

Лекция 13

Хранение солнечной энергии и фотоэлектрическая метрология

Современные технологии солнечной энергетики предлагают возможность эффективно преобразовывать солнечный свет в электрическую энергию. Однако одна из главных проблем заключается в том, что производство солнечной энергии зависит от погодных условий и времени суток. Чтобы решить эту проблему и обеспечить стабильное энергоснабжение, разрабатываются методы хранения солнечной энергии. Помимо этого, важную роль играет фотоэлектрическая метрология, которая позволяет точно измерять параметры солнечных элементов и модулей для их эффективного использования.

1. Хранение солнечной энергии

Энергия солнца поступает на Землю неравномерно. В дневное время солнечные панели вырабатывают энергию, но в ночное время и в условиях плохой погоды они не функционируют на полную мощность. Для обеспечения постоянного энергоснабжения разрабатываются различные технологии накопления энергии, полученной от солнечных модулей.

1.1. Технологии хранения солнечной энергии

1. Электрохимические батареи. Это наиболее распространенный способ накопления энергии, при котором используются аккумуляторные батареи, такие как литий-ионные, свинцово-кислотные или никель-металлгидридные.

- Литий-ионные батареи широко используются благодаря своей высокой плотности энергии и длительному сроку службы. Они могут эффективно хранить большие объемы энергии и быстро разряжаться при необходимости.

- Свинцово-кислотные батареи дешевле, но имеют меньшую плотность энергии и более короткий срок службы. Они используются в небольших установках, где требуется недолговременное накопление энергии.

2. Гидроаккумулирующие станции (ГАЭС). В этой системе вода перекачивается на верхний резервуар, когда энергия производится в избытке. Когда возникает потребность в энергии, вода спускается обратно в нижний резервуар, вращая турбины и вырабатывая электричество. Это эффективный метод накопления больших объемов энергии на длительное время.

3. Тепловые накопители. Такие системы сохраняют избыточную солнечную энергию в виде тепла, используя материалы с высокой теплоемкостью, такие как расплавленные соли. В ночное время или в пасмурную погоду накопленное тепло используется для производства электроэнергии через тепловые электростанции.

4. Водородные топливные элементы. Преобразование солнечной энергии в водород с последующим его использованием в топливных элементах – это перспективная технология. Водород можно хранить в больших объемах и использовать как альтернативное топливо.

1.2. Преимущества и недостатки

- Преимущества:

- Повышение надежности энергоснабжения.

- Возможность стабилизации энергосистемы.
- Уменьшение зависимости от погодных условий и времени суток.
- Недостатки:
 - Высокая стоимость систем хранения.
 - Ограниченный срок службы некоторых батарей.
 - Потери энергии при преобразовании и хранении.

2. Фотоэлектрическая метрология

Фотоэлектрическая метрология занимается измерением параметров солнечных модулей и элементов. Это важная часть технологии, поскольку она обеспечивает точные данные для оценки производительности и эффективности систем, а также их долговечности. Метрология играет ключевую роль на всех этапах разработки, производства и эксплуатации солнечных панелей.

2.1. Основные измеряемые параметры

1. Коэффициент полезного действия (КПД). Этот параметр показывает, сколько солнечной энергии преобразуется в электричество. КПД рассчитывается как отношение выходной мощности модуля к количеству падающей солнечной энергии.

2. Ток короткого замыкания (I_{sc}). Это максимальный ток, который может производить солнечная панель при отсутствии внешнего сопротивления. Этот параметр измеряется для оценки потенциальной мощности модуля.

3. Напряжение холостого хода (V_{oc}). Это максимальное напряжение, которое может выдавать солнечная панель, когда она не подключена к нагрузке.

4. Максимальная мощность (P_{max}). Это наибольшая мощность, которую солнечный модуль может выдавать при оптимальных условиях (так называемой "точке максимальной мощности").

5. Температурный коэффициент. Этот параметр измеряет, как изменяется производительность модуля при изменении температуры. Понимание температурного коэффициента важно для оценки поведения модулей в различных климатических условиях.

6. Кривая I-V (ток-напряжение). Это графическое отображение зависимости тока от напряжения. Кривая I-V позволяет определить, как меняется мощность модуля в зависимости от освещенности и температуры.

2.2. Методы измерений

1. Симуляторы солнечного света. Это лабораторные устройства, которые имитируют солнечное излучение с целью проверки характеристик солнечных модулей. Такие симуляторы позволяют проводить испытания в контролируемых условиях и оценивать параметры модулей в зависимости от освещенности.

2. Тестирование на открытом воздухе. Этот метод предполагает измерение параметров солнечных модулей при естественных условиях солнечного освещения. Он позволяет получить реальные данные о производительности панелей в различных погодных условиях.

3. Электролюминесценция. Этот метод применяется для выявления дефектов в солнечных модулях. Когда через панель пропускается электрический ток, дефектные элементы излучают свет с различной интенсивностью, что позволяет выявить неисправности и низкую производительность отдельных ячеек.

2.3. Значение метрологии для оптимизации систем

Фотоэлектрическая метрология необходима не только для оценки отдельных модулей, но и для оптимизации работы всей солнечной установки. Систематические измерения позволяют:

- Определить реальные потери энергии в системе.
- Оптимизировать угол наклона и ориентацию модулей для максимального захвата солнечного света.
- Выявить потенциальные проблемы с модулями на ранних этапах эксплуатации.
- Оценить влияние различных климатических факторов на производительность модулей.

3. Примеры применения

- Хранение энергии в домохозяйствах. Многие современные солнечные установки включают аккумуляторные системы хранения, которые позволяют пользователям накапливать излишки электроэнергии для использования в ночное время или в периоды низкой выработки.
- Промышленные солнечные фермы. В крупных солнечных электростанциях используются различные методы хранения энергии для стабилизации подачи энергии в сеть и минимизации пиковых нагрузок.
- Фотоэлектрическая метрология в производстве. На этапах производства солнечных панелей метрологические методы позволяют выявить дефекты на ранних стадиях, что улучшает качество конечного продукта и снижает потери энергии при эксплуатации.

Заключение

Хранение солнечной энергии и фотоэлектрическая метрология — это ключевые компоненты развития солнечной энергетики. Технологии хранения позволяют преодолеть естественные ограничения использования солнечной энергии, обеспечивая её доступность в любое время суток. В то же время метрология играет важнейшую роль в контроле качества и производительности солнечных систем. В совокупности эти направления позволяют повысить эффективность и надежность солнечной энергетики, делая её более конкурентоспособной и доступной для массового применения.

Литература:

1. Mertens, K. (2018). *Photovoltaics: Fundamentals, Technology and Practice*. John Wiley & Sons.
2. Green, M.A. (2020). *Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications*.
3. Chapman, D. (2017). *Energy Storage: Systems and Applications*.