

## Лекция 10

### Влияние технологий солнечных батарей на экологию.

Каждый год энергетический сектор выбрасывает в атмосферу тонны газов, и неудивительно, что очень большая их часть приходится на основные загрязнители воздуха, такие как двуокись серы, закись азота и твердые частицы.

Большая часть этих выбросов происходит при сжигании ископаемого топлива для выработки электроэнергии, но они также происходят в процессе переработки и транспортировки.

Количество загрязняющих веществ в воздухе неуклонно увеличивается с каждым годом.

Некоторые из неблагоприятных воздействий загрязнения воздуха на экосистемы:

- снижение биоразнообразия;
- снижение урожайности;
- ухудшение здоровья лесов из-за кислотных дождей;
- эвтрофикация водоемов.

Загрязнение воздуха так или иначе наносит вред всем живым организмам на Земле. К счастью, благодаря совершенствованию технологий мы можем покрывать наши потребности в энергии из гораздо менее загрязняющих источников.

Солнечная энергия вполне способна производить электричество с почти нулевыми выбросами, связанными с этим процессом.

Некоторые выбросы, связанные с солнечной промышленностью, происходят на других этапах жизненного цикла солнечной энергии, таких как производство или транспортировка топлива и сырья.

Но с ростом популярности солнечных технологий появляются новые инициативы по минимизации этих выбросов, поскольку они требуют создания более строгих правил для поддержания низкого уровня воздействия отрасли на окружающую среду.

Увеличивая долю солнечной энергии в общем производстве энергии, можно избежать большого количества загрязнителей воздуха.

Производство солнечной энергии помогает смягчить последствия изменения климата

Выработка электроэнергии с помощью солнечных батарей не приводит к выбросу парниковых газов. Некоторое количество парниковых газов выбрасывается при изготовлении и монтаже солнечной системы, но это

количество все же как минимум в десять раз ниже, чем выбросы стандартной угольной электростанции.

В некоторых источниках даже упоминается, что повышение эффективности солнечной технологии приведет к дальнейшему снижению общего количества выбросов. Это резко контрастирует с ископаемым топливом, на долю которого в настоящее время приходится 75 процентов всех выбросов углекислого газа во всем мире.

Несмотря на то, что углекислый газ естественным образом присутствует в атмосфере, наш энергетический сектор изменил его естественную концентрацию со времен промышленной революции до такой степени, что наша планета не может поддерживать этот повышенный уровень без таких последствий, как глобальное потепление.

Солнечная энергия обладает большим потенциалом для смягчения воздействия энергетического сектора на изменение климата. Исследование, проведенное Национальной лабораторией возобновляемых источников энергии (NREL), показывает, что замена угольных электростанций на 100 ГВт солнечной энергии может сократить выбросы углекислого газа более чем на 100 миллионов тонн в год.

Кроме того, недавнее интересное открытие показало, что солнечные панели в городах могут оказывать охлаждающее воздействие на окружающую территорию до двух градусов.

Это происходит потому, что здания с солнечными панелями улавливают и преобразуют солнечную энергию в электричество, а здания без солнечных панелей поглощают часть поступающего солнечного излучения, превращая его в тепло.

Солнечные фермы оставляют водные ресурсы нетронутыми

Большинству электростанций требуется большое количество воды для производства пара для вращения турбин и последующего охлаждения системы.

Солнечные фотоэлементы не нуждаются в воде для выработки электроэнергии. Учитывая, насколько скудны водные ресурсы и сколько стран каждый год борются с сильными засухами, это одно из самых важных экологических преимуществ солнечной энергии.

Помимо того, что энергетика ставит под угрозу наше снабжение чистой питьевой водой, энергетика также способствует сильному загрязнению. Анализ, проведенный Агентством по охране окружающей

среды (ЕРА), показал, что 72 процента загрязнения воды тяжелыми металлами приходится на угольные электростанции.

Дополнительное загрязнение происходит, когда электростанции перекачивают использованную воду обратно в естественные водоемы. Эта вода часто намного теплее, чем обычно, и вызывает проблемы со здоровьем у многих водных животных, таких как рыбы и амфибии, которые не могут выдерживать чрезмерные перепады температуры.

Горнодобывающая промышленность, особенно угольная, также играет значительную роль в ухудшении качества воды. При добыче полезных ископаемых часто обнажаются породы с содержанием тяжелых металлов или минералов серы. Когда дождевая вода вступает с ними в реакцию, она уносит их в почву, озера и реки. Местные экосистемы и сельскохозяйственные угодья становятся токсичными для растений, животных и даже человека.

Процесс производства солнечных панелей и их техническое обслуживание требует некоторого количества воды, но это лишь малая часть того, что требуется для других источников энергии.

