

УДК 621.313

КОНСТРУКЦИИ ГЕНЕРАТОРОВ ВЭУ

Микитич Е.Н.

Научный руководитель – к.т.н. Олешкевич М.М.

Выбор типа генератора является основным вопросом комплектации ветроэнергетических установок. В настоящее время, независимо от мощности и вида крыльчатки, практически всегда в них устанавливают асинхронные генераторы. Для применения на ВЭУ возможны следующие типы генераторов:

- 1) асинхронные генераторы с к.з. ротором;
- 2) синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением;
- 3) асинхронизированный синхронный генератор;
- 4) асинхронные генераторы с фазным ротором;
- 5) синхронные генераторы (СГ) с магнитоэлектрическим возбуждением, т.е. с возбуждением от постоянных магнитов.

АГ с к.з. ротором

Асинхронный генератор проще синхронного по конструкции, дешевле и значительно надежнее, если в качестве асинхронного генератора использовать асинхронную машину с короткозамкнутым ротором. Он позволяет в некоторых пределах регулировать частоту вращения, но нуждается в реактивной мощности для возбуждения и всегда работает с отстающим током. При автономной работе асинхронного генератора должны быть обеспечены условия самовозбуждения. В качестве источника реактивной мощности используется батарея конденсаторов.

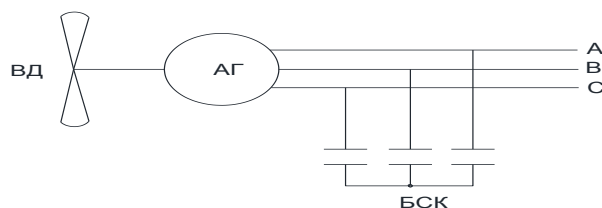


Рис. Принципиальная схема АГ с к.з. ротором при автономной работе.
ВД- ветродвигатель; АГ-асинхронный генератор; БСК- батарея статических конденсаторов.

Преимущества:

- 1) простота и надежность в обслуживании;
- 2) невысокая стоимость;
- 3) имеют сравнительно малые колебания генерируемой мощности, электромагнитного момента и тока при параллельной работе и при переменной скорости ветра и его порывах;
- 4) возможно устанавливать безредукторные установки с хорошими массогабаритными показателями, высоким КПД и возможностью регулировать напряжение и его частоту в широких пределах;

Недостатки:

- 1) необходимость установления редукторов, т.к. используют дешевые тихоходные турбины (с частотой вращения 20-30 об/мин). Поэтому генератор присоединяют через редуктор с высоким коэффициентом преобразования ($K_{ред}=50-70$), что требует дополнительных расходов на установку, обслуживание, ремонт, снижает надежность, является источником механического шума;
- 2) невозможно управлять режимными параметрами, что необходимо при порывистом ветре;
- 3) для работы в автономном режиме необходим автономный источник реактивной мощности;

4) ограничение в промышленном применении из-за искаженной формы выходного напряжения и неудовлетворительных динамических свойств;

СГ с магнитоэлектрическим возбуждением

Синхронные генераторы с магнитоэлектрическим возбуждением с применением современных высокостабильных высококоэрцитивных магнитов из редкоземельных сплавов обладают высокой надёжностью и компактностью. Схема обеспечивает бесконтактное возбуждение (самовозбуждение) генератора и стабилизацию выходного напряжения при переменной частоте вращения и нагрузке.

