

«СОЛНЕЧНЫЕ» ДОРОГИ, КАК ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мысовских Даниил Александрович, аспирант 2-го курса

кафедры «Транспортное строительство»

Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)

Введение

Проблемы, возникающие вследствие техногенного разрушения окружающей среды, на сегодняшний день достаточно многочисленны. Запасы не восполняемых источников энергии истощаются с большой скоростью. Темпы их потребления намного больше чем скорость восстановления. В целях предотвращения ресурсных, энергетических и экологических кризисов в ближайшем будущем необходимо рассматривать и разрабатывать большее количество возобновляемых источников энергии. Не восполняемыми источниками принято считать газ, торф, уголь и нефть. Добыча последних двух слишком негативно сказывается на окружающей среде по причине ее нагрева, что ведет к возникновению необратимых последствий для всей планеты.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) активно разрабатываются и применяются особенно в тех странах, где остро стоит вопрос с недостатком альтернативных источников. К ВИЭ принято относить солнце, ветер, реки, моря, подземные воды, продукты биомассы.

Активнее всего используются гидроэлектростанции, геотермальные источники и сжигание таких видов биомасс, как дрова и торф. Набирают обороты в распространении и применении ветрогенераторы, солнечные станции, гидроэлектростанции, работающие на энергии морских волн, течений, приливов и отливов. Современная мировая энергетика уделяет большое внимание развитию всех возможных альтернативных возобновляемых источников энергии и такая базовая для человека отрасль как строительство не является исключением.

Тем временем по всему миру энергосберегающие компании разрабатывают проекты, внедрение которых способствует поиску альтернативных способов получения энергии. Самый распространенный способ получения возобновляемых источников энергии – солнечные панели, которые

способны преобразовывать солнечную энергию в постоянный электрический ток. Производство подобных панелей достаточно распространено в наше время и используется в больших масштабах. Например, солнечные батареи встраиваются в портативную электронику, электромобили, используются в авиации, для энергообеспечения зданий или мобильных сооружений транспортной инфраструктуры. Если правильно внедрить солнечные панели в проекты транспортных сооружений, то можно добиться того, чтобы дорожная инфраструктура сама обеспечивала, как минимум, себя энергией, которая будет расходоваться, например, на освещение проезжей части и питание средств мониторинга. На сегодняшний день в мире разрабатывается множество проектов по разработке энергосберегающих покрытий на транспортных сооружениях.

Применение солнечных батарей в строительстве транспортных сооружений

Автомобильные дороги, парковки и другие транспортные сооружения занимают огромную территорию, по примерным подсчетам это 0,5% всей суши. По прогнозам к середине XXI эта цифра увеличится примерно на 60%. Дорожное покрытие постоянно модернизируют, но мало кто задумывается о том, как заставить его вырабатывать энергию, хотя бы на обеспечение транспортной инфраструктуры [1].

На сегодняшний день в мире разрабатывается множество проектов по созданию «солнечных» дорог.

Однако одной из главных проблем применения солнечных панелей в строительстве является отсутствие у них необходимой прочности. Но это не помешало реализовать данный проект в реальной жизни. Некоторые страны, такие как США, Китай и Нидерланды по-своему смогли применить эту задумку.

В 2014 году в Нидерландах впервые в мире появилась велосипедная дорожка (Рис. 1) из солнечных панелей длиной 70 метров. Построила ее голландская компания SolaRoad, а сумма инвестиций составила порядка 3 млн. евро. Дорожка состояла из солнечных панелей, которые были установлены на бетонную плиту. Бетон обеспечивал опору и несущую способность, солнечная панель вырабатывала электричество из солнечного света. Верхнее покрытие состояло из закаленного стекла толщиной 1 см. Стекло достаточно прочное и может выдерживать нагрузки, его поверхность имеет рельеф, благодаря которому оно было нескользким, но это делало его менее прозрачным. По результатам исследований данный вид дорожки мог вырабатывать энергии на 30% меньше аналогичного покрытия на крыше. Одной из причин этого был тот факт, что на крыше панель находилась под наклоном, тем самым поглощалось большее количество лучей. Модульность блоков позволяет довольно быстро

сооружать дорожки любой длины. Размер каждого модуля составляет $2,5 \times 3,5$ метров.

