Гданьской судоверфи. Имеет класс Регистра КМЛ31. Судно предназначено для перевозки генеральных и сыпучих грузов.

**1.1 Основные соотношения главных размерений**

Относительная длина:

L/B=143.2/20.2=7,09

B/T=20.2/8.9=2.27

L/T=143.2/8.9=16.09

H/T=11.8/8.9=1.33

L/H=143.2/11.8=12.14

**1.2 Предполагаемый результат преобразований**

Рассмотрев АКТ судна и возможные особенности его эксплуатации, было принято решение переоборудовать т/х «Минск» в контейнеровоз для перевозки 20-ти и 40-ка футовых контейнеров.

Пункты основного переоборудования следующие:

1. Срезать грузовые устройства судна – стрелы, тем самым уменьшить его вес и увеличить грузоподъемность, а также освободить место для установки палубных контейнеров.

2. Снять люковые крышки твиндека.

3. Срезать надстройку и установить новую – башенного типа с 6-ю ярусами, т.о. обеспечив обзор, требуемый Регистром и увеличить площадь палубы под контейнеры.

4. Установить закрытые спасательные шлюпки, как того требует Регистр.

5. Снять люковые крышки верхней палубы.

6. Установить люковые крышки на верхнею палубу понтонного типа.

**1.3 Общее количество контейнеров nTEU**

Общее количество контейнеров nTEU, принимаемое в трюмы и на палубу, может быть определено из выражения:

****шт.

Размеры расчётного стандартного контейнера – 6.1x2.44x2.44 м.

# 2. Расчёт стандарта общей продольной прочности корпуса

Стандарт общей продольной прочности – это минимальное значение моментов сопротивления крайних связей эквивалентного бруса (корпуса) и момента инерции поперечного сечения корпуса, требуемое Правилами Регистра.

Момент сопротивления крайних связей корпуса должен быть не менее чем , где  – расчётный изгибающий момент,

 – изгибающий момент на тихой воде,

 – максимальное значение волнового изгибающего момента.

 

Волновой момент, вызывающий перегиб судна:

 

Здесь  – волновой коэффициент; α = 1.

Волновой момент, вызывающий прогиб судна:



Во всех случаях W (момент сопротивления) должен быть не менее чем:



Здесь η = 1, далее .

Так как , то:

1. для днища 



1. для палубы 



Минимальное значение момента инерции корпуса должно быть не менее определяемого по формуле:

.

**2.1 Проверка общей продольной прочности судна**

Проверка общей продольной прочности судна осуществляется путём сравнения требуемых значений момента сопротивления корпуса судна для палубы и днища с фактическими моментами сопротивления, рассчитанными в табличной форме (расчёт эквивалентного бруса). При расчёте эквивалентного бруса в таблицу вносятся те продольные связи корпуса, которые полностью или частично участвуют в общем продольном изгибе судна. Степень участия той или иной связи в общем продольном изгибе регламентируется Правилами Регистра.

В таблицах расчёта эквивалентного бруса, приложенных к записке, рассчитаны значения момента инерции половины корпуса проектируемого судна, при этом:

; ;

Для всего корпуса .

Фактические моменты сопротивления:

1) 

2) 

