

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ГРУЗОПАССАЖИРСКОГО ПАРОМА

А. В. Григорьев, генеральный директор, канд. техн. наук, доцент (ЗАО НПЦ «Электродвижение судов»), моб. тел.: +7 921 9549851, **Д. В. Умяров**, начальник отдела (ОАО КБ «Вымпел») УДК 629.5.03-83:629.551.2

В ближайшем будущем проблема транспортного сообщения с Калининградской областью может быть решена путем увеличения количества судов, обеспечивающих паромную связь региона с портами Ленинградской области и Санкт-Петербурга. В связи с этим для круглогодичной перевозки между портами Усть-Луга—Балтийск—порты Германии планируется по заказу ФГУП «Росморпорт» построить грузопассажирский паром пр. 00650. Проектант парома — ОАО КБ «Вымпел» (Нижний Новгород).

Паром предназначен для перевозки железнодорожных грузовых вагонов, автотреллеров, легковых автомобилей и до 400 пассажиров (рис. 1, 2).

Ввод судна в эксплуатацию позволит сократить время доставки грузов и пассажиров между Санкт-Петербургом, Калининградской областью и странами Северо-Западной Европы, что обеспечит включение России в общую систему зарубежных паромных перевозок.

Основные характеристики судна

Длина наибольшая, м	202
Ширина, м	32
Осадка расчетная, м	7,5
Дедвейт, т	8475
Скорость, уз	20

В настоящее время ЗАО НПЦ «Электродвижение судов» (входит в состав ЗАО «РЭП Холдинг») завершило работу над техническим проектом электроэнергетической установки (ЭЭУ) грузопассажирского парома пр. 00650.

ЭЭУ предназначена для обеспечения движения судна и производства электроэнергии во всех режимах эксплуатации. В ее состав входит гребная электрическая установка (ГЭУ) и судовая электроэнергетическая система (СЭЭС).

Основные требования, предъявляемые к ЭЭУ грузопассажирских судов паромного типа, — высокая надежность и живучесть установки, обеспечение высоких маневренных показателей судна, экономичность работы во всех режимах эксплуатации, минимальные значения вибрации и шума. Мировой опыт судостроения показывает, что в качестве ЭЭУ судов паромного типа аналогичного водоизмещения целесообразно использовать единую электроэнергетическую установку (ЕЭУ) на базе ГЭУ или дизельную энергетическую установку с винтом регулируемого шага (ВРШ). В последнем случае СЭЭС следует выполнять на базе валогенераторной установки (ВГУ).

В рамках технического задания на выполнение проектно-конструкторских работ были рассмотрены два варианта ЭЭУ. В первом случае предполагалось применение ЕЭУ на базе системы электродвижения. В качестве ГЭУ планировалось использовать систему электродвижения переменного тока с винторулевыми колонками (ВРК). Установки данного типа имеют значительные преимущества перед пропульсивными установками с прямой передачей вращающего момента на гребные винты, в частности: высокие маневренные характеристики; отсутствие необходимости реверсирования гребного электродвигателя (ГЭД), так



Рис. 1. Проектное изображение грузопассажирского парома пр. 00650

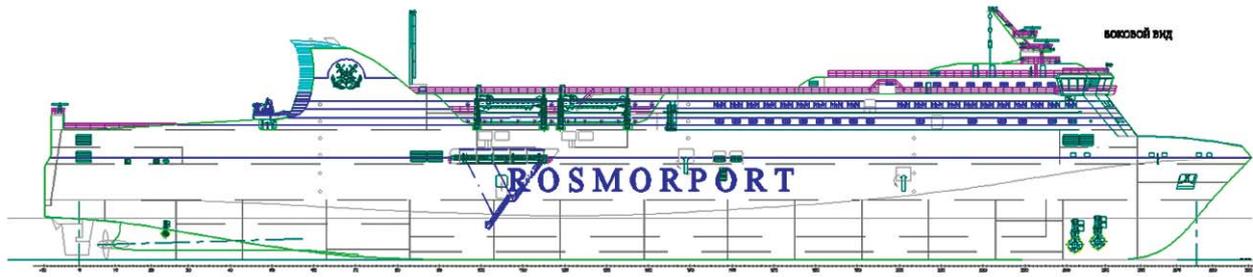


Рис. 2. Боковой вид грузопассажирского парома пр. 00650

как реверс судна осуществляется путем разворота ВРК; отсутствие валопровода и более рациональная компоновка машинного отделения, что позволяет повысить полезный объем судна; отсутствие рулевого устройства и кормового подруливающего устройства; более высокий КПД; низкое значение акустических шумов и вибрации судна; сокращение сроков постройки и ремонта судна.

