
УДК: 537.534: 66.093

Способ ослабления энергии электромагнитного излучения модифицированным водяным паром

Мурлага А. Р.

Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А.И.

Берга, ЦНИРТИ, Новая Басманная ул., 20, Москва, 105066, Россия

e-mail: myrlaga_olga@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы снижения инфракрасной и радиолокационной заметности различных объектов. Проанализированы недостатки существующих в настоящее время способов снижения заметности. Предложен принципиально новый подход к решению проблемы, основанный на поглощении излучения в парах воды, ионизируемых электромагнитными волнами. Приводятся результаты лабораторных экспериментов. Кратко изложены рекомендации по внедрению указанного способа.

Ключевые слова: модифицированный водяной пар, снижение заметности, электромагнитное излучение.

В настоящее время не теряют актуальности вопросы снижения радиолокационной (РЛ) и инфракрасной (ИК) заметности объектов воздушной и космической техники за счёт изменения свойств окружающей их среды. Так, например, французская фирма «Бертэн» разработала и внедрила на самолете «Мираж-3» систему подавления ИК излучения реактивного двигателя. Принцип её действия заключается в создании объемной поглощающей среды (экрана) между источником тепла (нагретой турбулизованной струёй сопла двигателя) и ИК головкой самонаведения (ГСН) ракеты. Вещества, обладающие поглощающими свойствами в ИК диапазоне волн (5-8 мкм), смешиваются при этом с выхлопными газами двигателя. Без системы подавления ИК излучения его интенсивность равномерна по всей длине турбулентного следа, а в случае впрыска в струю специального вещества ИК излучение практически исчезает.

В «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга» была создана технология ослабления и рассеяния электромагнитного излучения (ЭМИз), основанная на использовании объёмно-распределённых поглощающих образований (ОРПО) [1-2]. Эффект достигается за счёт применения нитевидных структур (НС) – рыхлых, взвешенных в воздухе субстанций удлинённой формы, получаемых в процессе физической конденсации и пиролиза углерода и его углеводородных соединений во взаимодействии с набегающим воздушным потоком.

В подобных примерах в окружающую защищаемый объект среду внедряют посторонние вещества, что, в числе прочего, влечёт за собой:

- ограничение времени защиты, обусловленное жёсткими требованиями к массе и объёмам расходуемых средств, которые можно взять на борт;
- финансовые затраты, связанные с изготовлением расходуемых средств защиты;
- загрязнение окружающей среды.

Для устранения вышеизложенных недостатков необходимо применить принципиально иной подход к решению проблемы, заключающийся в получении нужных свойств среды путём прямого воздействия на неё, не привнося ничего извне. Так родилась идея использования в качестве средства защиты водяных паров, содержащихся в окружающем пространстве.

Поскольку известно [3], что в миллиметровом и сантиметровом диапазоне длин волн водяной пар даёт малое (менее единиц дБ/м) поглощение излучения, и поскольку для применения водяного пара в защитных целях необходим его большой массовый расход (для достижения поглощения ~ единиц дБ/м масса водяного пара должна составить ~ 40 кг/м³), было предложено ионизировать воздух и водяные пары источником ЭМИз. Проверка гипотезы потребовала проведения серии экспериментов на установке, блок-схема которой показана на рис. 1, а состав основных узлов – в таблице 1.

Принцип работы установки заключается в следующем. В рабочую камеру (поз. 3 на рис. 1) помещается ёмкость с рабочим телом 4 – тарелка с подогретой до температуры около 80 – 90°C водопроводной водой, а также активатор 5 – ультрафиолетовая (УФ) лампа, после чего рабочая камера закрывается. От источника питания 10 УФ лампа 5 зажигается и ионизирует испаряющиеся из тарелки 4 пары воды, а также имеющийся в рабочей камере 3 воздух. Сигнал, вырабатываемый высокочастотным генератором, поз.1 и излучаемый в пространство передающей рупорной антенной 2, принимается приёмной рупорной антенной 6 и отображается на индикаторе, поз. 9. С целью нормального функционирования индикатора в тракт экспериментальной установки введены дополнительно аттенуатор, поз.7, а также преобразователь, поз.8.

