

Для задачи нестационарной теплопроводности в твердом теле вывод авторов кажется неожиданным. Но анализ графиков А.В.Лыкова по изменению относительной температуры Θ в зависимости от критериев Био B_i и Фурье F_0 показывает постоянство при постоянном значении произведения $B_i \cdot F_0$ (т.е. при моделировании с одинаковыми плотностями тепловых потоков) сохранение отношения времени и размера соблюдается в большей части каждого графика и для тел разных форм; несоответствие есть только при малых F_0 и больших B_i , но оно имеет случайный характер, что свидетельствует не о физической сущности этого отклонения, а скорее о неточности приближенных вычислений. Возможно аппроксимировать решения формулой вида

$$\lg \Theta = A \cdot B_i \cdot F_0,$$

где A – зависит от формы тела и расположения точки на нем (для центра куба, шара, цилиндра с равными диаметрами и длиной $A = -1,2$; для пластины $A = -0,4$). По мнению авторов, предлагаемое решение позволяет упростить расчеты и доказывает возможность моделирования прогрева теплоизоляции и элементов конструкции.

Многочисленными экспериментальными исследованиями авторов показано, что «масштабный эффект» обусловлен неправильной постановкой задачи моделирования аппаратов. Предложен подход к моделированию, позволяющий провести прямое точное физическое моделирование тепломассообменных аппаратов и уточнить математические модели ряда гидродинамических и тепломассообменных процессов.

ВИДЕОИМПУЛЬСНЫЙ ИМИТАТОР НА ОСНОВЕ КОЛЕЦ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Б.А.Верига

Гомельский политехнический институт им. П.О.Сухого (Гомель)

Одним из эталонов создания помехозащищенной аппаратуры является испытание ее в специальных установках, формирующих электромагнитные помехи заданного вида – имитаторах. Основными имитаторами являются ТЕМ-комеры и установки на основе колец Гельмгольца. Стандартная схема испытательной установки [1] позволяет сформировать сигнал электромагнитного поля с длительностью фронта в десятки наносекунд и более. Ниже показано, что включения резистивных нагрузок в кольцевую антенну имитатора позволит существенно уменьшить фронт импульса поля и, таким образом, формировать электромагнитную помеху специальной формы.

Основой имитатора являются две кольцевые антенны, расположенных в параллельных плоскостях. Вследствие кольцевой симметрии задачи ток на каждой из антенн представлен в виде

$$I(\varphi) = 2\pi a \langle \vec{K}(\varphi) \cdot \vec{\Phi} \rangle$$

где $\vec{K}(\varphi)$ – вектор плотности тока; $\vec{\Phi}$ – азимутальный орт в цилиндрической системе координат.

Решение задачи сводится к решению интегрального уравнения Фридрихса первого рода относительно тока $I(\varphi)$

$$\frac{j\eta}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} G(\varphi, \varphi') I(\varphi') d\varphi' = V_0 \delta(\varphi) - Z^i(\varphi) I(\varphi) \quad (1)$$

Здесь $G(\varphi, \varphi')$ – функция Грина; V_0 – амплитуда источника возбуждения; $Z^i(\varphi)$ – импедансы, включенные в антенну; $\eta = 120 \pi$ – сопротивление свободного пространства.

Так как задача обладает полной круговой симметрией решение находится в виде ряда Фурье по круговым гармоникам

$$I(\varphi) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} I_n e^{-jn\varphi} \quad (2)$$

Используя аналогичные разложения для $G(\varphi, \varphi')$, $\delta(\varphi)$, можно найти аналитическое решение:

$$I_n = -jV_0 [\pi\eta(g_n - j2bZ^i/\eta)]^{-1} \quad (3)$$

Коэффициенты разложения функции Грина g_n выражаются аналитически через функции Бесселя и Ломмель-Вебера [2]. На каждой частоте рассчитываются электрические и магнитные поля путем интегрирования по поверхности антенн Σ

$$E = -\frac{1}{4\pi} \int_{\Sigma} (j\omega\mu K - \frac{\eta}{\epsilon} \text{grad}) \times \text{grad} \left(\frac{e^{-jkr}}{r} \right) d\sigma, \quad B = \frac{\mu}{4\pi} \int_{\Sigma} K \times \text{grad} \left(\frac{e^{-jkr}}{r} \right) d\sigma \quad (4)$$

При заданной временной форме возбуждения $v(t)$ находим его разложение в ряд Фурье по частотам, т.е. спектр входного сигнала $v_0(\omega)$ и по стандартной процедуре можем найти обратную свертку (4) со спектром для определения временной формы поля.