Расчёт эквивалентного бруса в первом приближении показал, что корпус проектируемого судна работоспособен как конструкция в условиях общего продольного изгиба.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Таблица износа за 24 года | | | | |
| № | Наименование связи | s | u | s | s' |
| 1 | Горизонтальный киль | 24 | 0,15 | 1,8 | 22,2 |
| 2 | Вертикальный киль | 8 | 0,15 | 1,8 | 6,2 |
| 3 | Обшивка днища | 17 | 0,15 | 1,8 | 15,2 |
| 4 | Скуловой лист | 18 | 0,14 | 1,68 | 16,32 |
| 5 | Обшивка борта ниже ВЛ | 17 | 0,14 | 1,68 | 15,32 |
| 6 | Обшивка борта в районе переменных ВЛ | 18 | 0,17 | 2,04 | 15,96 |
| 7 | Обшивка борта выше ВЛ | 18 | 0,1 | 1,2 | 16,8 |
| 8 | Ширстрек | 22 | 0,1 | 1,2 | 20,8 |
| 9 | Настил второго дна | 14 | 0,15 | 1,8 | 12,2 |
| 10 | Днищевой стрингер | 14 | 0,15 | 1,8 | 12,2 |
| 11 | Продольные балки днища 8 шт. | 16 | 0,15 | 1,8 | 14,2 |
| 12 | Продольные балки второго дна 8 шт. | 16 | 0,15 | 1,8 | 14,2 |
| 13 | Обшивка второго борта | 18 | 0,15 | 1,8 | 16,2 |
| 14 | Продольные балки второго борта 26 шт. | 18 | 0,15 | 1,8 | 16,2 |
| 15 | Бортовой стрингер | 14 | 0,15 | 1,8 | 12,2 |
| 16 | Настил верхней палубы | 36 | 0,1 | 1,2 | 34,8 |
| 17 | Настил нижней палубы | 18 | 0,11 | 1,32 | 16,68 |
| 18 | Продольные балки ВП | 18 | 0,15 | 1,8 | 16,2 |
| 19 | Полка комингса | 36 | 0,1 | 1,2 | 34,8 |
| 20 | Стенка комингса | 20 | 0,1 | 1,2 | 18,8 |
| 21 | Полка карлингса | 36 | 0,1 | 1,2 | 34,8 |
| 22 | Стенка карлингса | 20 | 0,1 | 1,2 | 18,8 |

## 3. Массы демонтируемых механизмов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | | Вес Р, т | Xg, м | Zg, м | Pxg, тм | Pzg, тм |
| 1 | Стрела №1 | | 1,78 | 44,6 | 23 | 79,4 | 40,9 |
| 2 | Стрела №2 | | 1,78 | 44,6 | 23 | 79,4 | 40,9 |
| 3 | Стрела №3 | | 1,78 | 44,6 | 23 | 79,4 | 40,9 |
| 4 | Стрела №4 | | 1,78 | 44,6 | 23 | 79,4 | 40,9 |
| 5 | Стрела №5 | | 2,01 | 25 | 23 | 50,3 | 46,2 |
| 6 | Стрела №6 | | 2,01 | 25 | 23 | 50,3 | 46,2 |
| 7 | Стрела №7 | | 1,78 | -2,5 | 23 | -4,5 | 40,9 |
| 8 | Стрела №8 | | 1,78 | -2,5 | 23 | -4,5 | 40,9 |
| 9 | Стрела №9 | | 10 | -2,5 | 23 | -25,0 | 230,0 |
| 10 | Стрела №10 | | 2,01 | -2,5 | 23 | -5,0 | 46,2 |
| 11 | Стрела №11 | | 2,01 | -2,5 | 23 | -5,0 | 46,2 |
| 12 | Стрела №12 | | 1,78 | -47,4 | 23 | -84,4 | 40,9 |
| 13 | Стрела №13 | | 1,78 | -47,4 | 23 | -84,4 | 40,9 |
| 14 | Механизмы №1 | | 2,5 | 44,6 | 15,4 | 111,5 | 38,5 |
| 15 | Механизмы №2 | | 2,5 | 44,6 | 15,4 | 111,5 | 38,5 |
| 16 | Механизмы №3 | | 2,5 | 44,6 | 15,4 | 111,5 | 38,5 |
| 17 | Механизмы №4 | | 2,5 | 44,6 | 15,4 | 111,5 | 38,5 |
| 18 | Механизмы №5 | | 5 | 25 | 15,4 | 125,0 | 77,0 |
| 19 | Механизмы №6 | | 5 | 25 | 15,4 | 125,0 | 77,0 |
| 20 | Механизмы №7 | | 2,5 | -2,5 | 15,4 | -6,3 | 38,5 |
| 21 | Механизмы №8 | | 2,5 | -2,5 | 15,4 | -6,3 | 38,5 |
| 22 | Механизмы №9 | | 30 | -2,5 | 15,4 | -75,0 | 462,0 |
| 23 | Механизмы №10 | | 5 | -2,5 | 15,4 | -12,5 | 77,0 |
| 24 | Механизмы №11 | | 5 | -2,5 | 15,4 | -12,5 | 77,0 |
| 25 | Механизмы №12 | | 2,5 | -47,4 | 15,4 | -118,5 | 38,5 |
| 26 | Механизмы №13 | | 2,5 | -47,4 | 15,4 | -118,5 | 38,5 |
| 27 | Крышки люков | | 10,7 | 52,3 | 8,6 | 559,61 | 92,02 |
| твиндечной | |
| палубы №1 | |
| 28 | Крышки люков | | 30,8 | 34,8 | 8,6 | 1071,84 | 264,88 |
| твиндечной | |
| палубы №2 | |
| 29 | Крышки люков | | 51,8 | 11,4 | 8,6 | 590,52 | 445,48 |
| твиндечной | |
| палубы №3 | |
| 30 | Крышки люков | | 27,8 | -10,8 | 8,6 | -300,24 | 239,08 |
| твиндечной | |
| палубы №4 | |
| 31 | Крышки люков | | 12 | -52,8 | 8,6 | -633,6 | 103,2 |
| твиндечной | |
| палубы №5 | |
| 32 | Надстройка | | 284 | -32,5 | 18 | -9230 | 5112 |
|
|  | СУММА | | 519,38 |  |  | -7390,01 | 8077,1 |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Координаты Ц.Т. | | |  | -14,23 | 15,55 |  |  |

