

**Е.М. Бурда**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО СУДНА «СУРА-2»

В 2012 г. мелкоосидающее пассажирское колесного судна ПКС 40 «Сура» отработало свою первую навигацию. По результатам навигации выяснились основные недостатки колесного движительно-рулевого комплекса (КДРК) [1]:

– Недостаточный крутящий момент приводных двигателей. Перегрузка по моменту начиналась при частоте вращения 0,8 номинальной.

– Ограничения по динамическим характеристикам (разгон и замедление) колесного привода, что связано с недостаточной мощностью дизель-генератора, питающего шины гребной электрической установки.

– Проблемы с управляемостью при сильных возмущающих воздействиях, например резких порывах ветра.

Нехватка момента и мощности приводных двигателей связана с осадкой судна и его водоизмещением, возросшим по сравнению с расчетным.

При постройке судна ПКС-40 «Сура-2» в опытовом бассейне ВГАВТ были проведены гидродинамические испытания модели судна, в результате которых были изменены обводы носовой и кормовой части судна, которые позволят значительно снизить буксировочное сопротивление судна (таблица 1 и таблица 2)

Таблица 1

**Сопротивление судна от скорости**

Скорость, км/ч	8,0	10,0	12,0	14,0
Сопротивление расчетное (модель), кг	500	650	970	1450
Сопротивление фактическое «Сура-1», кг	550	800	1150	1660

Таблица 2

**Буксировочная мощность от скорости**

Скорость, км/ч	8,0	10,0	12,0	14,0
Буксировочная мощность расчетная (модель), кВт	10,0	16,0	33,0	55,0
Буксировочная мощность фактическая «Сура-1», кВт	11,0	22,0	40,0	65,0

Проведенные испытания буксируемых моделей в сочетании с натурными испытаниями судна «Сура – 1» легли в основу определения геометрии гребных колес судна «Сура-2».

Геометрические параметры гребных колес следующие:

– Колеса выполнены диаметром 4,71 м по внутреннему и внешнему ободу

– Высота плиц – 0,435 м

– Проекция плиц на плоскость шпангоута – 2,0 м

– Количество плиц – 17

– Стреловидность плиц – 15°

Предполагаемые эксплуатационные характеристики судна:

– Скорость – 14,0 км/час

– Обороты – 21 об/мин

– Затрачиваемая мощность – 140 кВт

В качестве гребных электродвигателей выбраны специальные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, предназначенные для частотно-регулируемого электропривода, марки АДЧР250М4-0001, мощностью 75 кВт, номинальное число оборотов в минуту – 1470 об/мин. Двигатель имеет усиленную изоляцию обмоток.

На рис. 1 представлена схема ГЭУ.

