

УДК 535.37

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР

Алсейтова Аяулым Еркинбековна

alseitova.ayaulym@gmail.com

Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Кайнарбай А.Ж.

Поскольку нехватка ископаемого топлива влияет на наше будущее, стало очевидно, что поиск альтернативных источников энергии имеет решающее значение. Фотоэлектрическая энергетика является одним из наиболее перспективных решений, однако оно все еще слишком дорого для массового использования. Люминесцентный солнечный концентратор является одним из возможных решений для фотоэлектрической энергетики. Люминесцентный солнечный концентратор (ЛСК) уже был предложен несколько десятилетий назад, после чего исследования прекратились из-за доступности дешевой энергии ископаемых. В последние годы из-за быстрого роста стоимости топлива возобновился большой интерес к солнечной энергии и, в частности, к люминесцентным солнечным концентраторам, которые значительно уменьшают количество солнечных элементов, необходимых для получения определенного количества электроэнергии.

Теория ЛСК, основана на внутреннем отражении флуоресцентного света, который впоследствии концентрируется по краям, подробно обсуждалась для неорганических материалов и органических красителей, включенных в объемные полимеры. Прозрачная пластина, легированная флуоресцентными веществами, должна поглощать большую часть солнечного спектра. Результирующая люминесценция с высоким выходом излучается в длинноволновой части спектра. Повторные отражения флуоресцентного света в прозрачной матрице должны переносить излучение к краям пластины, где свет будет концентрироваться. Коэффициент концентрации – это отношение поверхности пластины к краю пластины. Теоретически около 75–80% люминесценции будет захвачено полным внутренним отражением в пластине, имеющей показатель преломления около 1,51. Фотоэлектрические элементы могут быть связаны с краями и получать концентрированный свет. Такое расположение должно существенно уменьшить количество фотоэлектрических элементов, необходимых для производства определенного количества электричества, и, таким образом, снизить стоимость системы фотоэлектрической энергетики. Если бы все эти идеальные

условия могли быть реализованы, наши расчеты показывают, что эффективность сбора, которая представляет собой количество энергии, достигающей его фотоэлектрического элемента, деленное на энергию, падающую на пластину, должно составлять около 20%. [1]

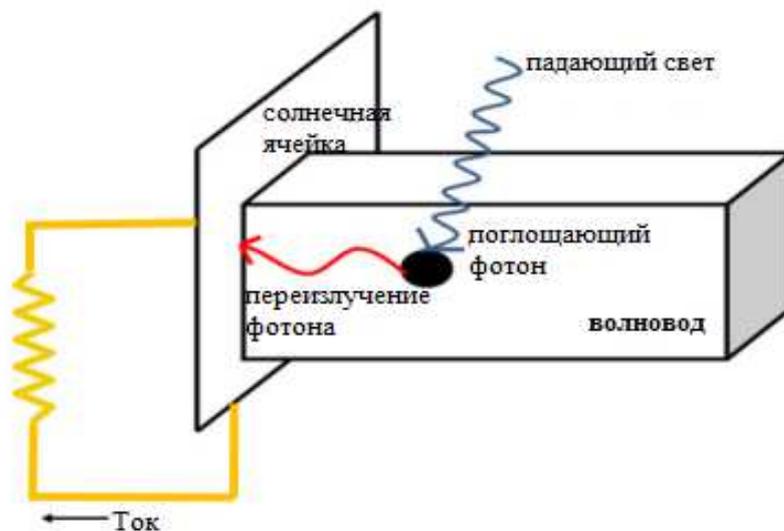


Рисунок 1 – Схема люминесцентного солнечного концентратора (ЛСК)

Параметры, определяющие эффективность оптической пластины, зависят от следующих факторов:

а) Доля η_{abs} которая представляет собой отношение фотонов, поглощенных пластиной, к числу фотонов, попадающих на пластину;

б) Квантовая эффективность флуоресценции η_F которая представляет собой отношение количества испущенных фотонов к количеству поглощенных фотонов;

в) Эффективность Стокса η_S которая представляет собой отношение средней энергии испущенных фотонов к средней энергии поглощенных фотонов и определяется как $\eta_S = \nu_{em}/\nu_{abs}$;

г) Эффективность захвата η_t света, захваченного в коллекторе, определяется $\eta_t = (1 - 1/n^2)^{1/2}$, где n - показатель преломления светоизлучающей среды;

е) Транспортная эффективность η_{tr} которая учитывает транспортные потери при поглощении и рассеянии матрицы;

ж) Эффективность η_{self} за счет потерь, возникающих в результате самопоглощения красителей.

Эта эффективность рассчитывается с учетом общего поглощения красителей в пластине, их флуоресцентной эффективности, эффективности улавливания (в зависимости от показателя преломления среды пластины) и эффективности Стокса (которая представляет собой отношение средней излучаемой энергии, к средней поглощенной энергии). До настоящего времени эффективность ЛСК никогда не превышала 7%, и одной из основных причин относительно низкой эффективности является самопоглощение люминесцентных красителей в результате перекрытия поглощения и люминесценции красителей. Еще одна трудность - выход люминесценции за критический угол. Фотостабильность красителей под воздействием солнечного излучения является еще одной проблемой, которая должна иметь решение[2].

На данный момент есть возможность использования ЛСК в будущих зданиях. Это вытекает из того факта, что полупрозрачные стеклянные пластины могут составлять часть конструкций (окна, веранды и т.д.) И не требуют дополнительных поверхностей, таких как обычные солнечные панели. Это особенно важно в больших городах, когда земля очень дорогая. Концентратор работает одинаково хорошо не только с прямым, но и с рассеянным

или зеркально отраженным светом, что и делает устройство идеальным для применения в городах или относительно пасмурных регионах. Поскольку концентратор прозрачен для видимого света, он может использоваться в качестве оконного стекла. Такое «умное» окно будет собирать солнечный свет, который затем с помощью фотогальванических элементов, находящихся в оконной раме, будет преобразовываться в электричество.



Рисунок 2 – Будущее здание с ЛСК

Для оптимальной работы люминесцентного солнечного концентратора мы предлагаем сплошную пленку с излучающими веществами, не перекрывающую флуоресценцию со спектром поглощения. Пленка должна быть оптически прикреплена к прозрачной стеклянной пластине, не имеющей внутреннего поглощения. Результаты имеют жизненно важное значение при разработке люминесцентных солнечных концентраторов, где самопоглощение отвечает за снижение эффективности преобразования в реалистичных пластинах большего размера. Интенсивность флуоресцентного излучения усиливается взаимодействием с наночастицами благородных металлов и фотостабильностью красителей, полученных защитным слоем прозрачной среды. Таким образом, устройство может эффективно концентрировать свет. Это означает, что для получения такого же количества энергии нужно значительно меньше солнечных элементов (по сравнению со старыми люминесцентными солнечными концентраторами). Для концентратора большой площади, площадь солнечных элементов может быть в 15 раз меньше, чем обычно. Это сделает такие преобразователи энергии более дешевыми в производстве. Другими словами, новые люминесцентные концентраторы более эффективно собирают солнечную энергию.

Список использованных источников

1. Reisfeld R Invited paper in *Optical Materials* 32 // 2010, P.850
2. Reisfeld R. LSC supplying electricity for future buildings // *Proceedings of the US-Israel Workshop on Sustainable Buildings – Materials and Energy* 2010.