

ОСОБЕННОСТИ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ, ОБЛУЧЕНИЯ И НАГРЕВА

Риттер Дмитрий Викторович

к.т.н., старший преподаватель Северо-Казахстанского государственного университета
им. М. Козыбаева, г.Петропавловск

Риттер Екатерина Сергеевна

магистрант Северо-Казахстанского медицинского колледжа г.Петропавловск

Summary

*An application of field of surfacing of waveguide for heating of spreaded objects allows to solve some problems better than by traditional ways and is very perspective.**The preliminary analysis and calculations show, that use in installations on SHF to heating of superficial wave guides has essential advantages in comparison with the traditional.*

В соответствии с теорией электромагнитного поля излучение характеризуется распространением электромагнитного поля в свободном пространстве. По принятым представлениям излучение характеризуется тремя условными зонами: ближняя, промежуточная и дальняя. Отличие составляющих электромагнитного поля состоит в разной степени убывания поля по мере удаления от источника излучения. Так, в ближней зоне составляющие электрического и магнитного полей убывают обратно пропорционально r^3 и r^2 , а в дальней зоне обратно пропорционально r . Установки СВЧ, не связанные с излучением, в основном рассчитаны на работу в ближней зоне. Таким образом, режим излучения, который используется в связи, телевидении и других аналогичных областях характеризуется изменением составляющих поля обратно пропорционально расстоянию. При этом составляющие $\vec{E}$ и $\vec{H}$ колеблются в фазе, что позволяет связать их выражением $\vec{E} = W\vec{H}$, где W – волновое сопротивление среды распространения.

Кроме того, дальняя зона характеризуется тем, что в ней направленные свойства излучателя уже сформированы, излучатель обладает вполне определенной направленностью, характеризуемой коэффициентом усиления. Находят коэффициент усиления (КУ) по известной формуле $KU = D\eta$, где D – коэффициент направленного действия, η – коэффициент полезного действия излучателя.

Несколько по-иному обстоит дело с СВЧ облучением и нагревом. На частотах дециметрового диапазона СВЧ установки рассчитаны на работу в ближней зоне. На облучаемый объект действует совокупность составляющих поля соответственно координатам r, θ, φ . При этом их воздействие совокупное и мощность тепловыделения пропорциональна выражению $E_r^2 + E_\theta^2$.

Поляризация переизлучаемого поля неопределенна и зависит от расстояния: чем ближе к фазовому центру, тем выше неопределенность. Для этого случая направленность могла бы находиться с помощью проекции апертуры излучателя на облучаемую поверхность, если допустить применение апертурных антенн (рупорный излучатель, параболические зеркала и др.).

При поглощении энергии (тепловыделении) сложная структура поля усредняется, т.к. происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую, которая зависит от суммы квадратов составляющих напряженности электрического поля.

В данном случае направленные свойства, определяемые применительно к дальней зоне, практически не имеют значения, т.к. облучаемый предмет находится вблизи раскрыва, что означает, что облучаемая поверхность практически равна апертуре и вся энергия из волновода через излучатель падает на облучаемую площадь. Поэтому направленные свойства излучения можно не учитывать. В этой связи в первом приближении можно оперировать плотностью потока

мощности, падающего на площадь S , который определяется формулой $|\vec{P}| = [\vec{E}\vec{H}] = \frac{E_r^2}{W_r} + \frac{E_\theta^2}{W_\theta}$,
 $W_r = \frac{E_r}{H_\phi}$, $W_\theta = \frac{E_\theta}{H_\phi}$. В свою очередь, плотность потока излучения находится $|\vec{P}| = \frac{P}{S'}$, тогда

$\frac{E_r^2}{W_r} + \frac{E_\theta^2}{W_\theta} = \frac{P}{S}$. Это позволяет избежать учета зависимости напряженности электрического поля от расстояния до облучаемой площади.