Существенное влияние на развитие судовых систем электродвижения в последнее десятилетие оказали два фактора: создание и успешное внедрение ВРК и освоение

промышленностью выпуска полупроводниковых преобразователей на базе новых типов силовых полупроводниковых элементов (IGBT-транзисторов, IGCT-тиристоров).

Для паромного судна пр. 00650 рассматривался вариант использования дизельной установки с ВРК CRP Azipod мощностью 13 МВт. Для повышения маневренных характеристик судна в носовой оконечности предусматривалось применение двух подруливающих устройств с приводами мощностью по 2000 кВт.

Использование ЕЭУ позволяет уменьшить количество дизель-генераторных агрегатов (ДГА); главных рас-

пределительных щитов и щитов электродвижения; повысить экономичность работы ДГА за счет оптимальной нагрузки во всех эксплуатационных режимах; повысить структурную надежность и живучесть ЭЭУ.

Учитывая высокую мощность ГЭУ, для уменьшения токовой нагрузки и повышения коммутационной способности на шинах щитов электродвижения целесообразно применить высоковольтное напряжение 6,3 кВ.

ЕЭУ на базе ГЭУ переменного тока удовлетворяет требованиям, предъявляемым к судам паромного типа. К основным недостаткам данной установки относятся: высокая

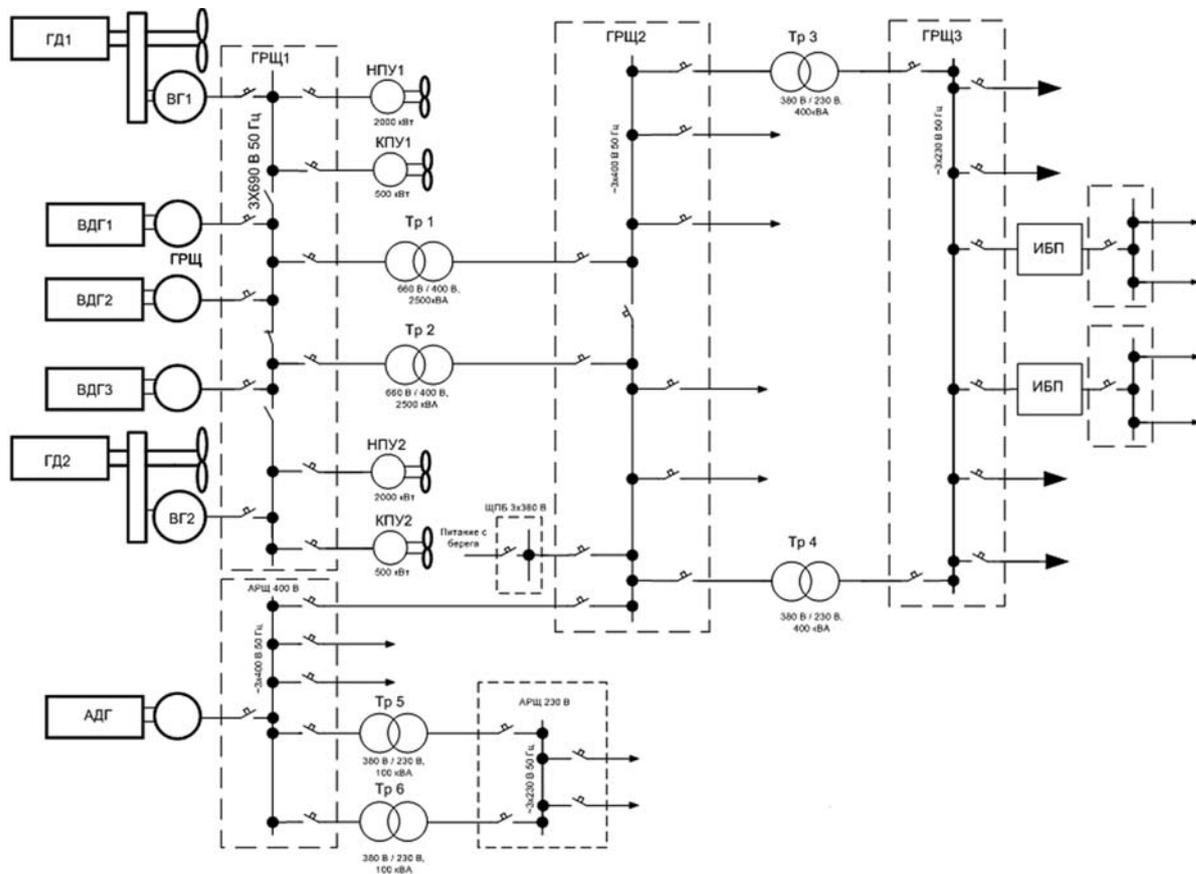


Рис. 3. Принципиальная схема ЭЭУ грузопассажирского парома пр. 00650:

