



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
«ЭНЕРКОМ-СЕРВИС»

**Преобразовательное оборудование
постоянного тока, перспективы и
проблемы развития**

Оборудование постоянного тока в России

- Передача постоянного тока Волгоград - Донбасс 1972 г.
- Вставка постоянного тока СССР - Финляндия, 1980 г.
- Передача ПТ Экибастуз - Центр 1985 г. (не введена);
- Забайкальский преобразовательный комплекс, 2012 г.
(ввод в работу)

- ВПТ Чандрапур (Индия) 1993 г. (победа в тендере)
- ВПТ Джейпу (Индия) 1995 г. (Участие в тендере)



ВПТ на базе преобразователя напряжения Что в России есть

- Готовая разработка оборудования ПТ на базе преобразователей напряжения;
- Базовые аппараты, блоки, узлы высоковольтного преобразовательного оборудования.
- Конструктивно-технологические решения в целом по комплексу ВПТ
- Алгоритмы работы оборудования ВПТ и ПО.
- Кадры, которые это всё сделали



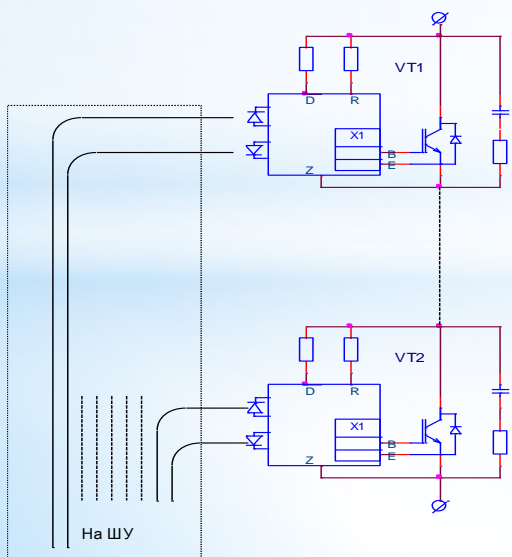
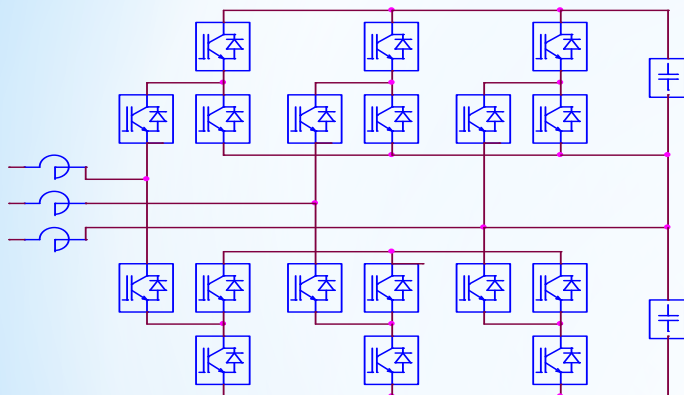
Преобразователь напряжения ВПТ «Могоча» (4 комплекта в поставке)

Основные параметры

- Установленная мощность 120 МВА
- Активная мощность 100 МВт
- Реактивная мощность 66,7 МВА
- Напряжение сети подключения 220 кВ / 38,5кВ
- Напряжение постоянного тока 68 кВ
- Потери при полной мощности - 1%;
- 3-х уровневая схема
- Оптимальный ШИМ с исключением гармоник 5,7, 11, 13, 17, 19
- Минимизация паразитных параметров
- Компактность
- Обслуживание
- Устойчивость к сейсмике.
- Простые алгоритмы управления



3-х уровневый преобразователь напряжения с высоковольтными вентилями на *igbt*-приборах



Основные достоинства:

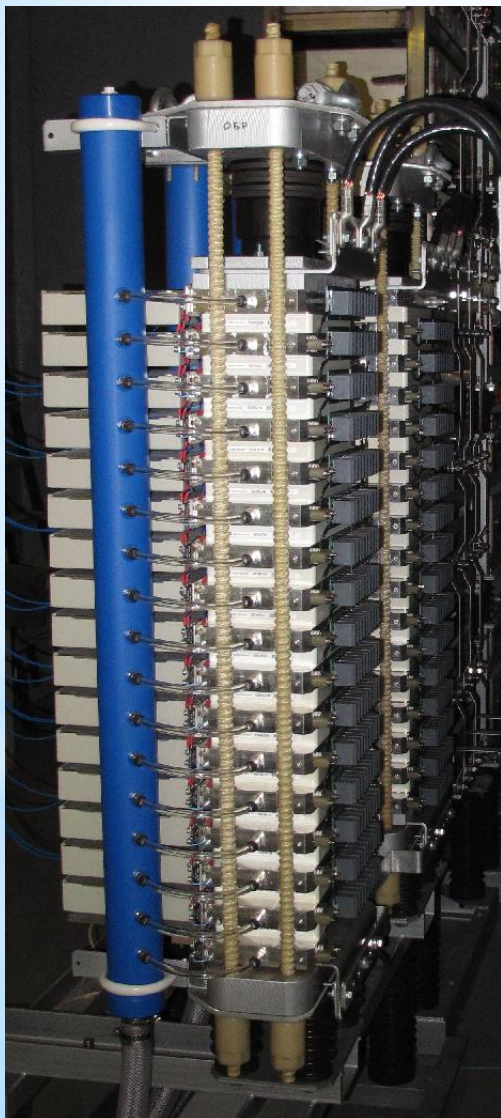
- Эффективное использование *igbt*-приборов
- Оптимальная установленная мощность КБ
- Максимальная скорость обмена энергией между фазами
- Минимальные габариты и площадь
- Простые алгоритмы управления вентилями

