

СУДОСТРОЕНИЕ, СУДОРЕМОНТ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СУДНА

SHIPBUILDING, SHIP REPAIR AND ECOLOGICAL SAFETY OF THE SHIP

УДК 629.12

DOI: 10.37890/jwt.vi75.362

Переоборудование судна военного назначения в гражданское судно-рефрижератор

А.Н. Бердник

ORCID: 0000-0003-4043-8085

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия

Аннотация. Речной транспорт является одним из старейших в Российской Федерации. Он имеет особое значение для северных и восточных районов, где недостаточно высокая плотность железных и автомобильных дорог, или же они вообще отсутствуют. В этих регионах доля речного транспорта в общем грузообороте составляет около четырёх процентов. Использование речного водного транспорта в военных целях никогда не будет прекращено. Так как к военному транспорту предъявляются более жёсткие требования, то списание этих судов происходит быстрее, чем при коммерческом использовании. В большинстве случаев техническое состояние судна не является критическим, и его можно далее эксплуатировать. Ввиду того, что утилизация достаточно дорогой процесс, суда простаивают и не используются по назначению. Выходом из данной ситуации может послужить применение списанных военных судов в коммерческих целях путём переоборудования их в рефрижератор с целью продления эксплуатационного срока службы судна, улучшения технико-экономических показателей судна и получения прибыли. С точки зрения методического подхода выполнен анализ существующих рефрижераторных контейнеров, приведены дополнительные устройства для преобразования электроэнергии, разработан технологический процесс изготовления рамы установки рефрижератора и проведён её прочностной расчёт. Показана экономическая целесообразность от переоборудования судна в рефрижератор.

Ключевые слова: речной транспорт, переоборудование судна, рефрижераторный контейнер, судовая электростанция, остойчивость судна, рама, экономический эффект.

Conversion of a military vessel into a civilian refrigerated vessel

Aleksey N. Berdnik

ORCID: 0000-0003-4043-8085

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

Abstract. River transport is one of the oldest in the Russian Federation. It is of particular importance for the northern and eastern regions, where the density of railways and highways is not high enough, or they do not exist at all. In these regions, the share of river transport in the total cargo turnover is about four percent. The use of river water transport for military

purposes will never be stopped. Since requirements that are more stringent are imposed on military transport, the decommissioning of these vessels is faster than in commercial use. In most cases, the technical condition of the vessel is not critical, and it can be further operated. In view of the fact that recycling is a rather expensive process, ships are idle and are not used for their intended purpose. The way out of this situation can be the use of decommissioned military vessels for commercial purposes by converting them into a refrigerator in order to extend the operational life of the vessel, improve the technical and economic indicators of the vessel and make a profit. From the point of view of the methodological approach, the analysis of existing refrigerated containers was carried out, additional devices for converting electric power were given, the technological process of manufacturing the frame of the refrigerator installation was developed, and its strength calculation was carried out. The economic feasibility of converting the vessel into a refrigerator is shown.

Keywords: river transport, conversion of a vessel, refrigerated container, vessel power station, vessel stability, frame, economic effect.

Введение

Военная промышленность не стоит на месте и постоянно развивается. Создаются новые типы и виды вооружения, которые сменяют старые, морально устаревшие и изжившие себя. Военно-морской флот не является исключением: появляются новые, современные, высокотехнологичные боевые суда, которые заменяют уже отжившие своё. Как правило, списанные военные единицы превращаются в музеи либо в металлолом. Но нередко списанное судно остаётся в хорошем техническом состоянии, что обуславливает возможность его дальнейшего использования в мирных целях.

Российский военный флот состоит из разнообразных типов кораблей, некоторые из которых вполне пригодны для перевозки определённого рода грузов. Актуальность данного направления заключается в том, что списанное судно, даже с учётом вложений в модернизацию, обойдётся дешевле, чем покупка нового. А при дальнейшей его эксплуатации как коммерческого транспорта появляется возможность получения прибыли, которая вначале будет покрывать затраты на модернизацию, а затем приносить чистый доход. Поэтому целью данной работы является переоборудование списанного судна военного назначения для перевозки рефрижераторного контейнера с модернизацией вспомогательных энергетических установок и получение прибыли от перевозок.

Следует констатировать, что в настоящее время существуют варианты решения обратной задачи, т. е. переоборудование гражданского судна в нужды ВМФ [1,2]. Но цель, поставленная в данной работе, формулируется впервые, и публикации, отражающие подобные идеи, отсутствуют.

