



«ПЛАВУЧИЙ МОСТ» КАЛИНИНГРАД – УСТЬ-ЛУГА

Паром «Балтийск», состыкованный с подъемно-переходным мостом в порту Усть-Луга

**Г. Кузьмин, заместитель
генерального директора ФГУП
«Росморпорт»;**
**Г. Егоров, д-р техн. наук,
генеральный директор
Морского Инженерного Бюро**

В свой первый коммерческий рейс из порта Усть-Луга в порт Балтийск самый большой в истории российского флота железнодорожный паром «Балтийск» вышел 7 сентября 2006 г., имея на борту 20 вагонов с мазутом, 16 — с углем, 10 — с минерально-строительными грузами и 2 вагона — с удобрениями. Обратная загрузка составила 31 вагон и 15 трейлеров.

Церемония подъема российского флага на пароме «Балтийск», модифицированном под железнодорожную колею и вагонный парк российского стандарта, состоялась 14 июля 2006 г. в порту Бремерхафен (Германия). 10 сентября 2006 г. судно во время погрузки вагонов и трейлеров в порту Балтийск (Калининградская область) посетил Президент РФ В. Путин.

Судно было построено в 1984 г. на верфи Seebeckwerft AG в г. Бремерхафене для перевозок железнодорожных составов с европейским

стандартом колеи под названием «Railship II» (в дальнейшем — «Rider»). В апреле 2006 г. паром приобрело ФГУП «Росморпорт» через ОАО «Государственная транспортная лизинговая компания» и при участии ОАО «Российский Банк Развития». Эксплуатацию парома на условиях бербоутчартера осуществляет ЗАО «Балтийские транспортные системы».

Судно переименовали в «Балтийск» и в течение трех месяцев модифицировали на верфи «Lloyd Werft Bremerhaven» по проекту CNF05 Морского Инженерного Бюро под увеличенный размер железнодорожной колеи и вес вагонов, отвечающих российским стандартам. Его также переоборудовали для стыковки с береговыми паромными комплексами в портах Усть-Луга и Балтийск и дооборудовали в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства.

При этом были практически заново изготовлены грузовые палубы парома с усиленным подпалубным набором и измененными путями, модернизирована под новый береговой комплекс кормовая оконечность, увеличена на 1,1 м длина судна, в местах контакта с выдвигными упорами терминала добавлен привальный брус и подкреплен корпус, установлены автоматические швартовные лебедки и внесены изменения в общее расположение судна в соответствии

