

Особенности построения схем электрических соединений на ветроэнергетических станциях

М.И. Зырянов

Казанский государственный энергетический университет

Важным вопросом интеграции ветроэнергетических станций (ВЭС) в электроэнергетическую систему является оптимизация схемных решений электрической части ВЭС. В предыдущих работах были оценены эксплуатационные показатели ВЭС на базе современных крупных ветроэнергетических установок (ВЭУ) для территории Республики Татарстан. Определено, что экономическая эффективность ВЭС может обеспечиваться путем эксплуатации ВЭУ с переменной частотой вращения с низкими номинальными скоростями (например DeWind D-6 с начальной скоростью 2,5 м/с, номинальной скоростью 11,5 м/с, скоростью отключения 23 м/с и номинальной мощностью = 1000 кВт, высотой башни 91,5 м).

На современном этапе развития ветроэнергетики можно выделить три основных типа ВЭУ получивших распространение: ВЭУ с постоянной частотой вращения ветроколеса (ВЭУ постоянной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в узких пределах (ВЭУ полу - переменной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в широких пределах (ВЭУ переменной скорости). Каждому типу ВЭУ соответствует определенный тип электрического генератора. Так на ВЭУ постоянной скорости используются асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором, на ВЭУ полу – переменной скорости используются асинхронизированные синхронные генераторы и генераторы с изменяемым сопротивлением обмотки ротора с технологией OptiSlip, ВЭУ переменной скорости применяются кольцевые синхронные генераторы совместно с преобразователем по схеме переменная частота, переменное напряжение – стабилизированное напряжение, фиксированная частота.

Существует две принципиально различные концепции в построении схем электрических соединений генераторов ВЭУ на ВЭС - на переменном и постоянном (выпрямленном) токе. Если ВЭС строится на базе ВЭУ с генераторами следующих типов: асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором, асинхронные генераторы с технологией OptiSlip, асинхронизированные синхронные генераторы, то существует возможность построения схем соединения ВЭС на переменном токе, для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой. В случае прибрежных ВЭС, когда ветропарки удалены на достаточное расстояние от берега и потери в кабелях переменного тока достигают значительных величин рассматриваются варианты построения схем ВЭС на постоянном токе. В случае применения на ВЭС синхронных генераторов кольцевого типа существует возможность построения схем соединения ВЭС, так называемого кластерного типа, отличающихся тем, что несколько генераторов соединяются между собой на генераторном напряжении, затем устанавливается преобразователь переменного тока переменной частоты в переменный ток фиксированной частоты со стабилизацией напряжения и повышающий трансформатор для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой.

Для пунктов Республики Татарстан были проанализированы различные варианты электрических схем ВЭС, построенных на переменном токе, произведены оптимизационные электротехнические расчеты по выявлению наиболее рациональных схем соединения. Оценены потери энергии для различных вариантов схем. Произведено технико-экономическое сравнение различных вариантов схем с учетом факторов надежности.

Проведенные исследования схемных решений электрической части ВЭС доказали нецелесообразность сооружения на ВЭС РУ на пониженном напряжении 0,69 кВ.

Дальнейшие исследования будут направлены на обоснование применения постоянного тока для прибрежных ВЭС, которые можно разместить в перспективном и малоисследованном районе Куйбышевского водохранилища, а также применению кластерных схем с использованием синхронных генераторов кольцевого типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grauers A., Lindskog A. Pm generator with series compensated diode rectifier// 2000 IEEE Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics (NOR-pie/2000), Aalborg, Denmark, 13-16 June, 2000. p. 59-63.
2. Hansen L. H., Helle L., Blaabjerg F., Ritchie E., Munk-Nielsen S., Bindner H., Sorensen P., Bak-Jensen B. Conceptual survey of generators and power electronics for wind turbines. Technical Report Riso-R-1205(EN), Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark, December 2001. ISBN 87-550-2743-8.