

WAYS OF ACCESSION OF WIND POWER PLANT TO ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Averyanov D.A.¹, Golovin E.V.², Zuev A.I.³ (Russian Federation)

Email: Averyanov54@scientifictext.ru

¹Averyanov Danila Andreevich – Student;

²Golovin Evgeny Viktorovich – Student;

³Zuev Alexander Igorevich – Student,

DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER SYSTEMS,
MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE,
MOSCOW

Abstract: *n* article ways of accession of wind power plant to electrical power systems are considered. Types of wind power installations are considered. The wind power plant is several wind power installations, collected in one or several places and united in uniform network. Large wind power stations can consist of 100 and more wind generators. Wind power installation represents the complex of the interconnected equipment and constructions intended for transformation of wind power to other types of energy (electric, mechanical, thermal, etc.).

Keywords: wind power plant, types of accessions of wind power plant to electrical power systems.

СПОСОБЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЕТРЯНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ К ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Аверьянов Д.А.¹, Головин Е.В.², Зуев А.И.³ (Российская Федерация)

¹Аверьянов Данила Андреевич – студент;

²Головин Евгений Викторович – студент;

³Зуев Александр Игоревич – студент,

кафедра электроэнергетических систем,
Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт,
г. Москва

Аннотация: в статье рассмотрены способы присоединения ветряной электростанции к электроэнергетическим системам. Рассмотрены виды ветроэнергетических установок. Ветряная электростанция — это несколько ветроэнергетических установок, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть. Крупные ветровые электростанции могут состоять из 100 и более ветрогенераторов. Ветроэнергетическая установка представляет собой комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенный для преобразования энергии ветра в другие виды энергии (электрическую, механическую, тепловую и т. п.).

Ключевые слова: ветряная электростанция, виды присоединений ветряной электростанции к электроэнергетическим системам.

Для ВЭУ с турбиной постоянной скорости, характерно оснащение асинхронным генератором с короткозамкнутым или фазным ротором. Это позволяет достичь максимальной эффективности при определенной скорости ветра. Кроме того, возможно применение синхронного генератора, тогда ВЭУ подключается к сети через синхронизирующее устройство (рис. 1). В этом случае каждый генератор может подключаться к ЭЭС независимо от других. Недостатком такой схемы является необходимость постоянной синхронизации и недовыработка ЭЭ, обусловленная постоянной частотой вращения ветровой турбины.

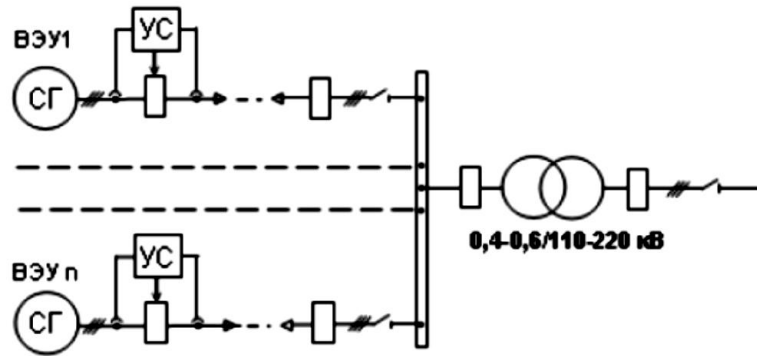


Рис. 1. ВП на базе ВЭУ с синхронными генераторами

При использовании асинхронного генератора синхронизирующие устройства исключаются, но требуется установка компенсирующих устройств, либо оплата за потребление реактивной мощности из ЭЭС сетевой компании. Для мягкого соединения с сетью ВЭУ оснащается устройством плавного пуска (рис 2).

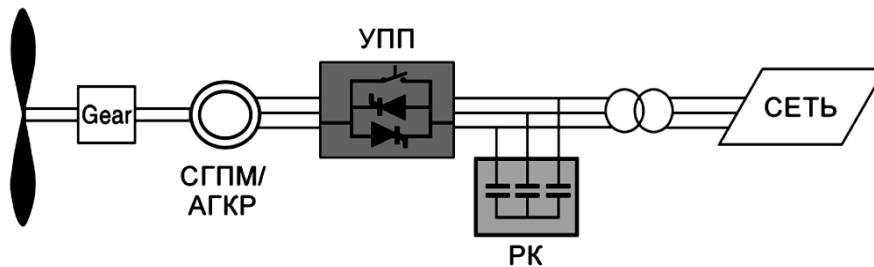


Рис. 2. ВЭУ с постоянной скоростью вращения генератора

В данной конфигурации используется асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором (АГКР) [1], который подключается непосредственно к сети через трансформатор.

Основными недостатками этой концепции являются: не поддержание ВЭУ какого-либо контроля скорости, требуется подключение к негибкой сети, и конструкция ВЭУ должна выдерживать высокие механические нагрузки.

Если ВЭУ имеют непостоянную частоту вращения ротора, то присоединение к сети происходит через инвертор. Инвертор контролирует скорость генератора. Соответственно скачки мощности, связанные с изменением скорости ветра, поглощаются в основном путем изменения скорости ротора.

1) ВЭУ с ограниченной переменной скоростью с изменяемым сопротивлением ротора.