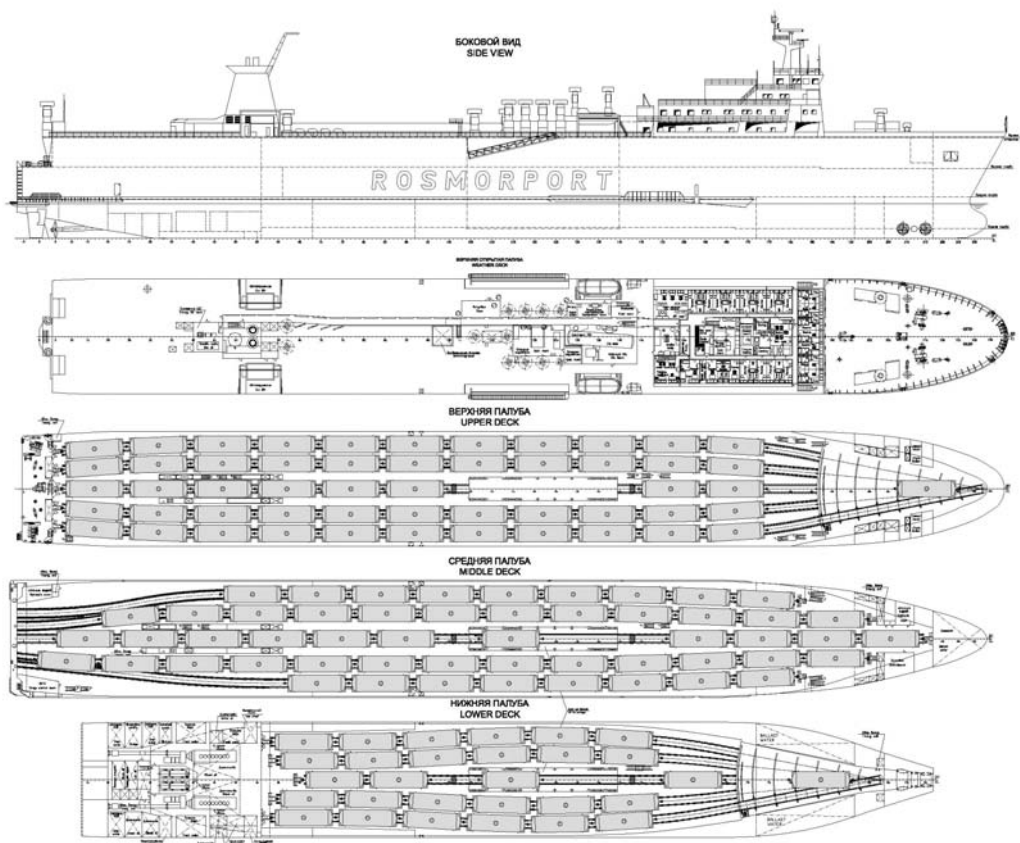
Морской флот №6, 2006



Развитие портов



Паром «Балтийск» в день подъема флага 14 июля 2006 г.



Общее расположение парома «Балтийск» после модификации

с санитарными нормами и правилами Российской Федерации.

Модификация судна производилась под наблюдением и при активном участии специалистов ФГУП «Росморпорт», Морского Инженерного Бюро, Российского морского регистра судоходства, ЗАО «Балтийские транспортные системы» и «Судоимпорта».

После переоборудования «Балтийск» представляет собой судно неограниченного района плавания класса РС КМ УЛ А1 накатное, предназначенное для транспортировки железнодорожных составов российского стандарта с шириной колеи 1520 мм и колесной техники накатным способом, 20- и 40-футовых ролл-трейлеров, а также опасных грузов и 30 реф-контейнеров.

Архитектурно-конструктивный тип парома — стальной трехпалубный двухвинтовой теплоход, с кормовым расположением машинного отделения и надстройкой в носу, с двойным дном с бульбообразной носовой и транцевой кормовой оконечностями.

Судно имеет ледовые подкрепления, позволяющие эксплуатировать его в зимних условиях Балтики без сопровождения ледокола.

Основные характеристики парома «Балтийск» после модификации:

длина наибольшая — 187,36 м;
 ширина габаритная — 22 м;
 высота борта — 18,95 м;
 осадка по ЛГВЛ — 6,5 м;
 дедвейт (для Балтики $\gamma = 1,015 \text{ т/м}^3$) — 9702 т;

*протяженность рельсовых путей — 1943,3 м;
местимость ж/д цистерн с длиной между автосцепами 12020 мм — 135 шт.;
местимость ж/д вагонов с длиной между автосцепами 16970 мм — 92 шт.;
местимость легковых автомобилей на верхней открытой палубе — 76 шт.;
мощность главных двигателей — 2 x 8000 кВт;
скорость эксплуатационная — 18,5 узл.;
валовая вместимость — 20126 рег. т
чистая вместимость — 6241 рег. т;
экипаж — 16 — 20 чел.;
пассажировместимость — 12 чел.*

Железнодорожные составы размещаются на трех грузовых палубах. Каждая грузовая палуба оборудована пятью путями. Для стыковки с береговым мостом на оборудованной кормовой площадке предусмотрены соответствующие «ответные» части.

Погрузка вагонов осуществляется на среднюю палубу через кормовые ворота. Подъем и опускание железнодорожных вагонов и других накатных грузов со средней палубы на верхнюю и нижнюю производятся двухъярусным лифтом грузоподъемностью 94 т. Верхняя и нижняя платформы лифта имеют грузовые площадки длиной до 28 м, оборудованные прижимными стопорами вагонных колес и гнездами для крепления найтовов. Перемещение железнодорожных вагонов по судну осуществляется поворотными стрелками, установленными в носовой части верхней и нижней палуб, и семью судовыми универсальными тягачами (юнилоками).