**3.1 Массы монтируемых механизмов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | | Вес Р, т | Xg, м | Zg, м | Pxg, тм | Pzg, тм |
| 1 | Двойные борта | | 137 | 11,8 | 6,5 | 1616,6 | 890,5 |
| 2 | Надстройка | | 250 | -32,5 | 18 | -8125 | 4500 |
|
|  | СУММА | | 387 |  |  | -6508,40 | 5390,5 |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Координаты Ц.Т. | | |  | -16,82 | 13,93 |  |  |

**3.2 Вес судна после переоборудования**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | | Вес Р, т | Xg, м | Zg, м | Pxg, тм | Pzg, тм |
| 1 | Вес | | 5629 | -4,86 | 5,95 | -27356,9 | 33492,55 |
| существующего | |
| судна | |
| 2 | Демонтированный | | -519,4 | -14,23 | 15,55 | 7391,062 | -8076,67 |
| вес | |
|  | |
| 3 | Монтированный | | 387 | -16,82 | 13,93 | -6509,34 | 5390,91 |
| вес | |
|  | |
|  | СУММА | | 5496,6 |  |  | -26475,22 | 30806,8 |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Координаты Ц.Т. | | |  | -4,82 | 5,60 |  |  |

## 4. Расчёт посадки и остойчивости судна

4.1 Расчёт остойчивости судна

Остойчивость считается достаточной, если выполняется требования в отношении метацентрической высоты:



где  – метацентрический радиус;

 – аппликата центра величины;

=8,19 – аппликата центра тяжести;

 – поправка на влияние свободной поверхности жидких грузов;



=0,84 – коэффициент полноты конструктивной ватерлинии;

 =0,703 – коэффициент общей полноты.





Исходя из полученного результата видно, что остойчивость считается достаточной.

**4.2 Расчет весовой нагрузки и координат центра тяжести при загрузке судна контейнерами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование статьи нагрузки | Число конт. | Вес 1 конт, т | Вес Рі, т | xg, м | zg, м | Pi\*xi, т\*м | Pi\*zi, т\*м |
| 1 | Cудно порожнем |  |  | 5629 | -4,86 | 5,95 | -27356,9 | 33492,55 |
| 2 | Топливо и смазочные материалы |  |  | 300 | -53,4 | 2,2 | -16020 | 660 |
| 3 | Экипаж и запасы |  |  | 109 | -26,6 | 18,3 | -2899,4 | 1994,7 |
| 4 | Контейнеры в трюме | 16 | 15 | 240 | 50,6 | 8,4 | 12144 | 2016 |
|  |  | 75 | 15 | 1125 | 29,9 | 7,8 | 33637,5 | 8775 |
|  |  | 120 | 15 | 1800 | 6,08 | 7,8 | 10944 | 14040 |
|  |  | 60 | 15 | 900 | -14 | 7,8 | -12600 | 7020 |
|  |  | 36 | 15 | 540 | -57,6 | 8,6 | -31104 | 4644 |
| 5 | Контейнеры на ВП | 8 | 15 | 120 | 50,6 | 17,4 | 6072 | 2088 |
|  |  | 25 | 15 | 375 | 29,9 | 18,8 | 11212,5 | 7050 |
|  |  | 80 | 15 | 1200 | 6,08 | 18,8 | 7296 | 22560 |
|  |  | 40 | 15 | 600 | -14 | 18,8 | -8400 | 11280 |
|  |  | 36 | 15 | 540 | -57,6 | 18,8 | -31104 | 10152 |
| 6 | Балласт в форпике |  |  | 150 | 64,4 | 6,4 | 9660 | 960 |
| 7 | Балласт в ахтерпике |  |  | 250 | -71,2 | 3,4 | -17800 | 850 |
|  | Сумма | 496 |  | 13878 |  |  | -56318,34 | 127582,25 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | xg = | -1,0581 | м |  |  |  |  |  |
|  | zg = | 8,1931 | м |  |  |  |  |  |