Например, угольной электростанции требуется в 3500 раз больше воды для производства одного мегаватт-часа электроэнергии по сравнению с фотоэлектрической системой. Точно так же атомной электростанции требуется в 1500 раз больше воды.

Таким образом, солнечные фермы оставляют местные водные ресурсы нетронутыми и незагрязненными. Они также не конкурируют с сельским хозяйством, системами питья и другими жизненно важными потребностями в воде.

Солнечная промышленность использует меньше ресурсов

Солнечная энергия требует меньше ресурсов с точки зрения ее производства и использования. Другими словами, он имеет более положительную оценку жизненного цикла .

Более конкретно, по сравнению с угольной электроэнергией, солнечная электроэнергия:

потребляет всего от 11 до 14 процентов воды;

использует 20 процентов земли;

на 95 процентов менее токсична;

снижает вероятность кислотных дождей на 92–97 процентов;

может способствовать эвтрофикации моря всего на 2-3 процента .

Несмотря на то, что солнечные технологии основаны на ресурсах, которые необходимо добывать и обрабатывать, 96 процентов материалов, содержащихся в кремниевых солнечных панелях , подлежат вторичной переработке . Сюда входят важные ресурсы, такие как алюминий, стекло и даже редкие или драгоценные металлы, такие как серебро, галлий, индий и германий.

Кроме того, до 90 процентов основных материалов в фотоэлектрических солнечных элементах (кремний и теллурид кадмия) могут быть повторно использованы для немедленного производства новых солнечных элементов.

Это делает солнечную промышленность гораздо более экологичной по сравнению с ископаемым топливом, тем более что ископаемое топливо можно использовать только один раз. Например, нефтяные компании могут добывать нефть 24 часа в сутки, семь дней в неделю, 365 дней в году в течение нескольких лет, но после добычи и использования нет возможности повторно использовать этот ограниченный ресурс.

Солнечные панели, с другой стороны, продолжают производить энергию более 30 лет, а затем могут быть переработаны, чтобы снова продолжать производить энергию в новой форме.

Солнечная промышленность выбрасывает лишь небольшую часть газов по сравнению с традиционным ископаемым топливом. Если бы больше домохозяйств и предприятий полагались на солнечную энергию, многих из этих серьезных проблем со здоровьем можно было бы избежать.

Уменьшение летней жары

Солнечные батареи могут снижать температуру во время летней жары в городах.

Этот эффект сильнее проявляется в больших городах вдали от побережья. Солнечные батареи в городах обеспечивают чистую энергию для кондиционирования воздуха, а также предотвращают рост числа преждевременных смертей, связанных с сильной жарой.

Менее загрязненная среда

На каждый аспект нашей жизни влияет загрязнение, происходящее из-за нашей зависимости от ископаемого топлива.

Замена ископаемого топлива солнечной альтернативой может повысить безопасность окружающей среды, необходимой нам для жизни, питания и воспитания наших детей. Несмотря на то, что время от времени появляется некоторая критика чистоты солнечной энергетики, влияние солнечной энергии на наше здоровье намного ниже, чем у любого известного ископаемого топлива — это, пожалуй, одно из самых важных преимуществ солнечной энергии.

Воздействие солнечной энергии на окружающую среду

Не все солнечные панели обеспечивают одинаковые экологические преимущества. Их воздействие на окружающую среду на протяжении их жизненного цикла зависит от того, как они производятся, а также от того, как долго они могут использоваться.

Например, некоторые исследования показали, что основные кремниевые солнечные панели китайского производства имеют более чем в два раза больший углеродный след, чем панели, произведенные в Европе, и требуют на 30 процентов больше времени, чтобы компенсировать энергию, используемую для их изготовления — и это без учета влияния транспортных расходов.

## Энергия

Производственный процесс изготовления солнечных панелей является энергоемким и загрязняющим окружающую среду.

Процесс начинается с добычи кварцевого песка. Окисленная форма кремния, некристаллизованный кремнезем, является наиболее распространенным компонентом кварцевого песка.

Кремний является идеальным материалом для фотогальванических солнечных элементов из-за его способности проводить электричество даже при высоких температурах, что делает его наиболее часто используемым материалом в фотоэлектрических системах. Но чтобы получить кремний в требуемой форме, его необходимо обрабатывать в процессе, который загрязняет окружающую среду и выделяет парниковые газы.

В Китае, стране номер один по производству солнечных панелей, начали появляться тревожные данные об опасных загрязнениях от производства кремния.

## Опасные вещества

На протяжении всей обработки кремния используются различные ядохимикаты. Некоторые из этих побочных продуктов включают такие вещества, как тетрахлорид кремния.