Объект исследования

Объектом исследования является десантный катер проекта Т-4М с открытым трюмом и носовой аппарелью, предназначенный для приёма генеральных и других грузов, а также самоходной техники весом до 50 тонн (с соответствующими размерами трюма и положения центра тяжести) с транспортов в условиях открытых рейдов, выгрузки их как на оборудованный, так и на необорудованный берег, либо погрузки этих же грузов с берега на транспорт. Тип судна двухпалубное, двухвинтовое, с надстройкой и мостиком, машинное отделение в кормовой части [3,4].

Чертеж общего вида судна проекта Т-4М показан на рис.1, а его основные параметры представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры судна проекта Т-4М

Параметр	Единицы измерения	Численное значение
Численность экипажа	чел.	4
Дедвейт	т	50
Полное водоизмещение	т	118,25
Длина	м	20,3
Ширина	м	5,51
Высота борта	м	2,06
Осадка	м	1,44
Запасы топлива	т	4
Водяной балласт	т	16,8
Суммарная мощность главных двигателей	кВт	440
Максимальная скорость вперед	м/с	5,14
Максимальная скорость назад	м/с	4,42

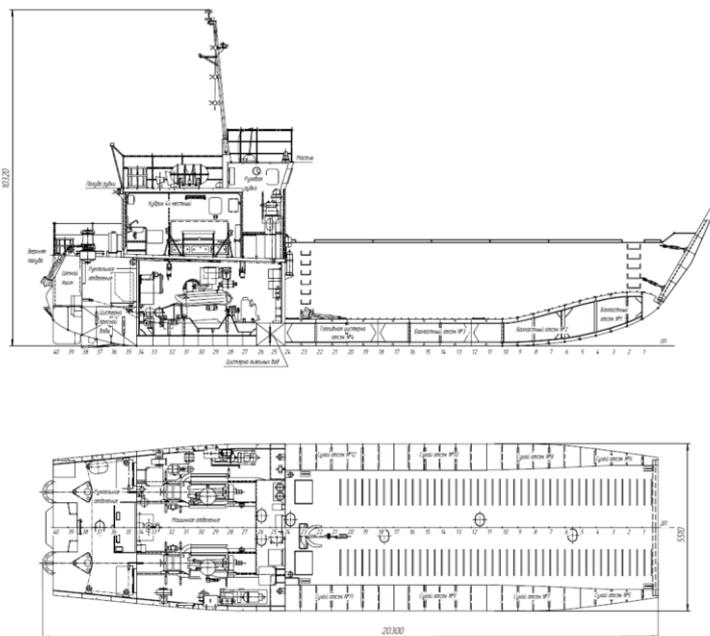


Рис. 1. Чертеж общего вида судна проекта Т-4М

В качестве главных энергетических установок используются два дизель-редукторных агрегата СДРА-300.1-М3 на базе двигателей 3Д12А и 3Д12АЛ. Последний отличается противоположным направлением вращения коленчатого вала.

Вспомогательная электроэнергетическая установка состоит из двух дизель-генераторов ДГПК-8/1500-1 и ДГПН-8/1500-1 на базе двигателя 5Д2 и электрогенератора М-61М. Вырабатываемый электрический ток – постоянный 220 В.

Источниками электроэнергии постоянного тока 24 В являются два генератора Г-732В мощностью 1,2 кВт каждый, навешенные на главные двигатели ЗД12Л и поставляемые комплектно с ними.

Выбор рефрижераторного контейнера

Для перевозки на близкие и дальние расстояния скоропортящихся продуктов питания (мясо, рыба, фрукты, овощи) и товаров, требующих соблюдения определенного температурного режима и влажности (лекарства, растения, химические препараты) используются рефрижераторные контейнеры.

В конечном итоге выбор рефрижераторного контейнера сводится к выбору по типоразмеру, компрессору, контроллеру и состоянию. Остальные параметры также необходимо учитывать, но они будут не принципиально влиять на конечную цель [5,6].

В связи с обеспечением доступа к холодильной установке, находящейся в торцевой части, типоразмер контейнера следует взять не более 20 футов. Для наглядного сравнения особенностей и окончательного выбора в табл. 2 представлены два контейнера разных производителей. На рис. 2 показан общий вид рефрижераторного контейнера с габаритными размерами.