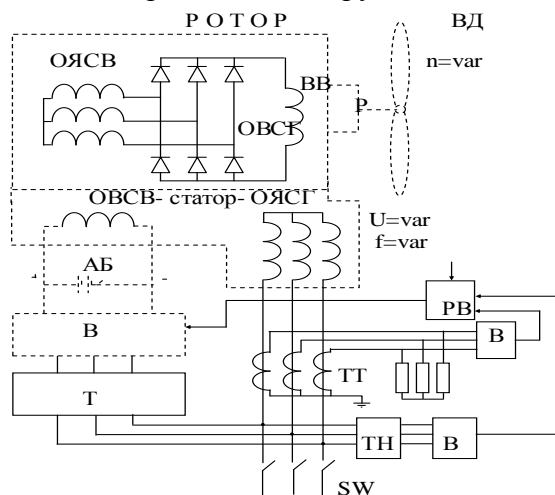


Рис.Схема бесконтактного возбуждения СГ от синхронного возбудителя с вращающимся выпрямителем. ВД-ветродвигатель; Р-редуктор; ОВСГ-обмотка возбуждения СГ; ОЯСВ-обмотка якоря возбудителя; ВВ-вращающийся возбудитель; ОЯСГ-обмотка якоря СГ; ОВСВ-обмотка возбуждения возбудителя; В-выпрямитель; РВ-регулятор возбуждения; ТТ-трансформатор тока; ТН-трансформатор напряжения; АБ-аккумуляторная батарея; SW-автоматический выключатель.

Преимущества:

- 1) исключение скользящего контакта;
- 2) высокая надёжность работы;
- 3) высокое значение КПД;

Недостатки:

- 1) постоянство магнитного потока, невозможность его регулировать;
- 2) высокая стоимость;

АГ с фазным ротором

При переходе генератора в двигательный режим он должен быть отключён от системы или от ветродвигателя. В последнем случае ветроустановка должна иметь между ветродвигателем и генератором электромагнитную или механическую муфту. При её отключении генератор переходит в двигательный режим без нагрузки. При использовании асинхронного генератора с фазным ротором эту задачу можно выполнить размыканием цепи ротора и переводом в режим холостого хода с разомкнутым ротором.

Преимущества:

- 1) Возможно использовать в автономных системах в сочетании с другими машинами;
- 2) простота и надёжность в обслуживании;
- 3) имеют сравнительно малые колебания генерируемой мощности, электромагнитного момента и тока при параллельной работе, при переменной скорости ветра и его порывах;

Недостатки:

- 1) необходимость установления редукторов, т.к. используют дешёвые тихоходные турбины (с частотой вращения 20- 30 об/мин). Необходим редуктор с высоким коэффициентом преобразования ($K_{ред}=50-70$), что требует дополнительных расходов на установку, обслуживание, ремонт, снижает надёжность, является источником механического шума;

- 2) невозможно управлять режимными параметрами, что бывает необходимо при порывистом ветре;
- 3) в автономном режиме необходим автономный источник реактивной мощности;
- 4) ограничение в промышленном применении из-за искаженной формы выходного напряжения и неудовлетворительных динамических свойств;
- 5) наличие скользящего контакта, что снижает надежность;

СГ с электромагнитным возбуждением

Нецелесообразно применение синхронных генераторов с возбудителями постоянного тока из-за низкой надежности коллекторной машины постоянного тока. Перспективны схемы с бесконтактным электромагнитным возбуждением и с магнитоэлектрическим возбуждением с использованием современных высококоэрцитивных постоянных магнитов из редкоземельных элементов.

Преимущества:

- 1) возможность управления реактивной мощностью с генераторной стороны;

Недостатки:

- 1) выше стоимость, сложнее конструкция, ниже надежность, чем у АМ;
- 2) наличие скользящего контакта и необходимость источника постоянного тока для обмотки возбуждения;
- 3) жесткая зависимость частоты ЭДС от скорости вращения. Это ограничивает, а в регионах с резкими порывами ветра делает невозможным, использование СГ для прямого включения в сеть без ППЧ;

Асинхронизированный синхронный генератор -это неявнополюсная бесколлекторная машина переменного тока, например, асинхронная машина с фазным ротором с 3-фазными обмотками на статоре и роторе.

Асинхронизированная машина может работать с переменной частотой вращения в синхронном или асинхронном режиме, в режиме недовозбуждения или перевозбуждения, так как ротор питается от постороннего источника – возбудителя.