**5. Спасательные средства**

**5.1 Спасательные шлюпки и плоты**

В корме расположена шлюпка сбрасываемого типа, отвечающая требованиям, общей вместимостью, достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей;

Кроме того, один или более спасательных плотов, отвечающих требованиям, установленных в положении для быстрого перемещения их с борта на борт по открытой палубе на одном горизонтальном уровне, общей вместимостью, достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей. Если спасательный плот или плоты не установлены в положении для быстрого перемещения с борта на борт по открытой палубе на одном горизонтальном уровне, общая вместимость имеющихся на каждом борту спасательных плотов должна быть достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей.

Всеспасательные средства, которые требуются для обеспечения оставления судна всеми находящимися на судне людьми, за исключением спасательных средств, должны спускаться на воду с их полным комплектом людей и снабжения в течение периода времени, не превышающего 10 мин с момента подачи сигнала об оставлении судна.

**5.2 Дежурные шлюпки**

Грузовые суда должны иметь, по меньшей мере, одну дежурную шлюпку. Спасательная шлюпка может быть дежурной шлюпкой при условии, что она отвечает также требованиям, предъявляемым к дежурной шлюпке.

**5.3 Индивидуальные спасательные средства**

**5.3.1 Спасательные круги**

Грузовые суда должны снабжаться спасательными кругами, отвечающими требованиям, при длине судна 102 м – минимальное количество спасательных кругов 10.

**5.3.2 Огни спасательных жилетов**

Каждый спасательный жилет должен быть снабжен огнем, отвечающим требованиям.

**5.3.3 Гидротермокостюмы и теплозащитные средства**

Для каждой имеющейся на борту грузового судна спасательной шлюпки должно быть предусмотрено по меньшей мере три гидротермокостюма, или по одному гидротермокостюму, для каждого находящегося на судне человека, однако в дополнение к теплозащитным средствам, на судне должны быть предусмотрены теплозащитные средства, имеющих гидротермокостюмов. Наличие этих гидротермокостюмов и теплозащитных средств необязательно, если судно:

* на каждом борту имеет полностью закрытые спасательные шлюпки общей вместимостью, достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей;
* имеет полностью закрытые спасательные шлюпки, которые могут быть спущены методом свободного падения с кормы судна, общей вместимостью, достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей, посадка в которые и спуск которых производятся непосредственно с места их установки, и, кроме того, на каждом борту спасательные плоты общей вместимостью, достаточной для размещения общего числа находящихся на судне людей.

**Заключение**

Переоборудовав т/х ″Минск″ в специализированное судно можно сделать следующие выводы о выполненной работе:

1. проект переоборудования является актуальным на сегодняшний день, и целесообразным с точки зрения потребностей торгового рынка;
2. расчеты общей продольной прочности корпуса судна являются достаточными;
3. расчеты остойчивости судна являются достаточными;
4. переоборудованное судно отвечает всем требованиям пожарной безопасности;
5. переоборудованное судно отвечает всем требованиям международной конвенции СОЛАС – 73/78;
6. переоборудованное судно отвечает всем требованиям международной конвенции МАРПОЛ – 74/78;
7. переоборудованное судно имеет неограниченный район плавания и имеет потенциальный фрахтовый рынок – район Черного и Средиземного морей и Западную Европу.

**Список используемых материалов**

1. Методические указания «Устройство и оборудование судов», Одесса, ОНМУ, 2002 г.;
2. Правила классификации и постройки морских судов, 1999 г.;
3. Жинкин В.Б., «Теория и устройство корабля», изд. Судостроение, С-Петербург, 2000 г.;