

УДК 621.316.717

В. А. Барский, д-р техн. наук

А. В. Маляр

Международный консорциум «Энергосбережение», г. Харьков, Украина

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ БЕЗРЕДУКТОРНОЙ ГАЗОТУРБИНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 2500 КВТ

Предложены основные технические решения по генератору и полупроводниковому преобразователю частоты для создания безредукторной газотурбинной электростанции мощностью 2500 кВт. Рассмотрены различные варианты преобразовательной части электростанции. Представлены результаты испытаний макетных образцов генератора с пассивным ротором, преобразователя частоты и синусного фильтра.

Ключевые слова: безредукторная газотурбинная электростанция, высокооборотный генератор, полупроводниковый преобразователь.

Запропоновані основні технічні рішення по генератору і напівпровідниковому перетворювачу частоти для створення безредукторної газотурбінної електростанції потужністю 2500 кВт. Розглянуті різні варіанти преобразовательной части електростанції. Представлені результати випробувань макетних зразків генератора з пасивним ротором, перетворювача частоти і синусного фільтру.

Ключові слова: безредукторна газотурбінна електростанція, високооборотний генератор, напівпровідниковий перетворювач.

Введение

В настоящее время актуальна задача повышения надежности, снижения габаритов и стоимости газотурбинных электростанций, работающих на природном газе. Сейчас такие электростанции строятся по следующей схеме: газотурбинный привод через понижающий редуктор вращает синхронный генератор, вырабатывающий электроэнергию. При этом номинальная частота вращения газотурбинных приводов варьируется от 6000 до 14000 об/мин, номинальная частота вращения генераторов – от 1000 до 3000 об/мин. Выпускаемые промышленностью редукторы имеют небольшой ресурс (до 100000 часов) при условии 3-4х капитальных ремонтов за срок службы в заводских условиях. Для их работы необходимы сложные системы смазки. В силу этого стоимости редукторов и их обслуживания оказываются высокими. Также следует отметить, что синхронные генераторы, применяемые в составе электростанций, в силу малого числа оборотов имеют значительные габариты, массу и стоимость, что увеличивает габариты и стоимость электростанций.

Основная часть

Для устранения перечисленных недостатков газотурбинных электростанций МК «Энергосбережение» с 2011 г. совместно с изготовителями электростанций и электрических машин ведет работы по созданию генератора и преобразовательного оборудования для безредукторной электростанции мощностью 2500 кВт с высокооборотным генератором с частотой вращения 12300 об/мин, подключаемым непосредственно к газотурбинному приводу. При этом полупроводниковый преобразователь осуществляет возбуждение генератора и преобразует его напряжение в напряжение промышленной сети 6,3 или 10,5 кВ с частотой 50 Гц.

МК «Энергосбережение» предложил оригинальный высокооборотный генератор с пассивным стальным ротором. При этом в составе ротора отсутствуют обмотки. Активная часть ротора представляет собой деталь, изготовленную из цельного куска стали и напрессованную на вал генератора. Такая конструкция позволяет решить проблемы прочности ротора при больших частотах вращения. Статор генератора изготавливается по классической схеме с размещением в пазах обмоток возбуждения и рабочих обмоток. Возбуждение генератора осуществляется при помощи полупроводникового преобразователя синхронно с частотой вращения ротора.

В качестве преобразовательного оборудования МК «Энергосбережение» были рассмотрены три основных варианта:

- с использованием высоковольтного многоуровневого преобразователя частоты;
- с использованием высоковольтного тиристорного преобразователя частоты с непосредственной связью;
- с использованием низковольтного преобразователя частоты и повышающего трансформатора.

Достоинство схемы с высоковольтным многоуровневым преобразователем частоты – малые габариты и стоимость синусного фильтра. К недостаткам схемы можно отнести следующее:

- значительные габариты преобразователя частоты с многообмоточным трансформатором специального исполнения (оборудование невозможно разместить внутри электростанции);
- высокая стоимость преобразователя частоты;
- сложность конструкции преобразователя частоты и, как следствие, пониженная надежность;
- необходимость разработки и изготовления двух различных преобразователей частоты и многообмоточных трансформаторов (на выходное напряжение 6,3 и 10,5 кВ);

Достоинство схемы с использованием высоковольтного тиристорного преобразователя частоты с непосредственной связью – низкая стоимость преобразователя частоты (за счет применения тиристоров и отсутствия трансформатора). К недостаткам схемы можно отнести следующее:

- значительные габариты непосредственного преобразователя частот;
- сложность конструкции преобразователя частоты и, как следствие, пониженная надежность;
- необходимость разработки и изготовления двух различных преобразователей частоты (на выходное напряжение 6,3 и 10,5кВ);
- наличие в выходном напряжении значительных коммутационных провалов (низкое качество выходного напряжения), что увеличивает габариты и стоимость синусного фильтра;
- сложный алгоритм управления силовыми приборами преобразователя.