Перед началом основных экспериментов была проведена серия экспериментов подготовительных.

Измерялось поглощение радиоволн, проходящих через рабочую камеру при включённом активаторе в отсутствии тарелки с горячей водой и при отключённом активаторе в присутствии тарелки с горячей водой. В обоих случаях поглощения радиоволн не наблюдалось. Таким образом, запотевшие стенки камеры и озон на поглощение радиоволн не влияют.

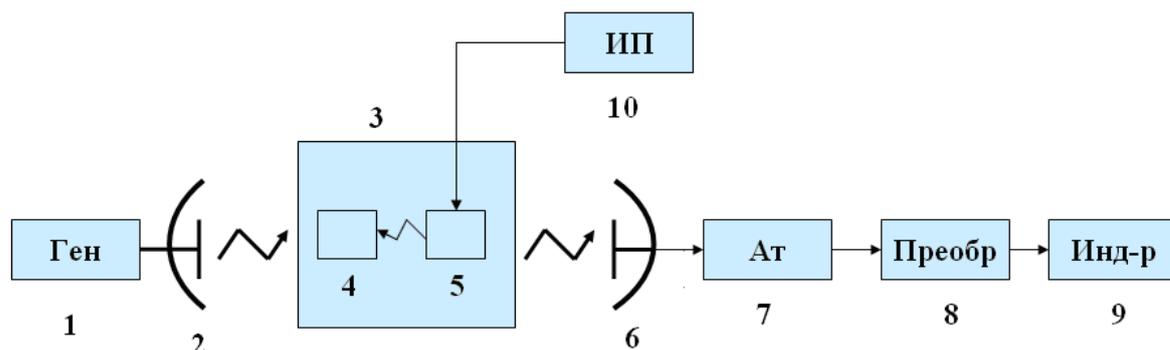


Рис.1. Блок-схема экспериментальной установки:

1 – генератор СВЧ мощности; 2 – передающая антенна; 3 – рабочая камера; 4 – ёмкость с рабочим телом; 5 – активатор; 6 – приёмная антенна; 7 – аттенюатор; 8 – преобразователь сигнала; 9 – индикаторный прибор; 10 – источник питания активатора.

Состав основных узлов экспериментальной установки

Таблица 1

№ узла по рис. 1	Конструктивное решение
1	Высокочастотный генератор сигналов Г4-115
2	Антенна передающая рупорная П6-10А
3	Рабочая камера – склеенный из стеклянных пластин прямоугольный параллелепипед с габаритными размерами 50×30×30 см
4	Ёмкость с рабочим телом – тарелка с подогретой до температуры около 80 – 90 °С водопроводной водой
5	Активатор – кварцевая ртутная лампа типа ПРК, ток лампы ~1А, напряжение на лампе ~50В
6	Антенна приёмная рупорная П6-11А
7	Аттенюатор поляризационный волноводный ДЗ-36А
8	Преобразователь: – термоэлектрический преобразователь (исполнение А); – детекторная головка (исполнение Б)
9	Индикатор: – блок ваттметра измерительного Я2М-66, входящий в состав ваттметра поглощаемой мощности МЗ-53 (исполнение А); – осциллограф С1-79 (исполнение Б)
10	Источник питания активатора