На основании данных, представленных в табл. 2 видно, что различий в данном типоразмере рефрижераторных контейнеров немного. После сравнения был выбран рефрижераторный контейнер фирмы Thermo King (SEBU 316810-7). Основная причина выбора данного контейнера – наличие более современного спирального компрессора, имеющего такие положительные черты как пониженная шумность, отсутствие потребности в обслуживании и повышенный коэффициент полезного действия.

Таблица 2

Параметры контейнеров

Параметр	Производитель			
	Thermo King		Carrier	
Типоразмер	20' (20 футов)			
Модель	SEBU 316810-7	RRSU 6713360	ALLU 5689939	SEBU 316810-7
Контроллер	CSR 40		MicroLink 2i	
Тип компрессора	Спиральный		Поршневой	
Габариты, мм:				
длина	6058			
ширина	2438			
высота	2896			
Внутренние размеры, мм:				
длина	5513			
ширина	2284			
высота	2557			
Дверные проёмы, мм:				
ширина	2416			
высота	2471			
Объём, м ³	28			
Температурный режим, °С	от -25 до +25			
Энергопотребление, кВт/ч	5	5	4,4	5
Подключение	380/460 В ±10 % / 3 фазы / 50-60 Гц ±2.5 %			
Грузоподъёмность, т	21,95			
Вес контейнера, т	3,05			

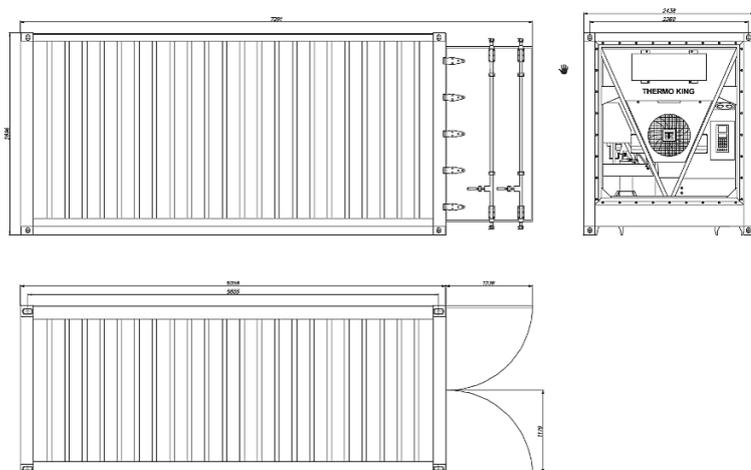


Рис. 2. Общий вид рефрижераторного контейнера

Разработка каркаса рамы

Специфическая криволинейная форма в носу палубы грузового пространства судна проекта Т-4М не позволяет просто и быстро установить контейнер через специальные опоры – фитинги-основания. Поэтому требуется разработать специальную каркасную раму для удобного и быстрого крепления рефрижераторного контейнера на судне.

Для осуществления этой операции были проанализированы различные строительные металлоконструкции и готовые решения, изучен сортамент стали, составлено несколько версий решения данной проблемы, и создана финальная версия конструкции [7,8].

Первая версия предполагала, что в основаниях будут широкополочные двутавры, но такая реализация очень затратная и имела бы очень большой вес. Во второй версии предполагалось использовать колонные основания. Они позволили бы значительно уменьшить вес и затраты на установку, но для поддержания устойчивости колонн понадобились дополнительные балки, которые обеспечивали бы достаточную устойчивость и жёсткость конструкции. В третьей версии в качестве дополнительных балок («связей») использовались профильные трубы различных сечений, они и позволили создать достаточную жёсткость конструкции. В дальнейшем было проработано крепление самой рамы к палубе. Крепление осуществляется через две пластины, в которых просверлены отверстия и нарезана резьба, позволяющая закрепить раму с помощью болтов или шпилек и гаек. Одна из пластин приваривается к палубе, а вторая – непосредственно к основным и дополнительным колоннам. На рис. 3 показан чертёж рамы под рефрижераторный контейнер.