Дополнительно на верхнюю открытую палубу может быть погружено еще 76 легковых автомобилей.

Для погрузки и выгрузки накатных грузов в портах, которые не имеют береговых мостов, аналогичных паромным комплексам Усть-Луги и Балтийска, применяются съемные мосты-аппарели, крепящиеся на кормовой площадке с помощью специально установленных гнезд и гидравлических лебедок, оборудованных на средней палубе с левого и правого бортов. Комплект съемных мостов может храниться в портах или перевозиться на пароме.

Для стопорения вагонов в конце каждого пути установлены тупиковые упоры с автосцепами и отводами судовой системы сжатого воздуха для подключения пневматической тормозной системы. Автосцепы имеют амортизирующие устройства. Отводы судовой системы сжатого воздуха предусмотрены и в районе платформ грузового лифта. Для крепления вагонов и других накатных грузов в снабжение судна входят цепные найтовы с талрепами и рычагами, а также домкраты и тормозные башмаки.

Безопасность проведения грузовых операций обеспечивается системой светофоров и блокиро-

вок (грузовой лифт не приводится в движение до тех пор, пока не опущены шлагбаумы и не подняты упоры, препятствующие въезду на лифт).

Корпус судна изготовлен из стали повышенной прочности с пределом текучести не менее 355 МПа. Палубы, борта и двойное дно выполнены по продольной системе набора, двойное дно в машинном отделении — по поперечной системе набора. Рельсовый профиль высотой 50 мм и шириной 60 мм установлен в рецессах палубных настилов с наклонными стенками. В плоскости рельс установлены усиленные продольные балки из полособульбового профиля высотой 300 мм. Допускаемая нагрузка на ось железнодорожных вагонов — 23,5 т.

Допускаемые распределенные нагрузки на второе дно и палубы:

второе дно (нижняя вагонная палуба) — 10,0 т/м²;

средняя вагонная палуба — 5,0 т/м²;

верхняя вагонная палуба — 2,5 т/м²;

верхняя открытая палуба (кормовая часть палубы бака для перевозки легковых автомобилей) — 0,25 т/м².

Ввиду увеличения нагрузки, действующей на конструкции парома от вагонов российского стандарта, группой прочности Морского Инженерного Бюро под руководством канд. техн. наук А.А. Соловьева были выполнены специальные расчеты прочности модели грузового отсека, включая перекрытия всех трех грузовых палуб и борта, по программе «ИСПА» с использованием конечных элементов (КЭ).

При этом плоские конструкции, стенки и пояска моделировались прямоугольными оболочечными КЭ с шестью степенями свободы в узле, а также четырехугольными и треугольными элементами произвольной формы. Бульбы ребер жесткости задавались в виде стержневых КЭ, работающих на растяжение — сжатие. Общее количество оболочечных и стержневых элементов равнялось 25120, количество степеней свободы — 114737.

Нагрузка от колес вагонов задана в виде сосредоточенных сил, определенных с учетом сил инерции при качке в условиях волнения неограниченного района плавания, что обеспечивает дополнительный запас прочности судна при его работе в Балтийском море. Расчеты подтвердили, что модернизированная конструкция парома полностью удовлетворяет требованиям Правил РС.

Привальные брусья в носовой и кормовой частях с правого борта увеличены и подкреплены для восприятия усилий от береговых выдвигных упоров. На транце с правого борта установлена вертикальная опорная поверхность под толкатель берегового моста.

Для выравнивания (поддержания в допустимых пределах) крена парома, возникающего в

процессе грузовых операций, служит автоматизированная антикреновая система. Она состоит из двух пар бортовых цистерн, соединенных переточными каналами. Перемещение воды из одной цистерны в другую осуществляется сжатым воздухом, нагнетаемым в верхнюю часть цистерн. Система срабатывает при крене паромы свыше $0,5^\circ$ и выравнивает его в пределах $0,35^\circ$. Контроль за системой осуществляется из поста управления грузовыми операциями, расположенного у въезда на паром на средней палубе с правого борта. На переходе морем только одна пара антикреновых цистерн используется в качестве успокоителя качки.