Далее перейдём к рассмотрению основного эксперимента. В рабочую камеру 3 (см. рис. 1) помещается ёмкость с рабочим телом 4, а также активатор 5, после чего рабочая камера закрывается. От источника питания УФ лампа зажигается и ионизирует испаряющиеся из тарелки пары воды электромагнитными волнами частотой более $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ (нижняя граница ультрафиолетового диапазона), а также имеющийся в рабочей камере воздух. Мощность УФ излучения $\sim 20 \dots 30 \text{ Вт}$. По прошествии 2...3 минут в стеклянной камере создаётся поглощающая среда, концентрация водяных паров в которой составляет $\sim 10^{-4} \text{ г/см}^3$. Сигнал с частотой $f=37,5 \text{ ГГц}$, вырабатываемый генератором и излучаемый в пространство передающей антенной, при прохождении через поглощающую среду испытывает ослабление $\sim 1 \dots 2 \text{ дБ/м}$, что отображается индикатором 9. В опытах использовались 2 типа индикаторов: блок ваттметра измерительного Я2М-66, входящий в состав ваттметра поглощаемой мощности МЗ-53, а также осциллограф. Для нормального функционирования первого из них в тракт экспериментальной установки вводились аттенуатор и термоэлектрический преобразователь. Во втором случае исходный сигнал, вырабатываемый генератором, модулировался меандром и подавался на детекторную головку и осциллограф. Индикатор во втором варианте исполнения оказался более удобным, поскольку позволял видеть непрерывное изменение сигнала во времени, т.е. постоянно следить за текущими в рабочей камере процессами.

В результате проведения экспериментов с индикатором 9 и преобразователем 8 в «Исполнении Б» был получен график ослабления энергии ЭМИз (рис. 2). При изменении мощности генератора $P_{\text{ген}}$ в диапазоне 0,23...5 мВт сначала измерялось ослабление сигнала при его прохождении через рабочую камеру с отключённым активатором в отсутствие поглощающей среды. Затем в рабочей камере создавалась поглощающая ЭМИз среда и эксперимент повторялся. На рис. 2 по оси ординат отложена разница Δ двух полученных таким образом кривых. Из рис. 2 видно стабильное ослабление энергии ЭМИз во всём диапазоне мощностей сигнала, излучаемых генератором.

Для получения по возможности более надёжных результатов в процессе проведения эксперимента набиралась статистика: мощность сигнала, излучаемого генератором 1, несколько раз изменялась от минимальной до максимальной и обратно до минимальной, а на индикаторе 9 фиксировался полученный до и после образования поглощающей среды прошедший сигнал. При обработке результатов вычислялось среднее значение измеряемой величины, которое и представлено на рис. 2.

Результаты экспериментов с индикатором 9 и преобразователем 8 в «Исполнении А» приведены на рис. 3.

Чтобы окончательно убедиться, что за ослабление ЭМИз отвечает сформированная в рабочей камере 3 среда, после установления эффекта крышка камеры открывалась, и среда выдувалась посредством вентилятора. Показания индикатора при этом возвращались в исходное состояние.

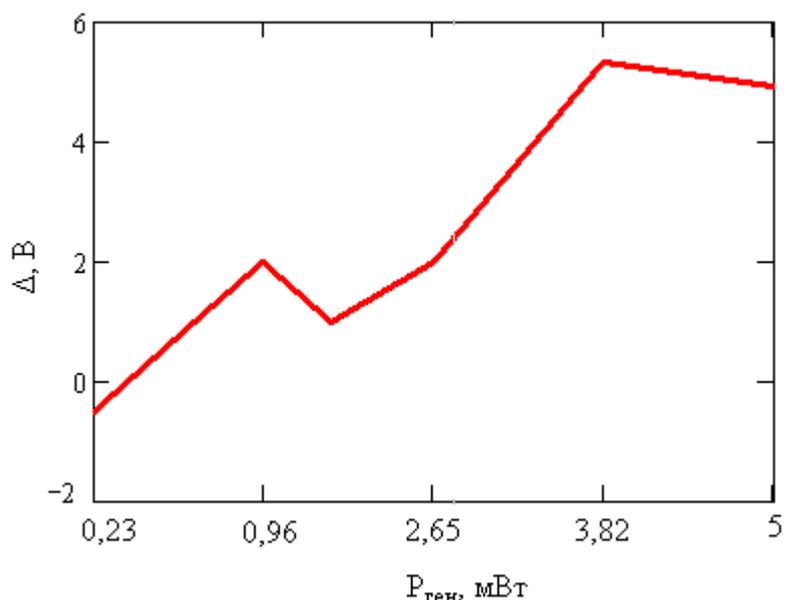


Рис. 2. Экспериментальный график ослабления энергии электромагнитного излучения модифицированным водяным паром (преобразователь и индикатор в «Исполнении Б»)