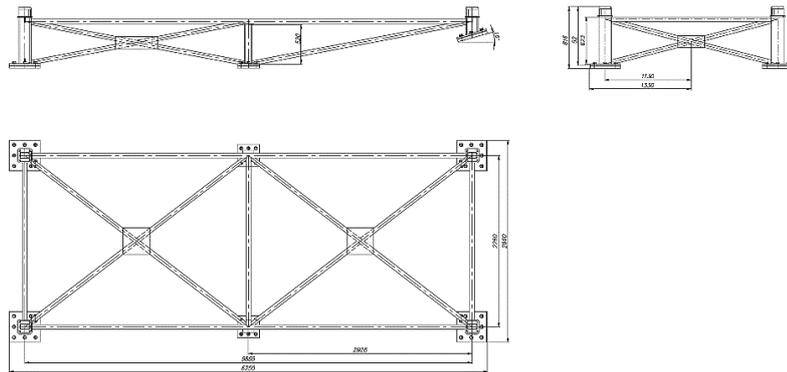


Рис. 3. Чертёж рамы под рефрижераторный контейнер

В конструкции, представленной на рис. 3, используются профильные трубы квадратного сечения 60x60x4 ГОСТ 30245-2003, колонные двутавры 16ДК2 и 10ДК1 ГОСТ Р 57837-2017, металлические пластины 5, 10 20 и 35 мм из листовой стали ГОСТ 19903, а также фитинг-основание Twistlock foundations TF-11.

Все оси металлических балок приходят в одну точку, что говорит о правильности проектирования конструкции. Металлические пластины на пересечениях «связей» позволяют усилить конструкцию и не допустить разрушения сварных швов. Отверстия под крепление рамы сделаны так, чтобы при крене судна они смогли выдержать наклонившийся контейнер. Допустимый диаметр резьбы в пластинах 400x400 мм 24 мм по СП 16.13330.2017. Между пластинами предусмотрена прокладка из текстолита толщиной 5 мм для уменьшения появления коррозии в месте соединения. При соединении рамы болтами дополнительно используются шайбы для увеличения площади контакта, а также пружинная шайба для уменьшения вероятности ослабления соединения.

После изготовления рамы наносится антикоррозионное покрытие. Для этого используется лакокрасочный материал на основе сополимеров винилхлорида (ХВ, ХС). Преимуществами, которыми обладает данный материал, являются: возможность нанесения при отрицательных температурах (до -10 °С), быстрое высыхание, хорошая водо-и атмосферостойкость, высокая эластичность и прочность при ударе, простота ремонта.

Контейнер крепится к раме с помощью ручного поворотного замка Twistlock CV-8 Съёмная конструкция контейнера может быть удобна при погрузке краном или замене контейнера.

Сборка рамы производится в цеху и доставляется на судно для монтажа. При монтаже нижняя пластина приваривается к судну по контуру, а после устанавливается соосность пластин, просверливаются отверстия и нарезается резьба по месту. Данное решение поможет избежать проблем с установкой рамы, так как палуба грузового пространства может иметь неровности, приобретенные в процессе эксплуатации.

Выполнение расчёта рамы на прочность производились в программном комплексе Лира-САПР. На рис. 4 изображена расчётная схема рамы с пронумерованными элементами конструкции и приложена нагрузка. Схема формируется из готовой конструкции линиями, упрощённо обозначаются все металлические детали. Вводятся обозначения сортамента стали для той или иной позиции.

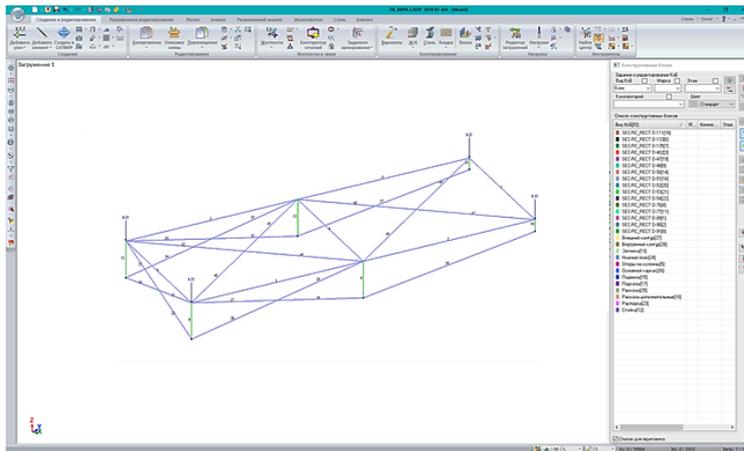


Рис. 4. Расчётная схема рамы

На рис. 5 показано, насколько перемещаются (прогибаются) элементы конструкции рамы. По шкале сверху можно определить критичность перемещений. Крайний левый сектор указывает на достаточно большие перемещения, и выход за пределы допустим. Величина перемещений составляет 0,0671 мм, что является нормальным.

