

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ВЕЛОДОРОЖКАХ

*Буянов Тимофей Олегович, студент 3-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, доцент)*

Согласно различным исследованиям, около 0,2-0,5% поверхности Земли покрыто дорогами. Ожидается, что к 2050 году этот процент увеличится на 60%. Это внушительный объем земли, взятый в пользование у природы, который к тому же еще и оказывает вредное воздействие на окружающую нас среду.

Каким же образом минимализировать негативное воздействие на окружающую среду и при этом сохранить, а в некоторых случаях даже улучшить, дорожную сеть? Последние технологические разработки в области фотоэлектрических панелей последнего поколения говорят о том, что теперь они могут выдерживать тяжелую нагрузку транспортных средств благодаря своей сверхпрочной конструкции. Использование данных солнечных панелей может превратить наши классические асфальтированные дороги в огромные генераторы энергии.

Изобретение системы Solar Roadways

Solar Roadways - это модульная система, изобретенная в США Скоттом Брусо, инженером, специализирующимся в электронике и электротехнике.

Солнечные панели были непосредственно разработаны для передвижения по ним. В перспективе они будут преимущественно устанавливаться на автомагистралях, однако уже проходят тестирование в качестве покрытия парковочных мест и на дорогах с низкой интенсивностью движения.

Данная разработка также вызвала большой интерес у федеральной администрации, которая обеспечила финансирование через Министерство транспорта США с использованием различных образцов для более полного изучения проекта.

Панели состоят из нескольких элементов:

Светодиодное освещение для создания дорожных знаков и разметки без использования краски;

Нагревательные элементы для предотвращения скопления снега и льда;

Микропроцессоры, что делает панели умными. Они позволяют осуществлять управление с центральной станции.

Панели изготовлены из специального закаленного стекла, с обработанной поверхностью, подобной асфальту, которое может выдерживать вес тяжелых транспортных средств.

Каждая панель имеет размер 2 х 2 м и состоит из четырех отдельных слоев (Рис.1):

Первый **верхний слой** состоит из специального полупрозрачного и прочного стеклянного сплава, который способен переносить большие нагрузки, а также выдерживать экстремальные условия окружающей среды.

Сами солнечные элементы, улавливающие свет, размещены в **центральном слое** и объединены светодиодными лампами для освещения дорожных знаков и разметки.

Нижний слой состоит из непроницаемого материала, который также служит для прокладки кабелей, необходимых для производства энергии.

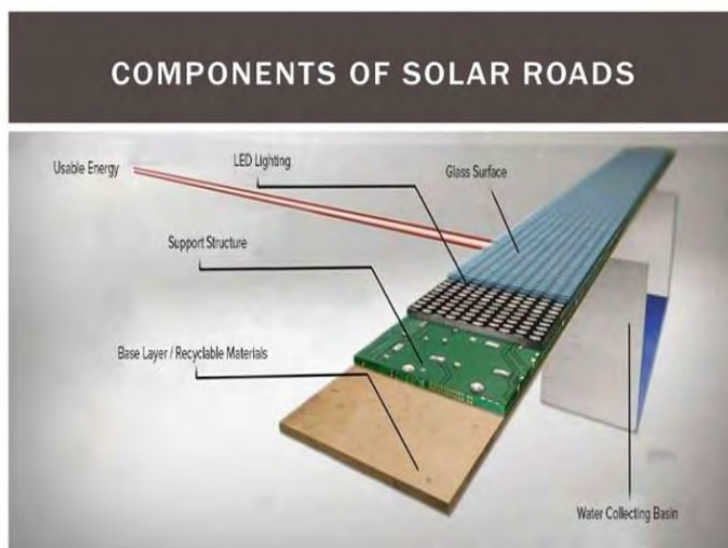


Рисунок 1 – Слои, из которых состоят солнечные дороги

Вся конструкция, состоящая из четырех слоев, лежит на любой ранее существовавшей асфальтовой дороге или на слое из переработанных материалов.

Преимущества солнечных дорог

Одним из основных препятствий на пути использования возобновляемых источников энергии, производимой с помощью солнечного света, является количество свободного пространства, занимаемого панелями и солнечными элементами.

Люди преимущественно устанавливают фотоэлектрические панели в труднодоступных местах, таких как крыши домов, офисов или автостоянок, чтобы сократить занимаемые ими площади. Сильная сторона использования данной технологии для производства возобновляемой энергии заключается в том, что используется пространство, которое уже ранее было покрыто дорогами, что в свою очередь значительно улучшит многие экологические показатели.

Дорожная разметка со встроенным освещением

Поскольку невозможно нанести белую разметку на солнечные батареи, в качестве высокоэффективной альтернативы было принято решение: встраивание светодиодных лент в панели. Тем самым это сократит количество дорожных знаков и необходимого освещения (Рис.2).



Рисунок 2 – Светодиодное освещение и система дорожных знаков

Датчики, обнаруживающие объекты или людей на дорогах

Дороги с применением солнечных панелей в будущем можно будет отнести к категории умных, за счет установки сенсорных датчиков веса в панели и полосы движения для предотвращения дорожных столкновений. Когда человек или животное переходят дорогу, датчики, размещенные на панелях, активируются, освещая эту часть дороги и, следовательно, снижая риск несчастных случаев (Рис.3).

Также можно было бы использовать дороги в качестве дисплеев для отправки информации об изменении ситуации на дорогах: возникших заторах, авариях, вынужденных остановках транспортных средств.



Рисунок 3 – Сенсорная система обнаружения препятствий на дороге

Недостатки, ограничивающие широкое распространение солнечных дорог

Затраты на установку и обслуживание. Хотя расходы на строительство можно сократить, установив панели поверх уже существующих дорог без демонтажа, цена на этот тип панелей велика. Например, в Нормандии, где был проложен первый участок французской дороги, стоимость одной полосы была оценена в 5 миллионов евро за километр.

