

ружках модулей, ранее разработанных и освоенных в производстве ОАО «Электро-выпрямитель» с импортной комплектацией.

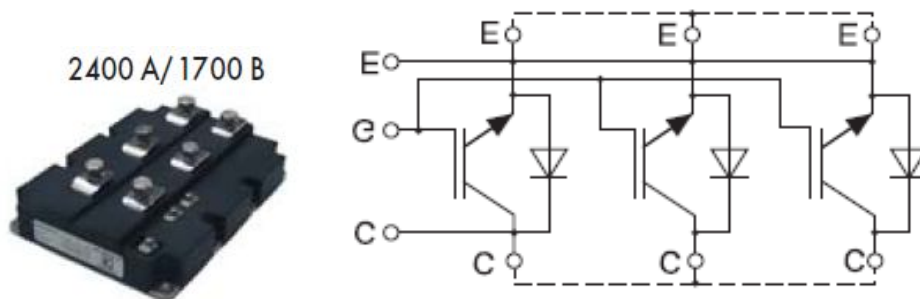


Рис. 3. IGBT-модуль в корпусе M18, 140×190 мм

Применение отечественной элементной базы в товарах широкого потребления позволяет иметь гарантированные поставки электронных компонентов, не зависящие от мировой конъюнктуры и не отягощенные таможенными расходами. А применение их в специальной технике помимо прочего повышает и обороноспособность страны.

#### Список литературы:

- [1] Машевич П.Р., Мартыненко В.А., Мускатиньев В.Г., Бормотов А.Т., Тогаев М., Крицкая Т.Б., Ищенко Л.А. Исследование параметров и характеристик обогащеннопланарных IGBT с малыми потерями на напряжение 1200 В // Силовая электроника. 2013. № 4. с. 60–65.
- [2] Алексеев К.Б., Палагута К.А. Микроконтроллерное управление электроприводом: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2008. – 298с.

*О.С. Хватов, Е.М. Бурда, И.А. Тарпанов*  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

### ЕДИНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ КОЛЕСНОГО СУДНА С ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЕМ ТИПА «СУРА»

Начиная с 2009 г. в Нижегородской области ведется строительство и ввод в эксплуатацию мелкосидящих пассажирских колесных судов проекта ПКС-40. Привод колес осуществляется от электрических двигателей мощностью по 75 кВт. 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. Отклонение скорости не превышает  $\pm 10\%$  от номинального скольжения двигателя.

На судне имеется единая электростанция, содержащая два дизель-генератора (ДГ1, ДГ2) мощностью по 100 кВт и являющейся общей как для питания гребной электрической установки (ГЭУ), так и общесудовых потребителей.[1] Параллельная работа дизель-генераторов не предусмотрена из-за сложности режима синхронизации, что связано с наличием высших гармонических в сети при работе преобразователей частоты. Питание каждого из преобразователей частоты (ПЧ1, ПЧ2) производится от отдельных генераторов. В аварийном режиме возможно питание обоих двигателей от одной генераторной секции, но при этом ограничивается скорость вращения колес на уровне 0,7 от номинальной и снижается темп разгона. [2]

Ходовые испытания судна показали, что фактически потребляемая ГЭУ мощность составляет:

- при скорости 14 км/час – 140 кВт;
- при скорости 11 км/час – 73 кВт;
- при скорости 8 км/час – 39 кВт. [3]

Добавив к этим значениям мощность общесудовых потребителей ходового режима (20–30 кВт), получим полное значение нагрузки электростанции в ходовом режиме. С учетом стояночных режимов с пассажирами и без них можно составить таблицу нагрузок, из которой следует, что общая потребляемая мощность будет изменяться от 170 до 69 кВт. Поскольку параллельная работа генераторных агрегатов не предусмотрена, то их нагрузка будет различной и может изменяться для каждого из них от 100 до 30 кВт. [4]

Следует учесть, что при маневрировании потребление мощности гребными электродвигателями происходит неравномерно. Практика показывает, что один двигатель может быть загружен на 150–170% от их номинальной мощности, а другой существенно недогружен. Причем преобразователи частоты и сами электрические двигатели легко переносят эти перегрузки. Однако перегрузка генераторов может быть болезненно перенесена при ее значении не более 110–115% их номинальной мощности. При перегрузке дизель-генератора может наблюдаться провал напряжения, что приводит к значительному увеличению потребляемого тока и, как следствие, отключению преобразователя частоты под действием токовой защиты. При восстановлении напряжения преобразователь частоты автоматически включается, но перерыв в питании может повлиять на безопасность при маневрировании судна. Устанавливать дизель-генераторы избыточной мощности экономически нецелесообразно. Это приводит к повышенному расходу топлива, увеличению массогабаритных показателей.