Высоковольтный транзисторный вентиль (характеристики параметры)

- Номинальное DC напряжение - 34 кВ
- Испытательное напряжение - 40 кВ
- Номинальный ток 2000 А
- Выключаемый ток 4000 А, 50 Гц
- Выключаемый ток короткого замыкания до 11,5 кА;
- Активное деление напряжения во всех режимах, включая коммутации
- Снижение коммутационных потерь на 15-20% за счёт оптимального активного управления
- Активная защита от КЗ за время < 10 мкс с «мягким» выключением
- Подвесная фиксация в пространстве



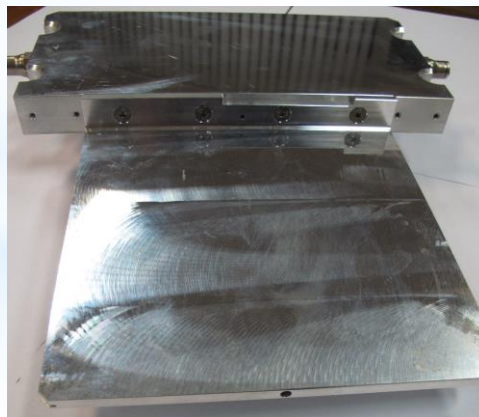
Транзисторный вентиль на *igbt*-приборах



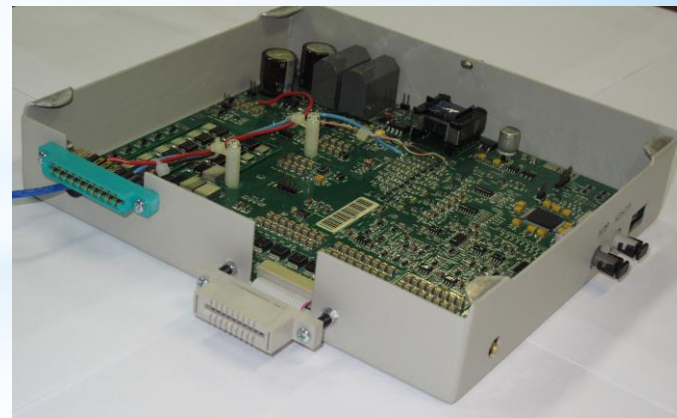
Объём поставки ВПТ

- IGBT-модули stack-pack - 2304 шт.
- Высоковольтных вентиляей - 72 шт.
- Высоковольтные модули - 144 шт.

Охладитель



Драйвер



Основные компоненты и импортозамещение

- **Igbt-модуль типа stack-pack,**
изготовитель АББ ~ 2/3 себестоимости вентиля.
Подготавливается производство в России, напряжение 2,5-3,3- 4,5 кВ,
ток 700-1300-2000 А .
- **Охладитель, 4000 кВт,**
базовый элемент конструкции вентиля, изготовитель Россия
- **Драйверы,** изготовитель Россия, элементная база -90% - импорт
- **Снабберные цепи, конденсаторы** - по импорту, силовые резисторы - есть разработка в России.
- **DC-конденсаторы,** покупка по импорту
- **Оптоэлектроника,** покупка по импорту



Испытания компонентов оборудования преобразователей напряжения

- Диэлектрические испытания высоковольтных модулей
- Импульсные испытания высоковольтных вентиляей
- Функциональные испытания высоковольтных вентиляей
- нагрузочные испытания высоковольтных вентиляей
- Натурные испытания преобразователя напряжения в режиме компенсатора реактивной мощности
- Испытания ячеек вентиля



ВПТ на базе преобразователя тока, что в России осталось

- Своя компонентная база (тиристоры и пр.)
- Опыт 25-30 летней давности нескольких специалистов по системным вопросам оборудования
- Совершенно нет испытательной базы, ни для вентиляей, ни для компонентов вентиляей
- Нет готовой разработки по тиристорному модулю
(известно что и как надо делать)
- Нет готовой разработки по модульному реактору
(известно что и как надо делать)
- Ещё остались специалисты по управлению



Что надо делать

- Ответить на вопросы:
 - Нужен ли России ПТ сейчас или в недалёкой перспективе, лет через 5 ?
 - Кто на это может ответить ?
 - Сколько времени на это надо?
 - При большей затыжки про ПТ в России можно забыть
- Если ответы есть
 - Принять решения по 1-2 проектам на ближайшие 2-3 года
 - Обозначить реальных производителей оборудования
 - Объединить производителей оборудования
 - Восстановить или заново создать испытательную базу;
 - Инвестировать в импортозамещение основных компонентов