Достоинства варианта с использованием низковольтного преобразователя частоты и повышающего трансформатора:

- Небольшие габариты преобразователя частоты;
- низкое рабочее напряжение преобразователя частоты (до 1000 В);
- единый преобразователь частоты для вариантов исполнения электростанции на 6,3 и 10,5 кВ (выходное напряжение обеспечивается повышающим трансформатором);
- простота и надежность преобразователя частоты;
- наличие опыта проектирования и производства мощных преобразователей частоты и фильтров по указанной схеме;

– наличие в производстве отработанных и сертифицированных трехфазных силовых IGBT-сборок SEMISTAK RE ф. «Semikron», широко применяемых в ветроэнергетике для изготовления мощных преобразователей частоты.

Недостатки варианта следующие:

- повышенные габариты и стоимость синусного фильтра;
- необходимость применения повышающего трансформатора с выходным напряжением 6,3 и 10,5 кВ и частотой 50 Гц.

Вариант с использованием низковольтного преобразователя частоты и повышающего трансформатора был принят МК «Энергосбережение» для эскизного проектирования. Структурная схема электростанции, построенной по указанной схеме, представлена на рис. 1. В ходе работ выполнены расчеты, выбраны комплектующие для изготовления выпрямителя, инвертора напряжения, синусного фильтра, выполнена эскизная проработка конструкции электростанции.

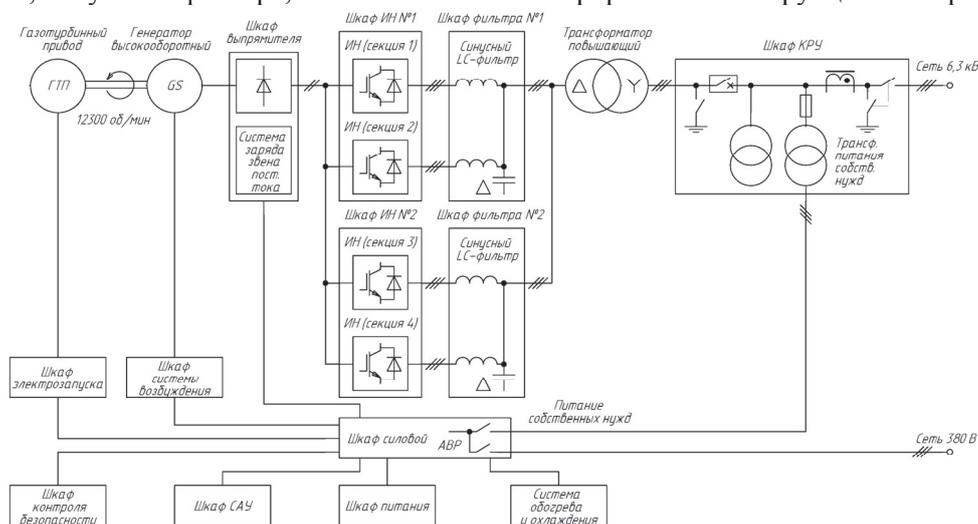


Рис. 1

Для экспериментальной проверки принятых технических решений в МК «Энергосбережение» был изготовлен испытательный стенд. Результаты экспериментов дают основания для перехода от эскизного проектирования генератора и преобразовательного оборудования безредукторной электростанции мощностью 2500 кВт к рабочему проектированию совместно с изготовителями газотурбинных электростанций и электрических машин.

CONVERTER PART OF GEARLESS GAS TURBINE POWER PLANT WITH CAPACITY OF 2500 KW

V. A. Barsky, A.V. Malyar
International consortium «Energoberezhnie», Kharkov, Ukraine

The main technical solutions are offered on the generator and the converter to create a gearless gas turbine power plant with capacity of 2500 kW. Various options for converter part of the power plant are considered. The results of testing the prototypes generator with passive rotor, frequency converter and a sine filter are represented.

Key words: gearless gas turbine power plant, high speed generator, converter