Данная проблема может быть решена путем соединения преобразователей на стороне постоянного тока и деления нагрузки между выпрямителями ПЧ поровну. Фактически инверторы преобразователей частоты питаются от одного общего источника постоянного тока, а нагрузка, создаваемая гребными электродвигателями, должна равномерно распределиться между генераторами, что позволяет существенно улучшить динамические показатели ГЭУ. Пропорциональное распределение мощности между выпрямителями возможно только при одинаковой жесткости их внешних характеристик и при одинаковой амплитуде напряжения на входе. Известно, что жесткость внешней характеристики выпрямителя составляет порядка 2%. Изменения напряжений на входе, соизмеримые с этой величиной, приводят к неравномерному делению потребляемых токов выпрямителей в пределах от 70 до 100%. Кроме того, на распределение активной мощности между генераторами влияют характеристики приводных двигателей, выражающие зависимость частоты вращения двигателя от момента сопротивления на валу. При неодинаковом статизме двигателей и одинаковой частоте вращения параллельно работающих генераторов, распределение активной мощности между ними не будет пропорционально их номинальным мощностям.

Наиболее удобным способом перераспределения активной мощности между дизель-генераторами, является изменение величины подачи топлива в приводном двигателе. Функциональная схема единой судовой электростанции дизель-электрохода с соединенными на стороне постоянного тока ПЧ представлена на рис. 1.

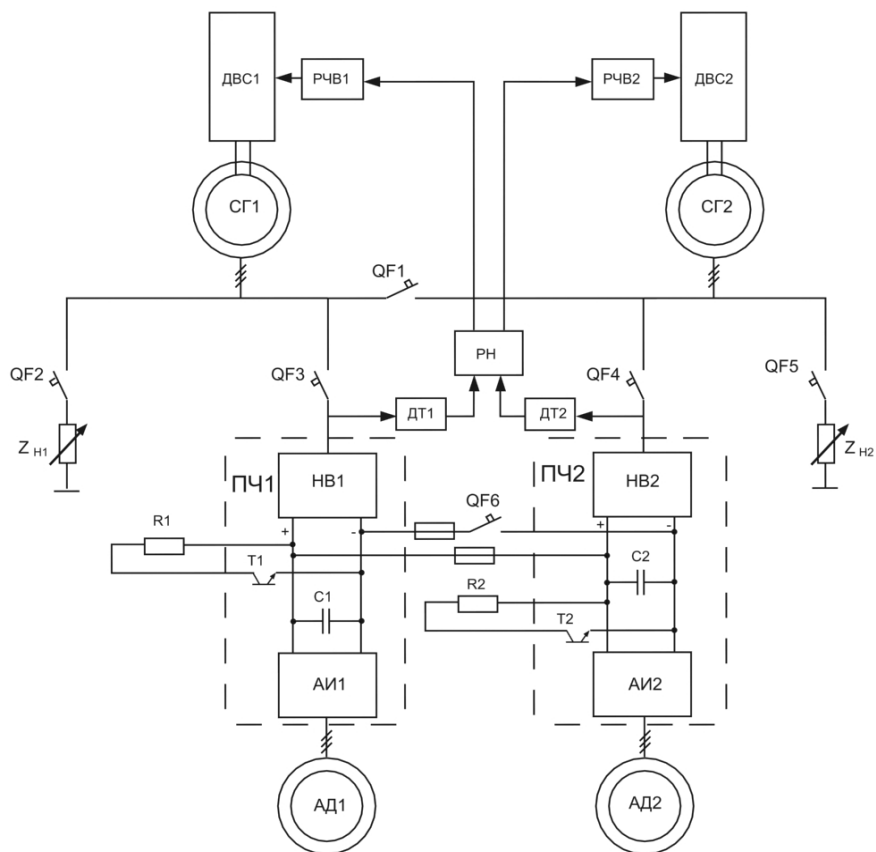


Рис. 1. Функциональная схема электростанции

Датчики тока (ДТ1, ДТ2) измеряют величины тока на входе выпрямителей и с помощью распределителя нагрузки (РН) воздействуют на регуляторы частоты вращения (РЧВ) приводных двигателей генераторов. Таким образом меняя частоту вращения генераторов, можно добиться равномерного распределения нагрузки и компенсировать рассогласование напряжений на входе выпрямителей. Подобная концепция может быть применена в любых других системах электроприводов. Объединение цепей постоянного тока преобразователей частоты позволяет повысить динамические показатели приводов, использовать энергию рекуперации, равномерно распределить электрическую нагрузку.