Маневренность судна при подходе кормой к причалу паромных комплексов обеспечивается двумя винтами регулируемого шага диаметром 3,70 м, двумя обтекаемыми полубалансирными рулями, а также двумя носовыми подруливающими устройствами мощностью по 880 кВт каждое. Для облегчения стыковки с береговыми мостами и позиционирования судна в процессе грузовых операций используются автоматические лебедки.

Для оценки прочности модернизированной кормовой оконечности судна при взаимодействии с подъемно-переходным мостом терминалов в портах Балтийск и Усть-Луга был выполнен расчет модели кормы судна по МКЭ. Общее количество оболочечных и стержневых КЭ модели составило 15504, количество степеней свободы 59076. Нагрузка задавалась в виде сосредоточенных сил, действующих от подъемно-переходного моста в соответствии с данными проектантов береговой части из компании «Морстрой». Напряжения в конструкциях паромы при взаимодействии с мостом не превысили допускаемых Правилами РС, что было подтверждено экспериментально пробными накатками вагонов.

Основные механизмы энергетической установки судна размещены в двух отсеках под средней палубой судна. В качестве главных двигателей установлены два дизеля максимальной длительной мощностью по 8000 кВт при частоте вращения 425 мин^{-1} . Каждый дизель работает на свой ВРШ, а вместе они обеспечивают скорость в полном грузу 18,5 уз. Главные двигатели приспособлены для работы на тяжелом топливе с вязкостью до 380 сСт. Двигатели снабжены системой дистанционного управления, а также средствами автоматизации и контроля, в соответствии с классом автоматизации А1.

Судовая электростанция состоит из двух дизель-генераторов мощностью по 1190 кВА; 60 Гц; 440/220 В и одного аварийного дизель-генератора мощностью 216 кВА; 60 Гц; 440/220 В. При переходе морем судно обеспечивается электроэнергией от двух валов-генераторов мощностью по 1250 кВА; 60 Гц; 440/220 В.

Пространство грузовых палуб защищается системой углекислотного пожаротушения. Станция CO_2 оборудована на открытой палубе. В ней установлена цистерна, в которой хранится 38200 кг углекислоты при -18°C и давлении 21 бар. Время полного заполнения грузового помещения углекислотой — 15 мин. Для возможности перевозки опасных грузов система водяного пожаротушения на грузовых палубах дооборудована дополнительными отроостками с пожарными рожками, обеспечивающими подачу четырех струй в любую точку грузового пространства.

Принудительная приточная и вытяжная вентиляция грузовых палуб оборудована вентиляторами взрывобезопасного исполнения и обеспечивает необходимый воздухообмен в пределах грузового пространства. Поступающий на грузовые палубы воздух частично растекается самостоком, а частично подогревается калориферами до температуры не более 40°C и распределяется через систему трубопроводов, в которой установлены поперечные трубы с форсунками (шаг между трубами 4 — 5 м). Такая система позволяет избежать образования застойных зон вентиляции.

Для предотвращения загрязнения моря судно оборудовано цистернами достаточной емкости для сбора нефтесодержащих вод и установкой переработки сточных вод. Система шпигатов закрытых грузовых палуб выведена в специальные цистерны для сбора утечек перевозимых грузов и загрязненных вод.

Оценка эффективности использования паромы «Балтийск» на линии Усть-Луга — Балтийск в сравнении с паромы типа «Мукран» представлена в таблице.

Результаты сравнения таковы:

1. Вагоновместимость на линии Балтийск — Усть-Луга у паромы «Балтийск» в 2,6 раза больше, чем у «Мукрана» (135 против 51).