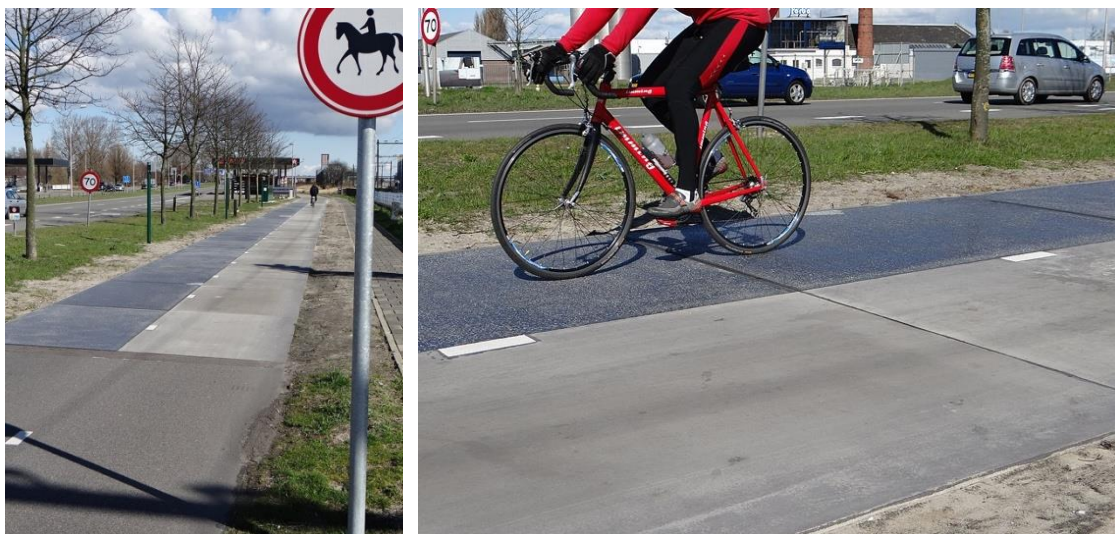


Рисунок 1 – Велосипедная дорожка с покрытием из солнечных панелей компании SolaRoad [2]

В первый год велодорожка произвела количество энергии, которого было бы достаточно для обеспечения электроэнергией среднего дома. В перспективе планировалось, что к 2016 году дорожку увеличат до 100 метров, но через 6 месяцев с начала эксплуатации большая часть элементов оказалась повреждена, а спустя год пришлось заменить верхнее покрытие. Осенью 2016 отремонтировали дорожку и добавили несколько новых элементов, тем самым увеличив общую длину до 83 метров. Но некоторая часть дорожки не пережила зиму и вышла из строя.

В 2019 году решили возобновить пилотный проект и установили такие велодорожки еще в двух городах Нидерландов, но через неделю и их убрали из-за разрушения верхнего слоя.

Пока в Нидерландах проводились испытания и исследования велодорожки, в 2016 году во Франции запланировали за год заложить около 1000 км дорог с солнечными панелями. Чуть позже был построен 1 километр дороги Wattway (Рис. 2) с одноименной технологией. Планировалось, что такой тип дороги станет революционным достижением в области энергетики и использовании возобновляемых источников энергии. К сожалению, расчеты инженеров не подтвердились, они не учли, что осенью будет листопад и часть дороги будет покрыта листьями. Несущая способность пластин этой дороги увеличена за счет нескольких прозрачных пластиковых верхних слоев, в сравнении с панелями, применяемыми на велодорожке. На сегодняшний день проект признан провальным и в ближайшем будущем планируют снести солнечные панели и заменить их асфальтобетоном [3].

