

МЕТОД УСИЛЕНИЯ АККУМУЛЯЦИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Касимова С.Р.¹, Касимов Э.Р.²

¹Касимова Севда Расим кызы – доктор технических наук, профессор;

²Касимов Эмин Расим оглы – доктор физико-математических наук,
кафедра инженерной физики и электроники,
Азербайджанский технический университет,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: в настоящее время повышение степени поглощения веществом электромагнитного излучения является одной из важных технических задач. Необходимость в ее решении возникает при проектировании систем аккумуляции солнечной энергии, а также при необходимости увеличения чувствительности и избирательности тепловых детекторов микроволнового и инфракрасного диапазонов волн, используемых в коммуникационных системах передачи данных

Ключевые слова: просветляющее покрытие, поглощающая подложка, толщина слоя покрытия, коэффициентов преломления.

METHOD FOR ENHANCEMENT OF SOLAR ENERGY ACCUMULATION

Kasimova S.R.¹, Kasimov E.R.²

¹Kasimova Sevda Rasim kizi – doctor of technical sciences, professor;

²Kasimov Emin Rasim oqli - doctor of physical and mathematical sciences,
DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS AND ELECTRONICS,
AZERBAIJAN TECHNICAL UNIVERSITY,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: currently, increasing the degree of absorption of electromagnetic radiation by matter is one of the important technical problems. The need to solve this problem arises when designing solar energy accumulation systems, as well as when it is necessary to increase the sensitivity and selectivity of thermal detectors of the microwave and infrared wavelengths used in communication data transmission systems.

Keywords: antireflection coating, absorbing substrate, thickness of the coating layer, refractive index.

УДК 621:3.035.222.7.:621.317.335.3

В общем случае такие задачи можно свести к одной задаче нахождения условий полного поглощения электромагнитного излучения в плоской слоистой системе, которая состоит из основного слоя поглощающего вещества и нанесенных на него ряд слоев из непоглощающих веществ, согласующих входное сопротивление основного слоя с волновым сопротивлением свободного пространства, при котором падающее излучение пройдет без отражения просветляющие слои и полностью поглотиться в материале поглощающей подложки [1, 2].

Для увеличения поглощения электромагнитного излучения, нормально падающего на плоский слой поглощающей подложки, применяют наносимое на нее просветляющее покрытие из непоглощающего вещества [3]. При заданных значениях частоты падающего излучения, коэффициента преломления n и поглощения χ волны вещества подложки полное поглощение в ней излучения достигается выбором толщины l_1 слоя и коэффициента преломления волны n_1 покрытия, но только при выполнении следующего соотношения между оптическими параметрами формируемой двухслойной системы [4]:

$$(n - 1)(n_1^2 - n) = \chi^3 \quad (1)$$

В тех случаях, когда это соотношение не выполняется, а величины оптических параметров подложки и покрытия по технологическим соображениям не подлежат изменению, можно за счет подбора толщины слоя покрытия обеспечить только максимально возможное поглощение падающего излучения [5, 6]. При заданных величинах оптических параметров системы для реализации полного поглощения излучения в подложке становится необходимым использовать второе просветляющее покрытие, наносимое на первое основное просветляющее покрытие [5]. Оптимальная величина коэффициента преломления n_2 этого второго покрытия должно лежать в интервале (n, n_1) , а его толщина l_2 – равной четверти длины волны в веществе этого покрытия.

Рассмотрим в этой связи задачу отражения плоскополяризованной волны, падающей нормально на поглощающую подложку с нанесенными на нее основного и дополнительного просветляющего покрытия с соответствующими величинами коэффициентов преломления n_1, n_2 и толщины слоев l_1, l_2 . При этом

будем считать, что вещество подложки имеет коэффициенты преломления n и поглощения χ , а толщина ее слоя выбрана бесконечной по величине [7, 8].

Входное сопротивление данной трехслойной плоской системы равно:

$$Z_{\text{ex}} = Z_2 \frac{Z_{\text{ex}0} + iZ_2 \operatorname{tg}(2\pi n_2 l_2 / \lambda)}{Z_2 + iZ_{\text{ex}0} \operatorname{tg}(2\pi n_2 l_2 / \lambda)}; \quad (2)$$

где входное сопротивление двухслойной системы, состоящей из подложки и первого, основного просветляющего покрытия, записывается в виде:

$$Z_{\text{ex}0} = Z_1 \frac{Z + iZ_1 \operatorname{tg}(2\pi n_1 l_1 / \lambda)}{Z_1 + iZ \operatorname{tg}(2\pi n_1 l_1 / \lambda)}. \quad (3)$$

Входящие в уравнения (2) и (3) значения $Z = Z_0 / (n - i\chi)$; $Z_1 = Z_0 / n_1$; $Z_2 = Z_0 / n_2$ и Z_0 являются соответственно волновыми сопротивлениями веществ подложки, основного и дополнительного просветляющего покрытия и воздушной среды.

$$Z_{\text{ex}} = \frac{1}{n_2} \cdot \frac{1 + bn_2(M + iN)}{b + in_2(M + iN)}; \quad (4)$$

Выберем толщину дополнительного просветляющего слоя равной четверти длины волны в веществе этого слоя. Тогда $b = 0$ и входное сопротивление рассматриваемой трехслойной системы будет равно:

Из первого соотношения в соответствии с выражением для его покрытия должно быть выбрано из следующего уравнения:

$$\frac{l_1}{\lambda} = \frac{1}{4\pi n_1} \operatorname{arctg} \frac{2\chi n_1}{n_1^2 - n^2 - \chi^2}. \quad (5)$$

$$\chi = \sqrt{(n - n_2)(n_1^2 / n_2^2 - n)}. \quad (6)$$

Таким образом, уравнения (5) и (6) определяют значения оптических параметров веществ рассматриваемой слоистой системы и толщины слоев обоих просветляющих покрытий, при которых выполняются условия полного поглощения волны заданной частоты. При этом толщины дополнительного просветляющего слоя выбирается кратной четверти длины волны в веществе этого слоя, тогда как толщина основного просветляющего слоя определяется с учетом соотношения (6) и близкой по величине кратной половине длины волны в веществе этого слоя [9, 10, 11].

Список литературы / References

1. Касимов Р.М. Метрология. 1987. №7, с. 45. Москва. Россия.
2. Kasimov R.M., Kasimova S.R.. Measurements of the dielectric parameters of weakly absorbing liquids in the microwave band // Measurement Techniques. New-York, USA. 2002, vol. 45, № 7, p. 765-768.
3. Kasimov R.M., Kasimova S.R. Nonreflective passage of electromagnetic radiation on its incidence at an angle on the absorbing layer of a dielectric. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, New-York, USA. 2011. Vol. 84, p. 787-793.
4. Kasimov R.M., Kasimova S.R. Two-layer nonreflective absorber of electromagnetic radiation // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. New-York, USA. Vol. 82, № 3, 2009, p. 604-607.
5. Kasimova S.R., Kasimov E.R. Separation of an Assigned Polarization Component of Electromagnetic Radiation in its Reflection from an Antireflection Absorbing Substrate // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. USA, New-York. 2015, Vol. 88, Is. 5, pp 1175-1182.
6. Kasimova S.R. Measurements of the dielectric properties of strongly absorbing substances at microwave frequencies // Measurement Techniques. USA, New-York. 2016. Vol. 58, Issue 12, pp. 1372-1375.

7. *Kasimova S.R.* Improvement of the reflectivity of flat coatings // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. USA, New-York. 2018, Vol. 91, Is. 6, pp. 1592–1594.