Кроме того, стоимость установки и ремонта этих солнечных панелей, вероятно, будет выше, чем стоимость ремонта обычных асфальтированных дорог.

Помимо стоимости существует проблема низкой производительности. Панели подвержены затенению из-за окружающих объектов, а также и из-за проезжающих по ним автомобилей. Это означает, что даже когда эти новые технологии получат широкое применение, они никогда не будут установлены в зонах с высокой плотностью и интенсивностью движения транспорта или на дорогах, близких к лесам или высоким зданиям. Наибольшая функциональность будет достигнута исключительно на участках, проходящих через открытые пространства без сильного затенения.

Кроме того, солнечная панель не имеет оптимального угла наклона и будет вырабатывать энергию в основном в середине дня, в то время как ее уровень производительности резко снизится в остальное время суток.

Еще одним примером страны, которая одна из первых начала работу над разработкой и внедрением данной технологии, являются Нидерланды.

Нидерланды покрыты велосипедными дорожками, соединяя множество населенных пунктов, которые только может пожелать посетить человек.

В густонаселенной стране, с дефицитом свободного места, консорциум компаний и исследовательских лабораторий под названием SolaRoad пытается путем создания велосипедной инфраструктуры сократить выбросы вредных веществ в атмосферу и тем самым создать условия для выработки солнечной электроэнергии.

Трудно сделать езду на велосипеде более экологичной, но нидерландцы сделали это, создав велосипедную дорожку, которая освещает уличные фонари и даже часть жилых зданий.

Первый в мире велосипедный маршрут, работающий на солнечной энергии, официально открылся 12 ноября 2014 года в населенном пункте Кроммени, что находится к северо-западу от Амстердама. Компания SolaRoad начала свой экспериментальный проект с замены 70-метровой велосипедной дорожки с асфальтированным покрытием на солнечные модули, которые она же и разработала (Рис.4). Встроенные солнечные панели из кристаллического кремния, заключенные в бетон, защищены покрытием толщиной 1 см, которое прозрачно и визуально напоминает стеклянный элемент на кухонной индукционной плите, но тем не менее сохраняет сцепление с поверхностью. Проект привлек большое внимание как внутри, так и за пределами страны, и в течение первого года после открытия солнечной велосипедной дороги по ней проехало около 300 000 велосипедистов и скутеров.

Поверхность имеет небольшой уклон предназначенный для того, чтобы обеспечивать смывание грязи дождем и, таким образом оставляет поверхность чистой, гарантируя максимальное попадание солнечного света на проезжую часть.

На протяжении следующих лет компания занималась доработками и усовершенствованием уже имеющихся инноваций. Вследствие чего, в октябре 2016 года проект был расширен на 20 метров. Некоторые из новых модулей уже содержали тонкопленочные фотоэлектрические панели. Кроме того, велась значительная работа по улучшению свойств и качества покрытия.

Несмотря на трудности, связанные со встраиванием солнечных панелей в дорогу, толстый слой защитного стекла, покрывающий их, и большое количество путешественников, проезжающих мимо и тем самым блокирующих попадание солнечного света на поверхность, количество генерируемой энергии быстро превзошло все ожидания. Уже через полгода после открытия велодорожки, SolaRoad разослала отчет, в котором говорилось, что при выработке 3000 кВт*ч, солнечные панели превзошли ожидаемый порог в 70 кВт*ч на квадратный метр, установленный в лаборатории. В первый год SolaRoad произвела 9800 кВт*ч, что

примерно эквивалентно среднегодовому потреблению трех домашних хозяйств в Нидерландах.

Строительство данной дороги обошлось местным властям в районе 3 миллионов евро (2,4 миллиона фунтов стерлинга).

Хотя данные о стоимости киловатт-часа неизвестны, весьма вероятно, что электроэнергия, производимая SolaRoad, является относительно дорогой, особенно из-за небольших масштабов и новизны проекта. Конечно, он не может конкурировать с обычным производством солнечной энергии, например, от солнечных батарей на крыше зданий и сооружений, но дело в том, что такие солнечные велосипедные дорожки конкурируют напрямую со стоимостью обычных велосипедных дорожек, а не с другими солнечными установками. По мере продолжения исследований и накопления опыта могут появиться более масштабные проекты, что позволит лучше понять, насколько жизнеспособна данная идея.



Рисунок 4 – Установка модулей SolaRoad

Дороги для выработки электроэнергии еще не вышли на должный уровень внедрения и, скорее всего, на данный момент не конкурентоспособны по стоимости с обычными дорогами. Но поскольку скорость инноваций высока, а энтузиазм велик, то мы не должны удивляться, увидев в ближайшие годы все большее количество подобных проектов в гораздо более крупных масштабах, чем это сейчас считается возможным.

Литература:

1. J. Metcalfe. «The Netherlands Gets the World's First Solar-Powered Bike Lane» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-11-07/the-netherlands-gets-the-world-s-first-solar-powered-bike-lane>. – Дата доступа 18.11.2020;
2. Rogier van Rooij. «Dutch Solar Bike Path SolaRoad Successful & Expanding» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleantechnica.com/2017/03/12/dutch-solar-bike-path-solaroad-successful-expanding>. - Дата доступа 18.11.2020;
3. P. Oltermann. «World's first solar cycle lane opening in the Netherlands» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/05/worlds-first-solar-cycle-lane-opening-in-the-netherlands>. - Дата доступа 18.11.2020;
4. «Solar roadways: the future of renewable energy?» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biblus.accasoftware.com/en/solar-roadways-the-future-of-renewable-energy>. – Дата доступа 19.11.2020.