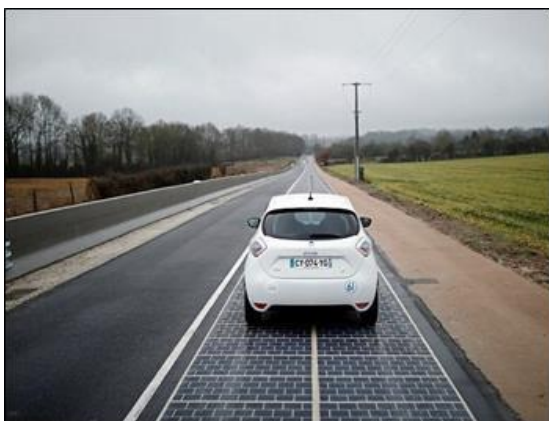


Рисунок 2 – Покрытие автомобильной дороги из фотоэлектрических панелей (Wattway, Франция) [4]

Наиболее успешный проект создала пара Джули и Скотт Брюсоу из США. Семья проживает в Южной части страны, что позволяет активно применять такой вид дорожного покрытия из-за большого количества солнечных дней в году. Solar Roadways – адаптированные солнечные панели, в которые встроен микропроцессор, который способен управлять охлаждающими и нагревательными элементами, светодиодами, а также взаимодействовать с другими объектами по беспроводной связи. Микропроцессор может контролировать встроенные датчики температуры и датчик освещенности. Он использует эту информацию, чтобы определить, когда включать нагревательные элементы и насколько ярко регулировать светодиоды.

Такое дорожное покрытие способно не только производить электроэнергию посредством солнечных лучей, но и заряжать электромобили. Также в такие панели встроены нагревательные элементы, которые способны плавить снег и лед, а значит дороги круглогодично могут оставаться сухими. В результате можно создать дорогу, которая не только способна выполнять функцию беспроводной зарядки, но и выполнять функцию освещения, то есть подсвечивать себя в тёмное время суток, демонстрировать разметку, предупреждать об опасностях с помощью изображений знаков дорожного движения (Рис. 3).



Рисунок 3 – Светодиодная подсветка на панелях Solar Roadways [5]

Панель, основой которой служит железобетонный каркас, представляет из себя многоугольник, похожий на пчелиные соты (Рис. 4). Вес панели около 30 кг, площадь 0,4 м², толщина 3,5 см. Слой покрытия уникален, он состоит из трех частей [1]:

- 1 слой – специальное сверхпрочное стекло;
- 2 слой – электрический, в нем расположены датчики, процессоры, нагревательные и охлаждающие элементы, подсветка;
- 3 слой – базовый, через который будет поступать электроэнергия. Утверждалось, что данный слой сможет служить проводником интернета.



Рисунок 4 – Укладка панелей Solar Roadways вручную [3]

Solar Roadways предусматривает различный эксплуатационный характер, который изменяется в зависимости от времени года. Например, в зимнее время панели приспособлены к оттаиванию снега (Рис. 5), что повлечет за собой отказ от различных реагентов на дорогах, что также будет экологичным решением. В демисезон нагревательные элементы способствуют быстрому высыханию дорог после дождей. Летом асфальтированные дороги достаточно сильно нагреваются и из-за этого появляется избыточная деформация покрытия под воздействием транспорта. Данный вид панелей это учитывает и в летнее время будут работать

охлаждающие элементы, что позволит увеличить продолжительность эксплуатации [5].