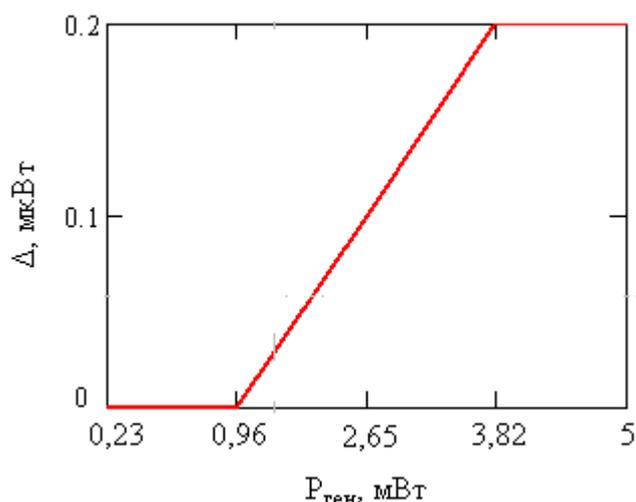


Рис. 3. Экспериментальный график ослабления энергии электромагнитного излучения модифицированным водяным паром (преобразователь и индикатор в «Исполнении А»)

Поглощающая среда обладает рядом достоинств:

1. Она обеспечивает эффективное ($\sim 1 \dots 2$ дБ/м) поглощение ЭМИз в миллиметровом и сантиметровом диапазоне длин волн при концентрации водяного пара $\sim 10^{-4}$ г/см³.
2. Имеет значительное (\sim не менее 10...15 минут) время жизни при отключённом активаторе.

Обнаруженный эффект ослабления энергии ЭМИз модифицированным водяным паром может быть применён для защиты естественных и искусственных объектов, в т.ч. подвижных и маневренных, от естественных и искусственных излучений миллиметрового – сантиметрового диапазона длин волн. Для реализации концепции защиты на борту объекта необходимо установить только источник рентгеновского излучения (например, газоразрядную трубку, работающую в режиме аномального тлеющего разряда; около 5% энергии, подводимой к трубке, превращается в энергию рентгеновского излучения [4]). Условие по влажности окружающего воздуха (для работы способа она должна быть не менее 0,01%), как следует из [5], выполняется на всей территории СНГ в любое время года.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность Ворончеву А.Т., Сутугину В.Г. и Крохалеву И.Н. за помощь при проведении экспериментов.

Библиографический список

1. В.А. Алексащенко, Б.С. Лобанов, В.П. Солдатов. Технология формирования объёмно-распределённых поглощающих образований (ОРПО)// Материалы конференции Десятого юбилейного международного форума «Высокие технологии XXI века». М.: ЗАО НПКФ «МаВР», 2009. – с. 9 – 15.
2. В.А. Алексащенко, В.П. Солдатов, А.А. Соловьев. Радиоэлектронная защита вооружения и военной техники сухопутных войск от высокоточного оружия// Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем: сборник докладов научно-технической конференции. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – с. 5 – 15.
3. Я.Л. Альперт, В.Л. Гинзбург, Е.Л. Фейнберг. Распространение радиоволн. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 884 с.
4. Г.В. Павлинский. Основы физики рентгеновского излучения. – М.: Физматлит, 2007. – 240 с.
5. Атмосфера. Справочное издание/ под ред. Ю.С. Седунова и др. - Ленинград: «Гидрометеиздат», 1991. – 512 с.