Тетрахлорид кремния опасен для человека. Когда это соединение вступает в реакцию с влажным воздухом, оно превращается в кислоты и токсичный газ — хлористый водород, газ, который вызывает ряд проблем со здоровьем, начиная с тошноты и судорог в груди.

## Выбросы

Количество выбросов, выделяемых в производства солнечных батарей, различается в зависимости от страны и их производственной системы. В среднем солнечная батарея, изготовленная и установленная в Соединенных Штатах, выбрасывает эквивалент 24 граммов углекислого газа на киловатт-час (г/кВт-ч) электричества, произведенного в течение срока службы батареи.

## Тяжелые металлы

Недавно появившаяся технология формообразующих тонкопленочных ячеек известна использованием тяжелых металлов, особенно кадмия. Хотя кадмий имеет плохую репутацию элемента, вызывающего рак, его обычно можно найти в батареях, украшениях, игрушках и сигаретном дыме.

Тонкопленочные солнечные элементы основаны на соединении под названием теллурид кадмия. Для производства кадмия и теллурида необходим длительный процесс плавки, очистки и рафинирования цинка и меди.

Ученые утверждают, что количество выбросов кадмия и других тяжелых металлов при производстве тонких солнечных элементов все еще в 90-300 раз ниже, чем количество, выделяемое при сгорании на стандартных угольных электростанциях.

#### Солнечные батареи после эксплуатации

Поскольку средний срок службы солнечных систем составляет около 30 лет, а отрасль сбора солнечной энергии довольно молода, только в последнее время нам приходится сталкиваться с растущей проблемой безопасной и разумной утилизации старых солнечных панелей.

Утилизация отходов представляет собой, пожалуй, самый большой недостаток «чистоты» солнечной энергетики на данный момент. Многие страны с развитыми солнечными технологиями до сих пор не имеют эффективных моделей управления отходами.

Согласно отчету организации Environmental Progress, выброшенные солнечные панели содержат в 300 раз больше токсичных отходов, чем отходы атомных электростанций. Некоторые проблемные элементы включают ранее упомянутые кадмий и свинец, которые являются сильным ядом, повреждающим нервную систему.

По данным ассоциации PV Cycle Association, 96 процентов материалов, из которых изготовлены кремниевые солнечные панели, подлежат вторичной переработке. Сюда входят важные ресурсы, такие как алюминий, стекло и даже редкие или драгоценные металлы, такие как серебро, галлий, индий и германий, которые можно использовать повторно.

Интересным фактом является то, что до 90 процентов основных материалов фотоэлектрических солнечных элементов, кремния и теллурида кадмия, могут быть переработаны.

Таким образом, солнечная энергия имеет явные экологические преимущества, но один аспект, который определенно можно улучшить, — это управление солнечными панелями по окончании срока службы, в частности их переработка.

Учитывая, что солнечная энергия является относительно недавней технологической разработкой, которая только сейчас внедряется в значительных количествах, в мире не хватает производств для переработки старых солнечных панелей.

#### Применения солнечной энергии в повседневной жизни

Производство электроэнергии — не единственное использование солнечной энергии в домашних условиях.

Солнечные водонагреватели обычно используются для нагрева и хранения горячей воды в более теплом климате. Они работают путем

преобразования солнечного света в энергию для нагрева воды за счет использования солнечного теплового коллектора. В солнечные дни они могут быть очень эффективными в обеспечении достаточного количества горячей воды, чтобы покрыть потребности в теплой воде для домашнего хозяйства.

Другое все более популярное использование солнечной энергии — питание наших портативных устройств. Технология продвинулась настолько далеко, что мы можем заряжать нашу маленькую электронику на ходу. Все, что нам нужно, — это немного солнечного света и небольшая солнечная панель, которая либо напрямую заряжает наш мобильный телефон, либо заряжает аккумулятор, где энергия сохраняется для последующего использования.

Но наличие энергии на ходу — не единственное преимущество, которое мы получаем от этого свободно доступного источника энергии.

Для нашего удобства даже электроприборы для улицы, такие как садовые фонари или системы домашней безопасности, могут полностью питаться от солнечной энергии. Это означает, что вы можете разместить эти устройства в любом месте на вашем участке и не беспокоиться об их отключении, так как они заряжаются от собственных солнечных батарей.

Прекрасным примером является камера видеонаблюдения Reolink Argus® 2, работающая на солнечных батареях, которая демонстрирует, насколько легко стало устанавливать и использовать многие из этих интеллектуальных устройств без какой-либо профессиональной помощи. Эта камера безопасности может противостоять плохой погоде, не требует проводов и питается от солнечной панели, которая поставляется вместе с ней. Все, что нужно для его настройки, — это найти место, за которым вы хотите следить, и убедиться, что вы расположили солнечную панель под наиболее солнечным углом. Как только это будет сделано, у вас будет идеально функциональная система домашнего наблюдения, которая даже экологически безопасна и полностью работает от солнечной энергии.