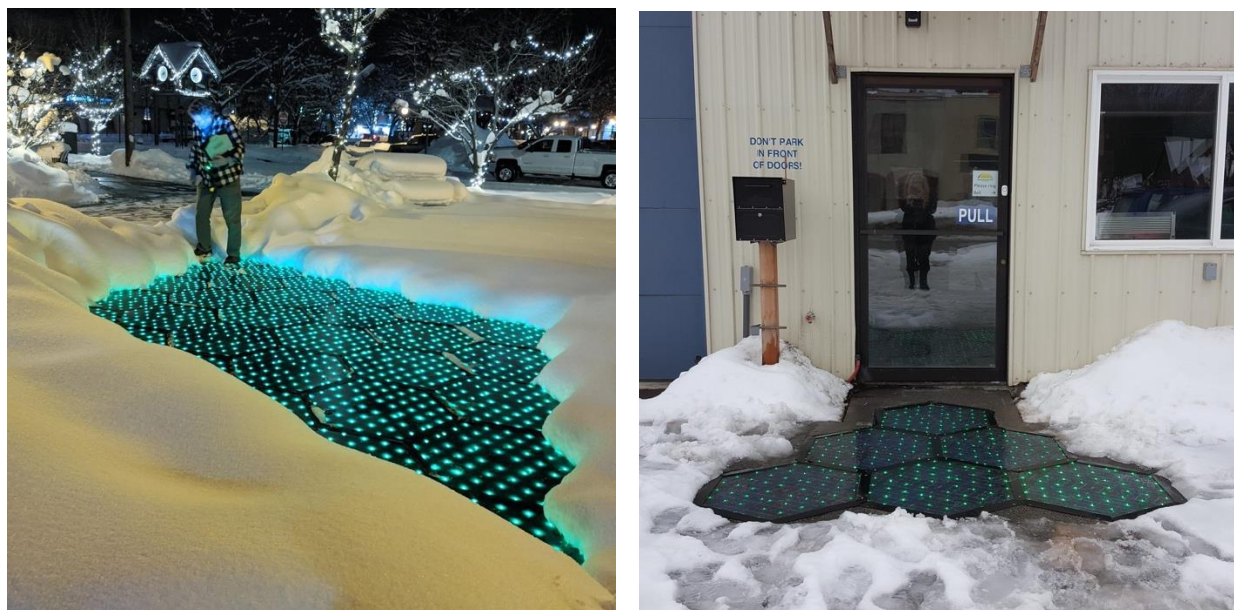


Рисунок 5 – Демонстрация элементов оттаивания в панелях Solar Roadways после снегопада [6]

Сегодня разработчики максимально модернизируют и оптимизируют данные панели Solar Roadways для того, чтобы начать массовое коммерческое производство. В Таблице 1 представлено сравнение асфальтобетонного типа покрытия дорог с покрытием из солнечных панелей [1].

Таблица 1 – Сравнение асфальтобетонного типа покрытия дорог с покрытием из солнечных панелей

Преимущества	Вариант покрытия	Дорожное покрытие из солнечных панелей	Асфальтобетонный тип дорожного покрытия
Возможность выработать электрическую энергию		+	-
Отсутствие деформации дорожного покрытия под действием разного температурного режима (как высокого, так и низкого)		+	-
Высокая экологичность		+	-
Экономичность в эксплуатации и ремонте		+	-
Возможность установки светодиодных фонарей для разметки и дорожных знаков		+	+
Энергетическая независимость		+	-
«Умное» покрытие		+	-
Эстетичность		+	-
Система контроля неисправностей		+	-

Иные способы внедрения возобновляемых источников энергии в транспортное строительство

Одной из интересных идей был проект светящейся дороги без фонарей (Рис. 6), что очень актуально для многочисленных километров трасс нашей страны. Суть заключалась в том, чтобы вдоль дороги залить небольшое углубление люминесцентным гелием, который заряжается днем, а светится ночью. Эта идея была воплощена на дороге длиной почти 5 километров [7].



Рисунок 6 – Дорога без фонарей [7]

На юге Нидерландов около города Эйндховен была создана велодорожка по мотивам картины Винсента Ван Гога «Звездная ночь» (Рис. 7). Дорожка в ночное время мерцает тысячи огней. Элементы также находятся на самообеспечении энергией, заряжаясь в дневное время [7].