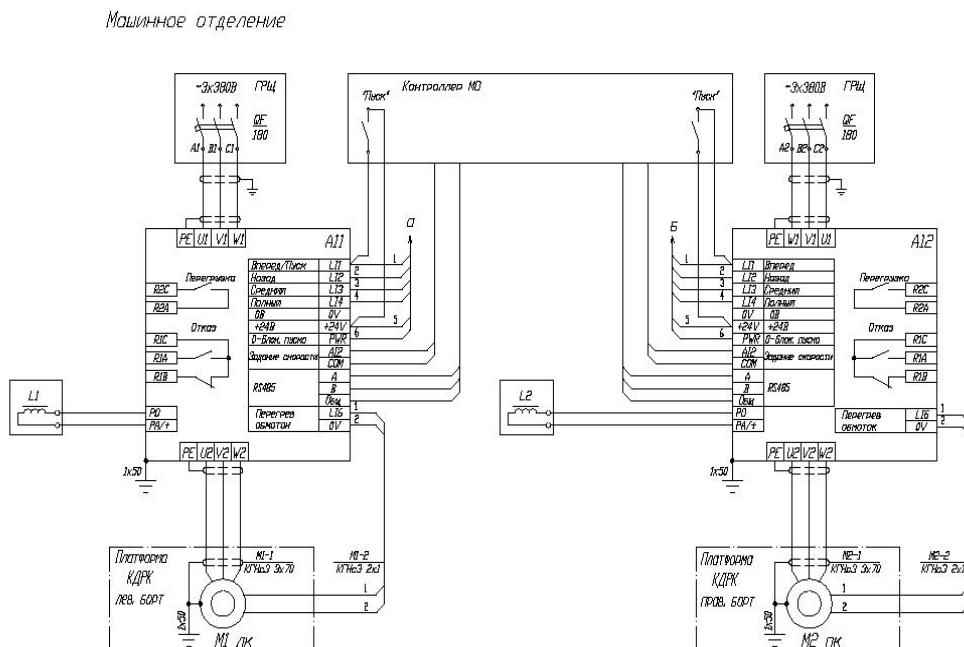


Рис. 1. Схема ГЭУ

Питание каждого двигателя производится от преобразователя частоты типа ATV71. Преобразователь рассчитан на управление двигателями мощностью до 75 кВт с номинальным напряжением 380 В и обеспечивает диапазон регулирования частоты от 0 до 50 Гц. Точность поддержания скорости составляет 10% от номинального скольжения двигателя. Для улучшения динамических характеристик привода колес питание каждого преобразователя производится от отдельных генераторных секций. В аварийном режиме возможно питание обоих двигателей от одной генераторной секции, но при этом ограничивается скорость вращения колес на уровне 0,7 от номинальной, а также снижается темп разгона.

Для решения проблем с управляемостью были использованы джойстики фирмы «Шнайдер Электрик», имеющие по 6 положений «Вперед» и «Назад». Правый джойстик также имеет по 6 положений «Вправо» и «Влево». Оба джойстика имеют потенциометрические выходы.

Система управления ГЭУ выполнена на базе панельного компьютера фирмы ADVANTECH и контроллера FASTWEL. Система обеспечивает 3 режима работы – ходовой, маневровый и аварийный.

В ходовом режиме левым джойстиком задается одна из 6 скоростей вращения колес, а правым джойстиком направление движения. Величина отклонения джойстика вправо или влево пропорциональна разности скоростей вращения колес. При этом, колесо, противоположное направлению поворота, увеличивает скорость вращения вплоть до максимальной в зависимости от величины отклонения. Если разность ско-

ростей недостаточна, то начинается снижение скорости вращения второго колеса. Преобразователи частоты управляются при этом аналоговым сигналом  $\pm 10\text{В}$  с выхода контроллера машинного отделения, задание на который приходит с панельного компьютера, к которому подключены потенциометрические выходы джойстиков.

В маневровом режиме преобразователи получают задание с джойстиков на 6 скоростей «Вперед» и «Назад» для каждого колеса. Управление происходит также аналоговым сигналом  $\pm 10\text{В}$ .

В аварийном режиме управление преобразователями частоты осуществляется непосредственно с джойстиков на дискретные входы ПЧ в режиме «Заданные скорости». Преобразователи запрограммированы на три скорости как вперед, так и назад

На базе панельного компьютера выполнена система контроля и отображения параметров движительного комплекса теплохода «Сура», а именно:

- направления вектора тяги движительного комплекса;
- частот вращения гребных колес;
- токов, потребляемых электродвигателями гребных колес;
- момента на электродвигателях гребных колес;
- мощностей, потребляемых приводами гребных колес;

Перечисленные параметры движительного комплекса выводятся на монитор в виде мнемосхемы и числовых данных.

Сообщения об авариях выводятся на монитор в мигающем красном окне.

При перегрузках преобразователь частоты автоматически переводит гребной двигатель на малую скорость.

#### Список литературы:

[1] Бурда Е.М. Частотно-регулируемый электропривод гребной установки пассажирского судна «Сура»// Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2012». Труды конгресса. Н.Новгород ВГАВТ, Т.2 с. 268–271.

*О.А. Бурмакин, Ю.С. Мальшев, Ю.В. Варечкин*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА НА СУДАХ

Использование силы ветра на судах шло параллельно с развитием человечества и достигло пика к середине XIX столетия. Однако, во время плавания на паруснике усилия матросов, работавших в шторм с парусами на высоте 40–50 м, были на пределе человеческих возможностей. В связи с этим Антон Флеттнер решил применить исследования Генриха Густава Магнуса, который в 1852 году доказал, что возникающая поперечная сила, действующая на тело, вращающееся в обтекающем его потоке жидкости или газа, направлена в сторону, где скорость потока и вращение тела совпадают. Доказав на практике возможность использования боковой силы, возникающей в результате эффекта Магнуса, Флеттнер решился переоборудовать трехмачтовик Вискау в роторный корабль.

В октябре 1924 года экспериментальное роторное судно Вискау сошло со стапелей. Роторы Вискау вращались от электродвигателей. Со стороны, где ротор вращался навстречу ветру, создавалась область повышенного давления, с противоположной – пониженного. Результирующая сила и двигала судно. Более того, эта сила примерно в 50 раз превышала силу давления ветра на неподвижный ротор. Помимо всего прочего,