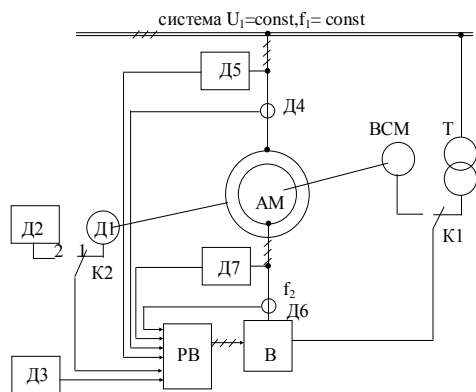


Рис.
Асинхронизированная
синхронная машина

В-возбудитель; ВСМ-вспомогательная синхронная машина; Т-трансформатор; РВ-регулятор возбуждения; Д1-датчик углового положения ротора; Д2-датчик независимой частоты; Д3-датчик тригонометрических функций угла вектора напряжения системы; Д4,Д5,Д6,Д7-датчики токов и напряжений статора и ротора.

Преимущества:

1) Возможно использовать в автономных системах в сочетании с другими машинами. Возможно каскадное соединение с АГ или соединение с АГ и ДПТ с параллельным возбуждением;

2) Большая устойчивость;

Недостатки:

1) наличие на роторе скользящего кон- такта для подвода напряжения к обмотке возбуждения ротора и необходимость в преобразователе частоты для регулирования напряжения возбуждения;

2) при отклонении скорости от синхронной требуется значительное увеличение реактивной мощности и напряжения в обмотке возбуждения;

Выводы.

Многие страны последние 20-25 лет уделяют особое внимание развитию нетрадиционных способов получения энергии, и в частности, использованию энергии ветра. Расширение использования ВЭУ может идти в направлениях:

–обеспечение электроэнергией различных малых объектов (25-100кВт).

–обеспечение совместной работы с существующими энергосистемами традиционной энергетики (3-15 МВт).

–снабжение электроэнергией промыслов нефтегазовой отрасли, удаленных от центральных систем энергоснабжения (передвижные и стационарные ВЭУ мощностью 100- 1000 кВт.)

Классические по конструкции СГ с электромагнитным возбуждением устанавливаются на установках либо малой, либо очень большой мощности. Технология изготовления и опыт расчета таких машин позволяет регулировать напряжение в широких пределах за счет изменения тока возбуждения.

У СГ существует жесткая зависимость частоты генерируемой ЭДС от скорости вала. Если ветер нестабилен, то в генераторе появляются высокие значения переменных составляющих в режимных параметрах, ухудшается работа таких генераторов параллельно с сетью. Это ограничивает, а в регионах с резкими порывами ветра делает невозможным, использование СГ для прямого включения в сеть. При такой работе между генератором и сетью устанавливают полупроводниковый преобразователь частоты.

Асинхронизированные синхронные генераторы (АСГ) находятся скорее в стадии разработки, чем в стадии промышленного применения. У АСГ к симметричному в магнитном отношении ротору, через три кольца, к трехфазной (иногда, двухфазной) обмотке возбуждения подводят напряжение, величина и фаза которого изменяется пропорционально скольжению. Регулирование напряжения возбуждения осуществляется за счет преобразователя частоты.

Установлено, что в автономных электрических сетях, при использовании ВЭУ мощностью до 200 кВт, рекомендуется применение синхронных генераторов (СГ) с постоянными магнитами (СГПМ), которые имеют преимущества по надежности, экономическим показателям и КПД.

Литература.

1. Нетрадиционные источники энергии : учеб.-метод. пособие для студентов высших учебных заведений специальности 1 43-01 03 «Электроснабжение»/ М.М. Олешкевич.– Минск:БНТУ,2007.– 144с.

2 Сидельников Б.В. Современное состояние и сравнительный анализ конструктивных схем ветрогенераторов. // Вестник Щецинского технического университета, Польша, 2001.

3. Ass Ext., Hall D. Renewable Energy. Power for a Sustainable Future. // Oxford Unit. Press, 1996