#### Недостатки солнечной энергии

##### Высокая начальная стоимость

Солнечная энергия экономит деньги в долгосрочной перспективе, но одним из основных недостатков является начальная стоимость установки всего массива, которая легко может достигать 15 000 долларов и более.

Хотя солнечная энергия мгновенно сокращает ваши ежемесячные счета за электроэнергию, окупаемость инвестиций наступает через несколько лет. Это требует тщательного планирования и большого количества исследований, прежде чем решить, как покрыть первоначальные инвестиции.

##### Непостоянная энергия

Непостоянный характер солнечной энергии является одной из основных причин, по которой в настоящее время трудно полностью полагаться на солнечную энергию. Солнечная энергия вырабатывается только из солнечного света. Ночью или в пасмурные дни ваша система не будет вырабатывать электроэнергию.

При расчете того, сколько энергии будет производить ваша солнечная система, вы должны учитывать погодные условия в вашем районе и более короткие периоды солнечного света в зимние месяцы, потому что оба эти фактора уменьшат количество энергии, вырабатываемой в течение года.

Низкая эффективность солнечных батарей.

Одним из недостатков солнечной технологии является низкая эффективность солнечных панелей при преобразовании солнечной энергии в электричество, а это означает, что при этом теряется большое количество энергии.

Большинство имеющихся на рынке панелей достигают КПД всего от 15 до 18 процентов. Это означает, что вам нужно больше панелей для покрытия ваших потребностей в энергии, что приводит к более высоким первоначальным затратам на установку и большей площади для ее монтажа.

Кроме того, низкая эффективность может быть дополнительно снижена за счет искусственных частиц пыли, оседающих на солнечных панелях. Солнечные батареи в районах с сильным загрязнением воздуха вырабатывают на 25 процентов меньше энергии, чем ожидалось. Это происходит потому, что некоторые загрязняющие вещества от нашей производственной деятельности являются липкими и имеют тенденцию блокировать солнечный свет.

С другой стороны, эта технология все еще совершенствуется, и тестируются новые материалы для решения проблемы эффективности в различных условиях.

Требования к пространству и материалу крыши

Средняя установка мощностью 5 киловатт для дома может состоять из 25 солнечных панелей. Каждая панель имеет длину около 65 дюймов и ширину 40 дюймов. Это означает, что вам нужна площадь 135 футов в длину и 83 фута в ширину, чтобы разместить всю солнечную систему, что может быть проблемой для некоторых домов.

Еще одна проблема, связанная с размещением системы, — это пригодность кровельного материала для удержания массива. Старые кровельные материалы не являются хорошим вариантом. Точно так же крыши с мансардными окнами или другими встроенными элементами затрудняют установку солнечной системы.

Дорогое хранение энергии

Солнечная энергия имеет переменную мощность: она вырабатывается в избытке в часы пик солнечного света и полностью отключается ночью. Солнечные батареи способны решить эту проблему, заряжая их днем и обеспечивая питание ночью.

Недостатком их использования является высокая цена и обслуживание, включая замену при необходимости. В настоящее время наиболее часто

используемыми аккумуляторами являются литий-ионные аккумуляторы, которые можно хранить как в помещении, так и на открытом воздухе.

#### Экологический след производства

Солнечная энергия помечена как чистая энергия, потому что она оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем ископаемое топливо, но производство солнечных панелей по-прежнему сопряжено с экологическими последствиями .

Солнечные элементы сделаны из редких и токсичных материалов , таких как теллурид кадмия или селенид меди, индия, галлия. Использование этих элементов может представлять опасность для здоровья людей и окружающей среды, если с ними не обращаться должным образом.

Даже очистка наиболее часто используемого материала солнечных элементов, кремния, требует использования опасных химических веществ, таких как фтористый водород, соляная кислота или серная кислота.

Солнечные панели не выделяют парниковых газов при производстве энергии, но выделяют процессы, предшествующие их установке, включая добычу производственных материалов и их транспортировку. Подсчитано, что количество выбросов, производимых в течение всего срока службы солнечной системы, колеблется от 0,07 до 0,18 фунтов CO<sub>2</sub> на произведенный киловатт-час. Уголь, для сравнения, выделяет от 1,4 до 3,6 фунтов CO<sub>2</sub> на киловатт-час.

Солнечная энергия в настоящее время имеет свои недостатки, но большинство из них носят технический характер и, вероятно, будут преодолены по мере развития технологических инноваций.