ГД1,2 — главный дизель; ВГ1,2 — валогенератор; ВДГ1-3 — вспомогательный дизель-генератор; АДГ — аварийный дизель-генератор; НПУ1,2 — носовое подруливающие устройство; КПУ1,2 — кормовое подруливающее устройство; ГРЩ1-3 — главный распределительный щит; АРЩ — аварийный распределительный щит; ИБП — источник бесперебойного питания

стоимость комплекта оборудования, сравнительно низкие массогабаритные характеристики и отсутствие отечественного опыта изготовления и эксплуатации данных установок.

Во втором варианте в качестве пропульсивного комплекса рассматривалась двухвальная дизельная установка с ВРШ и СЭЭС на базе ВГУ.

Использование пропульсивного комплекса в качестве движителя ВРШ дает возможность расширить область рабочих режимов главного дизеля (ГД); осуществить «мягкий» пуск ГД при нулевом шаге винта; выполнить реверс судна путем разворота лопастей винта, что позволяет использовать неревверсивные ГД; повысить маневренные характеристики судна, что связано с отсутствием ограничений по минимальной частоте вращения ГД; уменьшить тепловые напряжения и механические нагрузки ГД на маневренных режимах; снизить расход горючесмазочных материалов ГД при работе на ходовых режимах; более эффективно защищать ГД от перегрузки, использовать ВГУ без устройств стабилизации частоты вращения.

Применение ВГУ в составе СЭЭС позволяет отказаться от использования вспомогательных дизель-генераторов (ВДГ) в ходовых режимах работы судна. В связи с этим среди основных достоинств применения ВГУ необходимо отметить такие как снижение себестоимости вырабатываемой электроэнергии, увеличение моторесурса ДГА, уменьшение эксплуатационных затрат, повышение надежности СЭЭС.

Следует отметить, что уменьшение количества работающих ДГА

при использовании ВГУ в ходовых режимах снижает уровень шума и вибрации в машинном отделении, что является существенным достоинством применения ВГУ на круизных и пассажирских судах.

Сравнительный комплексный анализ ЭЭУ двух типов для грузопассажирского парома пр. 00650 показал, что при его эксплуатации в Балтийском море с учетом технико-экономических, надежных, массогабаритных показателей, а также опыта проектирования и изготовления более предпочтительным следует признать пропульсивный комплекс с двумя ГД, работающими на ВРШ, и СЭЭС на базе ВГУ. ЭЭУ данного типа была выбрана в качестве основного варианта при разработке технического проекта грузопассажирского парома.

Основными требованиями при выборе структурной схемы СЭЭС были: реализация всех основных режимов эксплуатации судна; обеспечение оптимальной нагрузки основных ДГА во всех режимах эксплуатации; максимальная гибкость и надежность структурной схемы; выполнение требований Российского морского регистра судоходства.

На основе опыта проектирования и анализа схемных решений ведущих производителей судового электрооборудования предпочтение было отдано ЭЭУ (рис. 3), в состав которой входят два главных дизельных двигателя мощностью 11 600 кВт; три ВДГ мощностью 1520 кВт, предназначенных для питания судовых потребителей на стоянке и в маневровом режиме; два

валогенератора (ВГ) мощностью 3000 кВт для питания судовых потребителей в ходовом и маневровом режимах; аварийный дизель-генератор мощностью 1670 кВт; главные распределительные щиты напряжением 690 В, 400 В и 230 В; аварийный распределительный щит; силовые трансформаторы.

Для повышения управляемости судна на малых скоростях предусматривается применение подруливающих устройств — двух носовых по 2000 кВт и двух кормовых по 500 кВт.

Основным родом тока на судне принимается переменный ток частотой 50 Гц, напряжением 660 В, используемый для питания потребителей большой мощности.

В ходовом режиме работы судна электроэнергию вырабатывает один или два ВГ, при этом длительная параллельная работа двух ВГ не допускается. В наиболее нагруженных режимах работают два ВГ и два ВДГ.

Для обеспечения аварийного хода предусмотрена возможность работы одного ВГ в двигательном режиме. В случае отказа двух ГД один из ВГ, находящийся в изолированном помещении, переводится в режим работы ГЭД. Электроэнергию в этом случае вырабатывают три параллельно работающих ВДГ. При стоянке судна электроэнергию для питания общесудовых приемников вырабатывает один ВДГ.

Работа над техническим проектом ЭЭУ грузопассажирского судна подобного типа является первым опытом отечественных проектантов в новейшей российской истории.