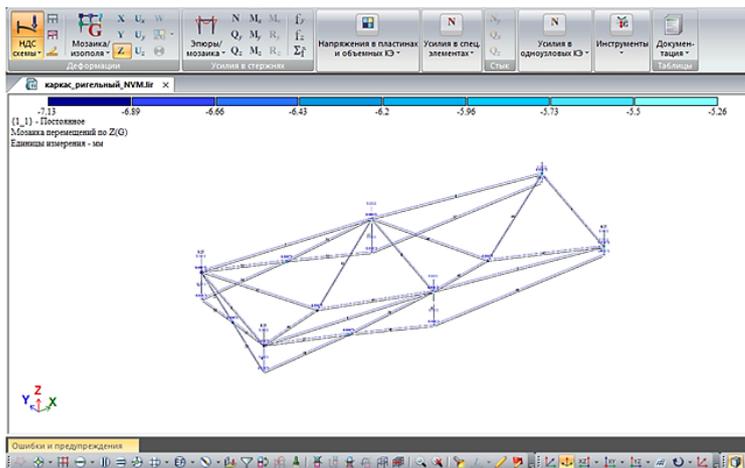


Рис. 5. Мозаика перемещений по оси Z

На рис. 6 представлена мозаика результатов проверки назначенных сечений по первому предельному состоянию. Нагрузка колонн составляет 12,3 и 11,3 %, что является допустимым результатом.

Таким образом, в процессе расчёта на прочность рамы было выяснено, что выбранный сортамент стали элементов конструкции соответствует приложенным на конструкцию рамы усилиям, обеспечивает устойчивость и запас прочности.

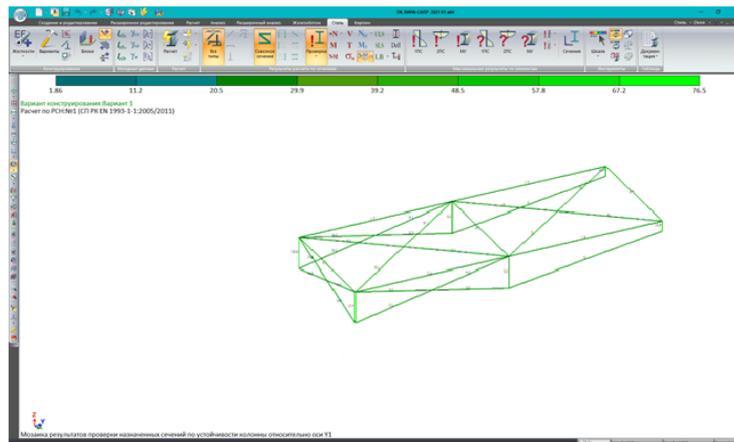


Рис. 6. Мозаика результатов проверки назначенных сечений по первому предельному состоянию

Расчёт мощности судовой электростанции и выбор дизель-генераторов

В настоящее время существует несколько методов расчёта мощности судовой электростанции: эмпирический метод нагрузочных таблиц (табличный метод), вероятностно-статистический метод, аналитический метод и ряд других. В настоящей работе использовался один из самых распространённых методов – табличный. В данном методе строится таблица нагрузок, в которую вносятся все потребители, их номинальные данные и на основании этой таблицы выбирается число и мощность генераторов [9,10].

Расчёт мощности судовой электростанции производился только для потребителей электрического тока 220 В, так как дизель-генераторы, подлежащие замене, работают в этой сети напряжения от распределительного щита РЩ 220, а остальные потребители от сети 24 В и отдельного распределительного щита РЩ 24, источником электроэнергии которого является навесной генератор главного двигателя. Также в расчёт включался новый потребитель – рефрижераторный контейнер, которым будет оснащено данное судно.

Выше было сказано, что вспомогательная энергетическая установка состоит из двух дизель-генераторов и электрогенератора. Вырабатываемый электрический ток постоянным напряжением 220 В, а источниками электроэнергии постоянного тока напряжением 24 В являются два генератора Г-732В мощностью 1,2 кВт каждый, навешенные на главные двигатели ЗД12Л и поставляемые комплектно с ними. Часть потребителей работают от 220 В, а часть от 24 В. Генераторы, вырабатывающие электрический ток напряжением 24 В заменяться не будут, так как являются агрегатами главных двигателей и не относятся к вспомогательным дизель-генераторам [11,12].