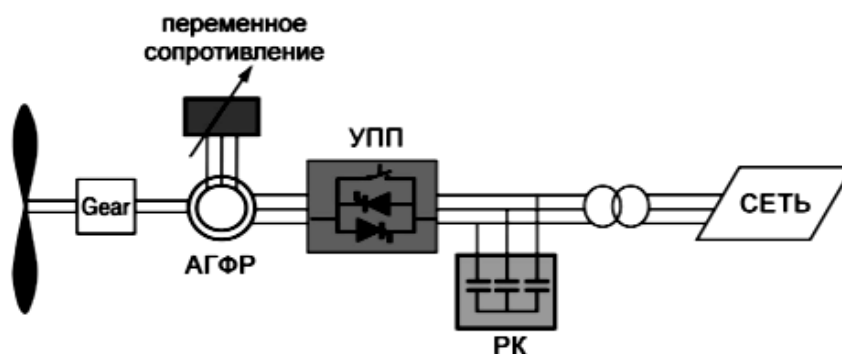


Рис. 3. ВЭУ с ограниченной переменной скоростью с переменным значением сопротивления генератора ротора

В основе данной концепции лежит идея использования асинхронного генератора с фазным ротором (АГФР) с переменным дополнительным сопротивлением, которое контролируется и изменяется динамически при помощи силовой электроники.

Это позволяет управлять скольжением и мощностью на выходе генератора. Эта функция позволяет выбрать оптимальное значение скольжения в результате небольших колебаний крутящего момента трансмиссии и выхода мощности.

Система переменного скольжения является очень простым, надежным и экономически эффективным способом добиться снижения механической нагрузки по сравнению с более сложными решениями на основе использования инверторов полного преобразования для ВЭУ с переменной скоростью.

Данный тип ВЭУ требует использования устройства плавного пуска, чтобы уменьшить пусковой ток и реактивную мощность компенсатора, т.е. уменьшить (устранить) потребность генератора в реактивной мощности из сети. Преимуществом данной концепции является простая электрическая схема и улучшенный диапазон рабочих скоростей. В некоторой степени это позволяет уменьшить механические нагрузки и колебания мощности, вызываемые порывами ветра. Тем не менее, все еще требуется использование компенсирующей реактивную мощность устройства.

К недостаткам можно отнести:

- диапазон скоростей ограничен, так как он зависит от величины запаса переменного сопротивления ротора;
- плохой контроль активной и реактивной мощности;
- коэффициент скольжения может частично неправильно определен из-за рассеяния части мощности в переменном сопротивлении.

2) ВЭУ с ограниченной переменной скоростью с неполным частотным преобразователем. В данной конфигурации ВЭУ используется асинхронный генератор двойного питания (АГДП) [2], который соответствует ВЭУ ограниченно-переменной скорости с асинхронным генератором с фазным ротором и частично управляющим частотным преобразователем в цепи ротора (мощностью около 30% от номинальной мощности генератора) (принципиальная схема представлена на рисунке 4).



Рис. 4. ВЭУ с ограниченной переменной скоростью с неполным частотным преобразователем

Этот тип ВЭУ не нуждается ни в системе плавного пуска, ни в компенсаторе реактивной мощности, так как частично управляющий частотный преобразователь может выполнять роль компенсации реактивной мощности и осуществлять плавный пуск.

Данный тип имеет более широкий диапазон динамического контроля скорости, в зависимости от выбранного частотного преобразователя. Как правило, диапазон скоростей составляет от -40% до $+30\%$ от синхронной скорости. Малый частотный преобразователь дает хороший экономический эффект.

Основные недостатки заключаются в необходимости дополнительной защиты в случае неисправности сети и использование контактных колец для соединения с ротором.

3) ВЭУ с переменной скоростью с полным частотным преобразователем. Здесь наличие полного частотного преобразователя подразумевает дополнительные потери в преобразовании энергии, но это может быть компенсировано дополнительными техническими характеристиками. Преобразователь частоты позволяет контролировать передачу активной и реактивной мощности и более гибко подсоединяться к сети (рис. 5). Здесь возбуждение генератора может осуществляться электрически (в случае использования АГФР) или с помощью постоянных магнитов (в случае использования синхронных генераторов на постоянных магнитах (СГПМ)) [3].

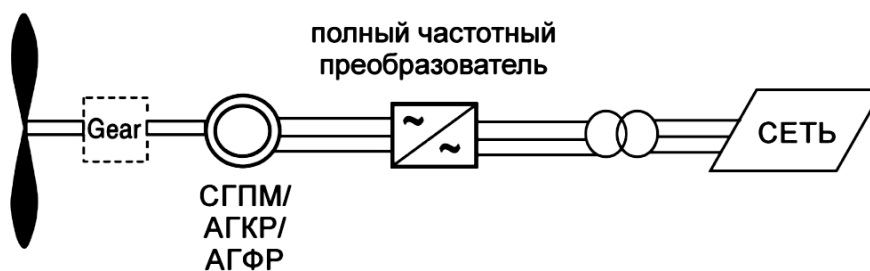


Рис. 5. ВЭУ с переменной скоростью с полным частотным преобразователем

Некоторые ВЭУ данного типа не имеют редуктора, в этих случаях используется прямой привод с многополюсным генератором большого диаметра.

Список литературы / References

1. *Hansen L.H., Helle L., Blaabjerg F.et al.* (2001) Conceptual survey of generators and power electronics for wind turbines. Risø-R-1205(EN), Risø National Laboratory, Denmark.
2. *Leonhard W.* (1980) Control of Electrical Drives, Springer, Stuttgart.
3. *Alatalo M.* (1996) Permanent magnet machines with air gap windings and integrated teeth windings. Technical report 288, Chalmers University of Technology, Sweden.