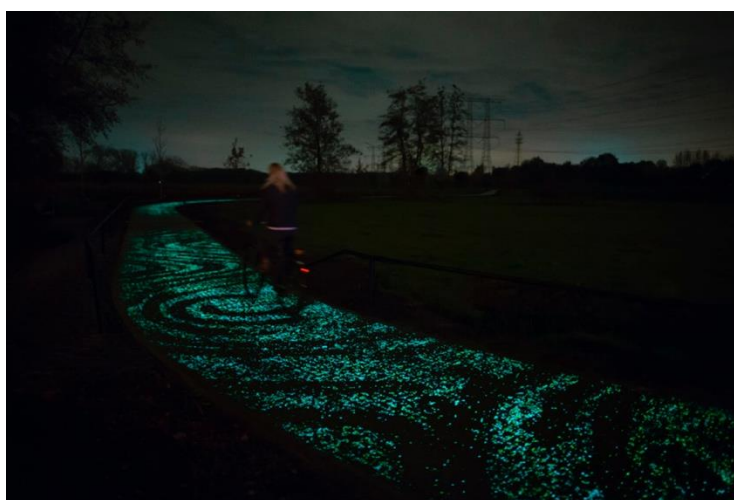


Рисунок 7 – Велодорожка Ван Гога в Нидерландах [8]

Разработка проектов объектов транспортного строительства с применением солнечных батарей началась более 10 лет назад, но по сей день мы

не видим массового внедрения подобных технологий при строительстве. Рассмотрим недостатки этих, казалось бы, технологичных и экологичных проектов.

Первый и самый главный недостаток в том, что все экологичное имеет высокую цену. Все представленные выше проекты создавались на гранты властей и стоили неопишуемых сумм, которые не каждое государство будет готово тратить на создание таких умных, пусть и экологичных технологий. Например, дорога Wattway по стоимости превысила покрытие из асфальтобетона в 360 раз.

Рассмотрим один из недостатков дороги Wattway, которая состояла из простых солнечных панелей. При эксплуатации дорожное полотно оказалось достаточно шумным, если скорость движения превышает 70 км/ч. Так же все дороги с применением солнечной энергии имеют проблему с тем, что если по дороге организован круглосуточный проезд автомобилей и большое скопление транспорта в часы пик, то происходит блокировка попадания солнечного света, отсюда напрашивается вывод в бесполезности такого покрытия.

Заключение

Государства, которые смотрят в будущее и планируют внедрять на своей территории большее количество возобновляемых источников энергии, уже заинтересованы в замене асфальтобетонного покрытия на солнечные панели. Ученые предполагают, что через 10-15 лет такой тип покрытия дорог и транспортных сооружений будет вполне конкурентоспособен в сравнении с обычным для нас сегодня асфальтобетоном.

Транспортные сооружения с солнечными панелями и возобновляемыми источниками энергии станут революционным достижением в строительной сфере. При этом, если применять совершенные технологии Solar Roadways, то дороги можно будет считать «умными». Ведь транспортные сооружения тогда смогут выполнять следующие функции:

- самообеспечивать себя и близлежащие здания/сооружения электроэнергией;
- самоочищаться от осадков круглогодично при помощи нагревательных/охлаждающих установок;
- возможность управлять светодиодной подсветкой, которая может отражать разметку, предупреждать об аварийных участках и необходимости снизить скорость.

Необходимости во всех вышеперечисленных функциях нет, но их внедрение в проектирование и строительство транспортных сооружений может сделать нашу жизнь и окружающую нас среду лучше.

Литература:

1. Головки С. В., Павленко В. А «Солнечная дорога» - дорога будущего // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2019. № 1(67). С. 37-43. DOI: 10.24143/1812-9498-2019-1-37-43.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Roadways
3. Панов В.В. Покрытие из солнечных панелей как альтернатива асфальтобетонного покрытия // Современные научные исследования и инновации. 2018. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2018/06/86674> (дата обращения: 25.11.2022)
4. <https://dzen.ru/media/id/5dfe6d6d5fd55f00ad227562/solnechnye-dorogi-vozmojno-li-ih-sozdanie-5f394124bf22683f1c279998>
5. <https://varlamov.ru/1093050.html>
6. <https://solarroadways.com>
7. <https://vc.ru/future/64358-solnechnye-batarei-plastik-i-nikakogo-shuma-kakimi-budut-dorogi-budushchego>
8. https://www.architime.ru/news/daan_roosegaarde/smart_highway.htm#2.jpeg