Первое, с чем нужно определиться при выборе нового дизель-генератора – род тока. Все механизмы на данном судне питаются постоянным током и логичным вариантом было выбрать генератор, работающий на постоянном токе, но при включении в список потребителей рефрижераторного контейнера, которому требуется переменный ток, вариант генератора переменного тока стал актуальным.

Основное преимущество переменного тока по сравнению с постоянным заключается в возможности с помощью трансформаторов повышать или понижать напряжение, с минимальными потерями передавать электрическую энергию. Кроме того, генераторы и двигатели переменного тока более просты по устройству,

надёжней в работе и проще в эксплуатации по сравнению с агрегатами постоянного тока. Небольшим преимуществом можно назвать подключение новых приборов, работающих на переменном токе.

Второй параметр, с которым необходимо определиться – величина напряжения. Как было сказано выше, дизель-генераторы вырабатывают ток напряжением 220 В, следовательно, все потребители работают в этом напряжении. Если рассматривать рефрижераторный контейнер, то его работа с напряжением 220 В невозможна, так как контейнеру необходимо трёхфазное питание с напряжением 380 В.

В конечном итоге были выбраны дизель-генераторы, вырабатывающие трёхфазный переменный ток напряжением 380 В. Электропитание рефрижераторного контейнера будет производиться без применения преобразователей, а для остальных потребителей электрический ток будет преобразовываться в постоянный напряжением 220 В. Сначала будет изменяться напряжение с 380 до 220 В путём применения понижающего трансформатора, далее ток будет преобразовываться в постоянный при помощи специальных устройств – выпрямителей. Наконец, «выпрямленный» ток проходит через фильтрацию для снижения пульсаций.

Для выбора новых дизель-генераторов необходимо учесть, чтобы они были экономичнее и не превышали габаритные размеры штатных. При этом должна обеспечиваться мощность не менее той, что была получена при расчёте судовой электростанции. Необходимо также обратить внимание на ресурс до капитального ремонта.

Согласно требованиям морского и речного регистров на судне должны быть установлены два основных источника электроэнергии; в случае выхода одного из них, другой должен обеспечить работу основных механизмов судна.

На основании проведённого анализа технико-экономических показателей различных дизель-генераторов был выбран дизель-генераторный агрегат CCFJ12J-W2 на базе двигателя Weichai WP2.1CD18E10 и генератора Marathon MP-H-12-4.

Генераторные установки вырабатывают трёхфазный ток с напряжением 380 В, но не все потребители могут использовать электроэнергию с такими параметрами. Для того, чтобы осуществить работу всех потребителей, требуется преобразовать электроэнергию до необходимых технических характеристик механизмов и устройств. Преобразование электроэнергии будет производиться с помощью трансформатора, понижающего напряжение до 220 В и выпрямительного агрегата.

По правилам Российского Классификационного Общества судно должно быть оборудовано двумя сухими трансформаторами, но для судов длиной менее 23 м разрешено использовать один трансформатор. В данном случае подходит трансформатор ТСЗМ-40-74.OM5 и выпрямительный агрегат ВА22030. Трансформатор соответствует требованиям морского и речного регистра судоходства и МЭК в части судового электрооборудования [10,11,12,13].

Следует отметить, что при рассмотрении монтажа новых дизель-генераторов в машинном отделении судна произошли следующие существенные изменения:

- 1) Амортизаторы при установке дизель-генераторов. В соответствии с нагрузкой на один амортизатор, а она составила 785 Н, был выбран амортизатор АКСС-85М с максимальной рабочей нагрузкой 833 Н.
- 2) Судовой фундамент. Установка дизель-генератора выполняется на доработанный существующий судовой фундамент демонтированного старого дизель-генератора. Агрегат в объёме поставки установлен на собственной раме. Крепится на судовой фундамент через амортизаторы с помощью шести болтов с пружинными шайбами на стальных прокладках. Заземление осуществляется на корпус судна при помощи заземляющей перемычки.

Результаты исследования

На рис. 7 представлена схема монтажа рефрижераторного контейнера на судне.

