

точности и стабильности моделирования требуется тщательная настройка параметров алгоритма и имитационных моделей. Для реализации алгоритма Доммеля в комплексе с системами мониторинга в реальном времени приведенные выше формулы программируются в программном обеспечении, и модели энергосистемы разрабатываются с использованием соответствующих математических представлений. Программное обеспечение для моделирования должно быть способно работать в режиме реального времени и взаимодействовать с системой в реальном времени. Он также должен предоставлять пользовательский интерфейс для настройки моделирования и отображения результатов.

Реализация алгоритма Доммеля в комплексе моделирования требует тщательного рассмотрения точности, стабильности и вычислительной эффективности алгоритма. При правильной реализации и настройке алгоритм Доммеля может стать мощным инструментом для тестирования и проверки проектов энергосистем, стратегий управления и систем защиты.

Литература

1. Dommel H. W. Digital computer solution of electromagnetic transients in single-and multiphase networks // IEEE transactions on power apparatus and systems. – 1969. – №. 4. – С. 388-399.
2. Lian K. L., Lehn P. W. Real-time simulation of voltage source converters based on time average method // IEEE Transactions on Power Systems. – 2005. – Т. 20. – №. 1. – С. 110-118.
3. Славутский А. Л. Применение алгоритма Доммеля для расчета переходных процессов в электрических цепях с нелинейными элементами // Региональная энергетика и электротехника. Проблемы и решения. Сборник научных трудов. Выпуск VIII. – Чебоксары: изд-во Чуваш. Унт-та. – 2012. – С. 57-65.

ОБЗОР ТОПОЛОГИИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Кузнецов Д.М.

Научный руководитель ассистент А.Б. Аскарков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Солнечная фотоэлектрическая электростанция (ФЭС) – это электростанция, которая преобразует солнечную энергию в электричество с помощью фотоэлектрического эффекта (выбивание электронов из атомов и молекул вещества под действием света). Этот эффект возникает, когда фотоны солнечного света сталкиваются с материалом панели и вытесняют электрон, который генерирует постоянный ток. [2]

Используют три типа солнечных ФЭС:

Автономные схемы подключения солнечных электростанций;

Системы ФЭС, работающие параллельно с сетью;

Гибридные фотоэлектрические электростанции;

Автономные фотоэлектрические системы обычно включают в себя солнечные панели, аккумуляторные батареи (АКБ), контроллер заряда (для защиты от электрической перегрузки, перенапряжения), инвертор.

В схеме автономной ФЭС, солнечная энергия используется для индивидуальных домов, промышленных установок или небольших сообществ. Электричество, вырабатываемое солнечными панелями, передается через электронный контроллер к аккумуляторным батареям, которые накапливают энергию. Постоянный ток батареи преобразуется в переменный с помощью инвертора. Потребители используют энергию от этих батарей. [5]

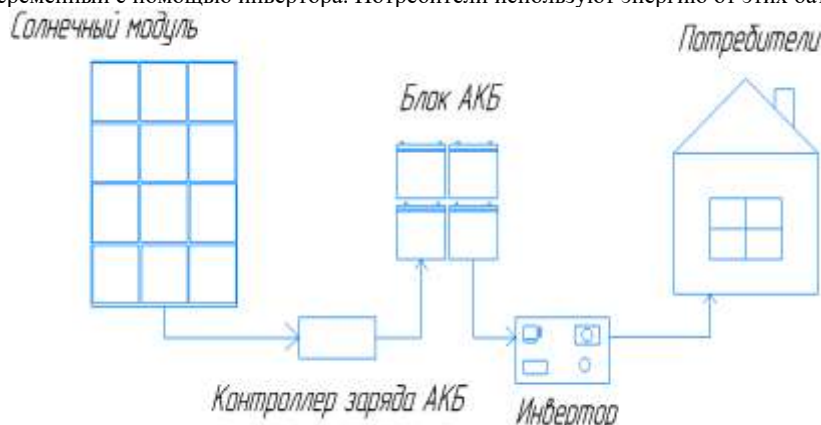


Рис. 1. Схема Автономной ФЭС

Основной недостаток автономных ФЭС – это потеря излишней энергии при малых нагрузках. В большинстве автономных ФЭС, при полной зарядке аккумуляторов, батарея попросту отключается. Избыток энергии можно использовать для нагрева воды или воздуха, что является не большим улучшением, но проблема не решена полностью. [5]

Большой недостаток автономных ФЭС, использование аккумуляторных батарей, работающих в циклическом режиме. Количество рабочих циклов кислотной свинцовой АКБ - 300, это требует их частой замены. Более долговечные аккумуляторные батареи, например, никель-кадмиевые - 900 циклов или литий-ионные - 600 циклов, требуют значительно больших затрат на разработку такой системы. [1]

Аккумуляторы также всегда имеют эффективный срок службы. Эффективность процессов заряда-разряда, падает по мере использования аккумуляторов и в процессе их старения.