Установлено, что для формирования видеоимпульсного излучения с крутым фронтом необходимо оптимальное включение резистивных элементов по периметру рамки.

Обсуждаются результаты расчета поля в центре имитатора для различных значений распределенной по антенне нагрузке R_{Σ} . Установлено, что для выбранного значения диаметра антенны $d = 1\text{ м}$ оптимальной является нагрузка $R_{\Sigma} = 20000\ \text{м}$.

Представлены результаты расчета потока излученной энергии одиночной кольцевой антенны при том же значении R_{Σ} при ее видеоимпульсном излучении сигналом временной формы

$$v_0(t) = e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}$$

Параметры α и β соответствуют фронту нарастания 1нс и длительности импульса $\tau_u = 10\ \text{нс}$.

Такая антенна может успешно использоваться для формирования излучения как в направлении перпендикулярном плоскости антенны, так и в направлении $\varphi = 180^\circ$ и быть элементом сверхширокополосного видеоимпульсного радиолокатора. Простота и конструктивная надежность кольцевого излучателя позволяют его использовать в видеоимпульсных дальномерах на подвижных устройствах, работающих в жестких условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.И.Кравченко Грозозащита радиоэлектронных средств М:Радио и связь. 1991.
2. M.Kanda. Transients in a resistively loaded loop antenna. Int. Symp. on Electromagnetic compatibility. Tokyo, 1984, p.286-290

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ БЛОКИРУЮЩИЕ КОНТУРЫ СВЯЗАННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

П.Ненов, Е.Ангелова

Университет им. А.Кыпчаева (Русе, Болгария)

Одно из затруднений проектирования различных зубчатых механизмов, коробок скоростей, редукторов и др. вытекает из того обстоятельства, что часть применяемых в них передач не работает самостоятельно. Эти передачи оказываются связанными друг с другом определенным способом. В данном отношении характерным примером являются планетарные передачи типа 2К-Н, в которых сателлитное колесо «g» участвует одновременно во внешнем зацеплении с центральным зубчатым колесом «а» и во внутреннем зацеплении с зубчатым венцом «b». В указанном случае речь идет о двух реально связанных передачах, в которых сателлитное колесо является связывающим. Иногда связь между передачами может не быть прямой, а лишь подчиненной определенному требованию. В этих случаях можно считать, что налицо условно связанные зубчатые передачи. Связывающее условие чаще всего касается одинаковости межосевого расстояния или обуславливает неизменные геометрические параметры одного из колес. В зависимости от числа различных передач, работающих связно, реальная и условная связь может быть однократной или многократной.

Во всех указанных случаях синтез зубчатых передач с оптимальными параметрами проводится обязательно разработкой и анализом соответствующих связанных геометрических блокирующих контуров (ГБК). Ниже на нескольких характерных примерах будет рассмотрено создание этих ГБК. Первый из них относится к планетарной передаче типа 2К-Н. Ее проектирование усложняется дополнительными требованиями: симметрией, соосностью, соседством и т.д. В этих условиях выяснение вопроса о качестве зацепления данного варианта требует возможно более полного знания области допускаемых решений. Она может быть найдена с помощью блокирующих контуров, полученных путем автоматизации.

Разработка полного ГБК значительно упрощается на основе контуров типа «X-A_w». Пределы варьирования коэффициентами смещения зубчатых колес, допустимые с точки зрения обоих зацеплений, получены при совместной обработке двух блокирующих контуров. В случае эта обработка сводится к накладыванию друг на друга образов контуров «X-A_w» для внешнего (Рис. 1а) и для внутреннего зацепления (Рис. 1б) таким способом, который