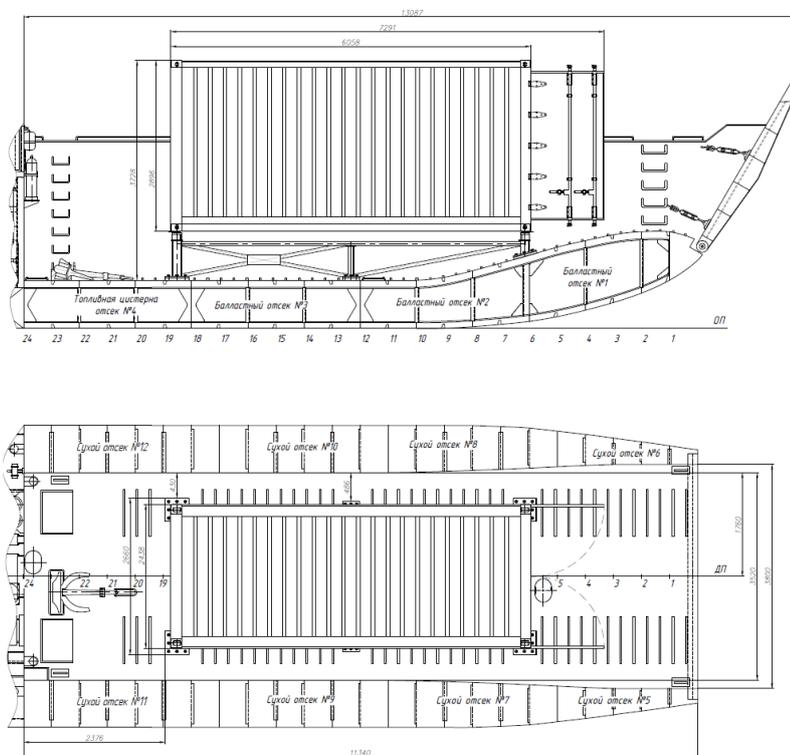


Рис. 7. Схема монтажа рефрижераторного контейнера на судне

После моделирования монтажа рефрижераторного контейнера на судне был произведён расчёт судна на остойчивость. Расчёт и обработка диаграммы остойчивости показывает, что требования РКО к остойчивости судна обеспечены, а именно: начальная метацентрическая высота $h = 1,11$ м, угол заката диаграммы $68,8^\circ$, угол максимума диаграммы $30,6^\circ$, максимальное плечо остойчивости $l_{max} = 0,38$ м.

По результатам исследования был выполнен расчёт экономического эффекта и срока окупаемости при переоборудовании судна проекта Т-4М в рефрижератор. Экономический эффект при эксплуатации переоборудованного судна может достигать до 7000000 руб. в год, а срок окупаемости составил 3,43 года.

Заключение

Из вышесказанного видно, что переоборудование списанных судов военного назначения, а именно судна проекта Т-4М, для перевозки контейнера, в частности рефрижераторного, модернизации вспомогательных энергетических установок для соответствия новым требованиям и получения прибыли от перевозок является одним из перспективных направлений для решения задачи экономического и хозяйственно-бытового плана. Очевидно, что данный подход к переоборудованию судна военного назначения в гражданское требует дальнейшего научно-практического исследования.

Список литературы

1. Поваляев А.А., Бесперстов С.А. Современные тенденции переоборудования гражданских судов для использования в интересах ВМФ // Актуальные проблемы военно-научных исследований, № 6 (7), 2020. С. 84-97.
2. KORABEL.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.korabel.ru/news/comments/konversiya_v_deystvii_boevye_korabli_iz_konteynerovozov_i_tankerov.html (дата обращения 15.04.2023).
3. Апальков Ю.В. Корабли ВМФ СССР. Справочник в четырех томах. Том IV. Десантные и минно-тральные корабли. – СПб.: Галяя Принт, 2007. – 188 с.
4. Кузин В.П., Никольский В.И. Военно-Морской Флот СССР 1945-1991. – СПб.: Историческое Морское Общество, 1996. – 653 с.
5. Бердник А.Н. Холодильные установки и системы кондиционирования воздуха. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2021. – 101 с.
6. Корнилов Э.В. Бойко П.В. Белый В.Н. Голофастов Э.И. Рефрижераторный контейнер. – Одесса: Ассоциация морских инженеров-механиков, 2008. – 152 с.
7. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. Том 1. / под ред. В.В. Кузнецова. – М.: АСВ, 1998. – 576 с.
8. Андреев В.В. Материаловедение для судостроителей. – Л.: Судостроение, 1981. – 248 с.
9. Кузнецов С.Е. Основы эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации. – М.: Транспорт, 1991. – 231 с.
10. Богомолов В.С. Судовые электрические системы и их эксплуатация. – М.: Мир, 2006. – 320 с.
11. Роджеро Н.И. Справочник судового электромеханика и электрика. М.: Транспорт, 1986. – 311 с.
12. Баранов В.В. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок. – СПб.: Судостроение, 2011. – 352 с.
13. Харин В.М. Судовые вспомогательные механизмы. – М.: Транспорт, 1992. – 319 с.