В состав **сетевой** ФЭС, кроме солнечных батарей (СБ), обычно входят:

Сетевые инверторы;

Система мониторинга;

Трансформатор;

Собственные потребители электроэнергии (промышленные или бытовые электроприборы).

Сетевые ФЭС по способу проектирования подразделяются на 2 вида:

Без аккумуляторных батарей.

С аккумуляторными батареями.

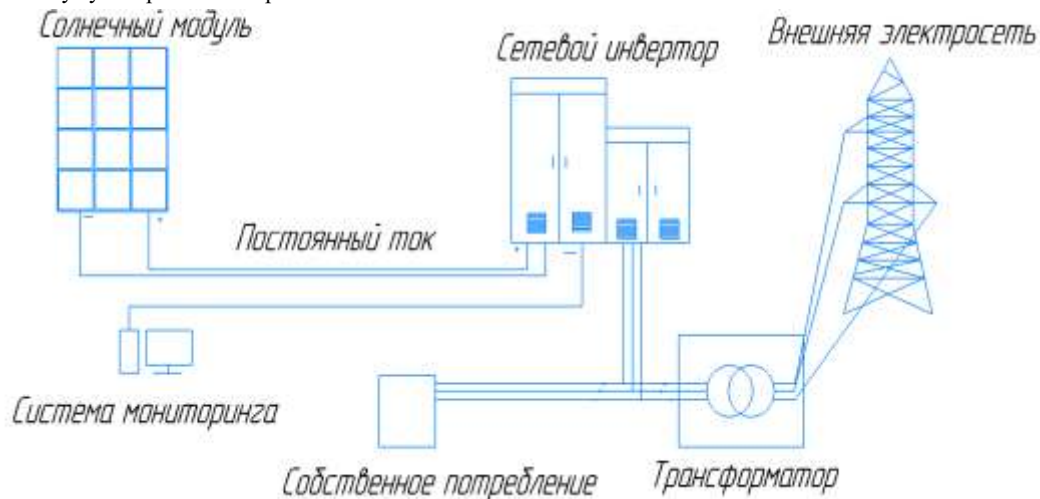


Рис. 2. Схема сетевой без АКБ ФЭС

Для эффективной работы фотоэлектрической системы, подключенной к сети с аккумулятором, необходимо использовать автономный (батарейный) инвертор. Существует три способа построения такой системы:

1. Аккумуляторы заряжаются от солнечных батарей через контроллер заряда. После полной зарядки аккумулятора энергия идет в нагрузку или сеть.

2. Солнечные батареи питают нагрузку через сетевой инвертор, излишки энергии заряжают АКБ, после полной зарядки, энергия идет в сеть.

3. СБ питают нагрузку, если потребление сети меньше генерируемой энергии, энергия заряжает батареи, излишки идут в сеть.

Гибридные ФЭС являются комбинацией двух первых вариантов. Также в таких системах могут использоваться дизельные генераторы, как дополнительные резервные источники питания. Применение гибридных ФЭС оправдано для объектов, для которых необходимо бесперебойное электроснабжение. В гибридных ФЭС применяются источники бесперебойного питания (ИБП), либо гибридные инверторы (ГИ). В случае использования ИБП, при пропадании мощности общей сети ФЭС переходит на электропитание от АКБ, а возвращается обратно к электропитанию от сети, как только мощность в ней восстанавливается. Аккумуляторная батарея может заряжаться как от общей электросети, так и от солнечных батарей. В случае использования гибридного инвертора источником электроэнергии является аккумуляторная батарея, при этом, если мощность аккумуляторной батареи недостаточна для потребителей, то недостающая мощность добавляется со стороны сети. [1]

В докладе я рассмотрел топологии подключения солнечных электростанций в электрические сети. Изучил схемы подключения автономной фотоэлектрической системы, сетевой ФЭС и ее разновидности, а также гибридной схемы подключения. Рассмотрел все элементы, которые входят в схему и за что они отвечают.

Литература

1. Горбунова Т. Ю., Позаченюк Е. А. Оценка ландшафтного потенциала юго-восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики-солнечной и ветровой. – 2020.
2. Кирпичникова И. М., Соломин Е. В. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие к практическим занятиям // Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2009.–50 с. – 2009.
3. Контроллеры WATTrouter. URL: <http://wattrouter.ru/wattrouter/what.html> (дата обращения: 03.12.2015).
4. Многослойные солнечные панели Semprius. URL: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/news/51820/doc/69407/> (дата обращения: 09.12.2015).
5. Солнечная энергетика России: перспективы и проблемы развития. URL: <http://gisee.ru/articles/solar-energy/24510/> (дата обращения: 01.12.2015).
6. Тест солнечных контроллеров премиум-класса. URL: <http://www.invertor.ru/mppt.php> (дата обращения: 10.11.2015).