Принятое при проектировании паромы типа «Мукран» решение (базирувавшееся на малораспространенных, сложных и дорогих береговых двухъярусных мостах) не оборудовать паромы лифтами и стрелками и обеспечившее экономию металлоемкости корпуса, упрощение и удешевление постройки, упрощение технологии грузообработки — в итоге, при изменении условий рынка, обернулось потерей провозоспособности в два раза. Как следствие, из пяти построенных судов типа «Мукран» сегодня только у двух сохранена функция железнодорожного паромы, а остальные переоборудованы в автомобильно-пассажирские с установкой узких кормовых аппарелей вместо кормовых ворот.

2. Скорость паромы «Балтийск» позволяет ему совершать круговые рейсы в пределах недели, что обеспечивает устойчивое расписание. Ско-

Сравнение паромов «Балтийск» и «Мукран»

Характеристики судна	Паром «Балтийск»	Паром типа «Мукран»
Длина наибольшая, м	187,36	190,50
Длина между перпендикулярами, м	174,40	173,00
Ширина расчетная, м	21,60	28,00
Ширина наибольшая, м	22,00	
Высота борта до верхней палубы, м	18,95	15,20
Высота борта до главной палубы, м	7,75	
Осадка по ЛГВЛ, м	6,50	7,20
Дедвейт ЛГВЛ, т при $\gamma = 1.025 \text{ т/м}^3$ (около)	9 879	11 900
Валовая вместимость	20 126	22 341 *
Число и мощность главных двигателей, кВт	2 x 8000	4 x 2650
Класс автоматизации ЭУ	A1 (полная автоматизация)	A2 (управление ЭУ из ЦПУ в МО)
Скорость эксплуатационная, узл.	18,5	16
Ледовый класс	УЛ (ледокол не требуется)	Л2 (сопровождение ледокола)
Протяженность рельсовых путей, м	1 943,3	Около 1 250
Вместимость вагонов длиной 12,02 м	135	Главная палуба – 51 Общая – 103
Количество вагонных палуб, м	3 и верхняя палуба для 76 легковых автомобилей	2 (вторая палуба – только при наличии двухъярусных береговых мостов)
Судовые средства для перемещения железнодорожных вагонов по палубам	Двухъярусная грузоподъемная платформа (лифт) для вагонов длиной до 28 м, две поворотные платформы–стрелки, 7 универсальных тягачей (Unilocks)	Судовые средства отсутствуют. С береговых мостов Балтийска и Усть-Луги возможна загрузка только одной палубы
Экипаж, чел.	16 – 20	42
Пассажировместимость, чел.	12	12 / 120 *

* На пароме «Vilnius» после переоборудования в 1994 г. (до вступления в силу новых требований МК СОЛАС).

рость судов типа «Мукран» на 2,5 узла (14%) меньше.

3. Ледовая категория УЛ судна «Балтийск» позволяет поддерживать непрерывную линию в условиях Балтики зимой без ледокола. «Мукрану» требуется ледокольная проводка, стоимость которой за сезон — около \$ 600 тыс.

4. «Балтийск» имеет в два раза меньший экипаж, чем паром типа «Мукран» (у «Балтийска» выше степень автоматизации и вследствие этого меньше расходы на содержание экипажа).

5. Паром «Балтийск» благодаря компактному расположению помещений и оборудования имеет валовую вместимость меньшую, чем «Мукран», что также сокращает отдельные статьи эксплуатационных расходов.

Помимо ж/д вагонов «Балтийск» предназначен для перевозки колесной техники (включая

самую тяжелую) на трех грузовых палубах и может дополнительно перевозить до 76 легковых автомобилей на верхней открытой палубе.

Следует также отметить, что все три грузовые палубы парома «Балтийск» полностью закрыты (в отличие от паромов типа «Мукран», где закрыты только нижние палубы) и оборудованы системой технического кондиционирования воздуха. Это обеспечивает лучшую сохранность перевозимых грузов (как правило, дорогостоящих).

Таким образом, один паром «Балтийск» на исследуемой линии эквивалентен двум-трем судам типа «Мукран».

В настоящее время паром «Балтийск» успешно эксплуатируется на линии Балтийск — Усть-Луга, которая, в перспективе, будет продлена до порта Засниц (Германия).