References

1. Povalyaev A.A., Besperstov S.A. *Sovremennyye tendentsii pereoborudovaniya grazhdanskih sudov dlya ispol'zovaniya v interesah VMF* [Modern trends in the conversion of civilian vessels for use in the interests of the Navy]. *Aktual'nye problemy voenno-nauchnyh issledovaniy* [Actual problems of military scientific research]. No. 6 (7), 2020. pp. 84-97. (In Russ).
2. KORABEL.RU [Electron. Resource]. – Available at: https://www.korabel.ru/news/comments/konversiya_v_deystvii_boevye_korabli_iz_konteynerovozov_i_tankerov.html (accessed 15.04.2023).
3. Apalkov Yu.V. *Korabli VMF SSSR. Spravochnik v chetyrekh tomakh. Tom IV. Desantnye i minno-tralnye korabli* [Ships of the USSR Navy. Handbook in four volumes. Amphibious and minesweeping ships]. St. Petersburg: Galea Print Publ, 2007. Vol. 4. 188 p. (In Russ).
4. Kuzin V.P., Nikolsky V.I. *Voенно-Morskoi Flot SSSR 1945-1991* [The USSR Navy 1945-1991]. St. Petersburg: Historical Maritime Society Publ, 1996. 653 p. (In Russ).
5. Berdник A.N. *Kholodilnye ustanovki i sistemy konditsionirovaniia vozdukha* [Refrigeration units and air conditioning systems]. Khabarovsk: Pacific National University, 2021. 101 p. (In Russ).
6. Kornilov E.V. Boyko P.V. Bely V.N. Golofastov E.I. *Refrizheratornyi konteiner* [Refrigerated container]. Odessa: Association of Marine Mechanical Engineers Publ, 2008. 152 p.
7. Kuznetsov V.V. *Spravochnik proektirovshchika Metallicheskie konstruksii Tom. 1* [Designer's Handbook. Metal constructions]. Moscow: ASB Publ, 1998. 576 p. (In Russ).
8. Andreev V.V. *Materialovedenie dlia sudostroitelei* [Materials science for shipbuilders]. Leningrad: Shipbuilding Publ, 1981. 248 p. (In Russ).
9. Kuznetsov S.E. *Osnovy ekspluatatsii sudovogo elektrooborudovaniia i sredstv avtomatizatsii* [Fundamentals of operation of ship electrical equipment and automation equipment]. Moscow: Transport Publ, 1991. 231 p. (In Russ).
10. Bogomolov V.S. *Sudovye elektricheskie sistemy i ikh ekspluatatsiia* [Ship electrical systems and their operation]. Moscow: Mir Publ, 2006. 320 p. (In Russ).

11. Rogero N.I. *Spravochnik sudovogo elektromekhanika i elektrika* [Handbook of marine electrical engineer and electrician]. Moscow: Transport Publ, 1986. 311 p. (In Russ).
12. Baranov V.V. *Montazh tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont sudovykh energeticheskikh ustanovok* [Installation, maintenance and repair of marine power plants]. St. Petersburg: Shipbuilding Publ, 2011. 352 p. (In Russ).
13. Kharin V.M. *Sudovye vspomogatelnye mekhanizmy* [Ship auxiliary mechanisms.]. Moscow: Transport Publ, 1992. 319 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Бердник Алексей Николаевич, к.т.н.,
доцент, доцент кафедры двигателей
внутреннего сгорания, Тихоокеанский
государственный университет (ФГБОУ ВО
«ТОГУ»), 680035, г. Хабаровск, ул.
Тихоокеанская, 136, e-mail:
alex.bdk75@yandex.ru

Aleksey N. Berdnik, Ph.D. in Technical
Sciences, Associate Professor of the Department
Internal Combustion Engines, Pacific National
University, 136 Tikhookeanskaya st, Khabarovsk,
680035

Статья поступила в редакцию 07.11.2022; опубликована онлайн 20.06.2023.
Received 07.11.2022; published online 20.06.2023.