Нагрев СВЧ полем – длительное и интенсивное облучение. Этот процесс характеризуется тем, что в ряде случаев изменяются электрофизические свойства нагреваемого объекта. Так обстоит дело при обработке СВЧ-полем древесины с целью сушки.

С испарением воды $tg\delta$ и выделение тепла понижаются. Освободившаяся мощность уходит в балластную нагрузку, температура которой соответственно повышается. Это позволяет по изменению температуры в балластной нагрузке судить о ходе процесса сушки.

Следует заметить, что при энергетических расчетах, проведенных выше, полагалось, что отражение электромагнитной волны отсутствовало, т.е. падающая мощность переходила в тепло. В действительности практически всегда имеется отраженная мощность, которая определяет согласование в подводящем волноводном тракте. Это необходимо учитывать с помощью коэффициента отражения.

При СВЧ нагреве материалов, содержащих в связанном состоянии воду в виде льда, процесс СВЧ нагрева может привести к явлению экранирования. Это происходит в силу того, что при относительно высоких значениях удельной проводимости и диэлектрической проницаемости происходит разогрев только верхних слоев материала, а прогрев более глубоких слоев замедляется. В результате происходит увеличение времени нагрева. В связи с этим возникает задача отсоса водной фракции через вентиляцию или дренаж. Поэтому при проектировании СВЧ установок необходимо учитывать фазовые переходы входящих в материал компонентов.

Литература

1. Шевченко В.В. Плавные переходы в открытых волноводах. - М.: Наука, 1969. – 191 с.
2. Ефимов И.Е. Радиочастотные линии передачи. – М.: Сов.Радио, 1964. – 600с.
3. Семенов Н.А., Семенов В.В. Коэффициент возбуждения (эффективность) возбудителей апертурного типа линии поверхностной волны. //Радиотехника. –1970. –№ 1. – С. 96-98.
4. Семенов В.В. Экспериментальное исследование поля излучателя возбудителей линии поверхностной волны. // Труды учебных институтов связи. Л., 1966. Вып.30. С. 19-25. .
5. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Всенаправленная высотная антенна. Патент N 2099827.
6. Трошин Г.И., Малолепший Г.А., Алфеев В.Н. Некоторые вопросы применения однопроводных линий передачи в качестве фидерных трактов для многоканальных радиорелейных линий связи сантиметрового диапазона волн. // Радиотехника, 1964. Т.19 N1. С. 36-45.
7. Семенов Н.А., Гулькирова П.С. Линия поверхностной волны для передачи телевидения. // Техника кино и телевидения. 1967 N 1. С. 46-49.
8. Семенов Н.С., Семенов В.В. Передача телевизионной программы с амплитудой модуляцией по линии поверхностной волны. //Труды учебных институтов связи. - Л., 1965. Вып.26. С 9-14.
9. Македонский Д. Опыт применения однопроводных линий поверхностной волны. // Электросвязь. 1978 N5. С 25-26
10. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Установка для изучения характеристик линейной антенной решетки. // Приборы и техника эксперимента. 1995 N4. С. 89-92.
11. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Моделирование линейной антенной решетки на основе однопроводной линии передачи. // Приборы и техника эксперимента. 1996. N 5. С. 85-86.
12. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Нетрадиционное построение всенаправленных и направленных антенн. //7-я Международная Крымская конференция “СВЧ – техника и телекоммуникационные технологии” – Севастополь, 1996, 16-19 сентября. – Материалы

- конференции. Т. 2. – С.531 -533.
13. Семенов В.В. Использование линии поверхностной волны в качестве мощного телевизионного антенного фидера //Электросвязь. – 1970. - №12 – С. 16-17.
 14. Семенов НА., Поликовский АМ. Линии поверхностной волны для передачи телевидения // Линии – связи СССР. Всесоюзный электротехнический институт связи. Редакционноиздательский отдел ВЗЭИС.- М., 1963-74 с.