

сти органов и тканей, поэтому безперспективной является приватизация его интеллектуальной собственности, замысла, основополагающей идеи, концепции мониторинга жизнеспособности органов и тканей. Итоги этих научно-исследовательских работ следующие. Снижены послеоперационная летальность при urgentной резекции кишечника с 24,8 % до 18,4 %, частота несостоятельности межкишечных анастомозов с 9,3 % до 4,1 % (Ф.С.Жижин, 2003). Преодолены ишемические нарушения трансплантата пищевода при пластике его по поводу рака (В.М.Камашев, 1997), гемодинамические нарушения при язвенной болезни желудка и 12-типерстной кишки (Э.В. Халимов, 2003), при прободных гастро-дуоденальных язвах (Ф.Г. Бабушкин, 2003), при резекциях желудка (Г.В.Туян, 2000), острой кишечной непроходимости и ущемленных грыжах (А.П. Кравчук, 1984), при остром панкреатите (Э.О. Вальтер, 1990), при переломах конечностей (И.В.Рябов, 1982), при операциях на толстом кишечнике (С.Л.Точилов, 1988, Е.В. Шпилевой, 2000), при аппендиците (М.В. Корепанова, 2000), при ваготомиях (А.С.Макаров, 1987, Э.В.Халимов, Б.Б.Капустин, 2003), при операциях на тонких кишках, тромбозах и эмболиях брыжеечных сосудов (П.А.Плетнев, 1988), при различных видах наркоза (С.С. Овчинников, 1997), при наложении билиодигестивных анастомозов (И.С.Кузнецов, 1995), в малоинвазивной хирургии (А.Я.Мальчиков, 2003), в гинекологии (В.А. Япеев, 2002), в стоматологии (Е.И.Дерябин, Т.Л., Рединова, 1992; И.С.Рединов, 2001), в детской хирургии (В.А. Бушмелев, 1990; В.В. Поздеев, 2001), при раке щитовидной железы (В.В.Вараксин, 2003), при обработке кишечных культур (Э.В.Халимов, 2003), при лор-патологии (А.П. Кравчук, 2001). Важно отметить атравматичность и информативность методов, экспресс функциональный анализ патологии и жизнеспособности. При исследовании пульсовой и неппульсовой оптической плотности изучалось морфо-функциональное состояние объекта, сосуды артериальной и венозной систем, микроциркуляторное русло, интраорганный нервный аппарат и формирующие органы ткани. Это является обоснованием интра- и постоперационной диагностики жизнеспособности тканей и органов человека.

Работа представлена на научную заочную электронную конференцию «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники» (15-20 марта, 2004 г.)

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ ФЕРРОМАГНИТНОЙ СРЕДЫ В РЕЖИМЕ НАСЫЩЕНИЯ

Сысун В.И., Подопригра А.В.

*Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск*

В последние годы индукционный нагрев стал широко применяться в бытовых нагревателях, в том числе и нагревателях воды. Их достоинствами являются полное отделение нагреваемого тела от электрической сети, выделение энергии непосредственно в металле, простота конструкции. Их недостатками являются низкий коэффициент мощности при отсут-

ствии магнитопровода, а также ограничение вводимой удельной мощности при низких частотах в режиме до насыщения ферромагнетика. В настоящей работе исследуется влияние насыщения ферромагнетика на плотность и коэффициент мощности при индукционном нагреве.

Уравнения Максвелла дают следующее выражение для проникновения электромагнитной волны в металл при однородной проводимости σ и переменной магнитной проницаемости μ [1]:

$$\nabla^2 H = \sigma \mu_0 \frac{\partial(\mu H)}{\partial t} \quad (1)$$

Простое решение (1) получается в одномерном случае при постоянном μ и синусоидальном магнитном поле у поверхности полуграниченного тела $H(0)=H_0 \cos(\omega t)$.

$$H(z) = H_0 e^{-\frac{z}{\Delta}} \cos(\omega t - \frac{z}{\Delta}) \quad (2)$$

$$E(z) = -\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H}{\partial z} = \frac{H_0 \sqrt{2}}{\sigma \Delta} e^{-\frac{z}{\Delta}} \cos(\omega t - \frac{z}{\Delta} + \frac{\pi}{4}) \quad (3)$$

где $\Delta = \sqrt{\frac{2}{\sigma \mu \mu_0 \omega}}$ - толщина скин-слоя. Поверх-

ностная плотность активной мощности, выделяемой в металле в среднем за период, определяется выражением:

$$P_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T E(0)H(0)dt = \frac{H_0^2}{2\Delta\sigma} = 2 * 10^{-3} (I_0 W_0)^2 \sqrt{\rho \mu f}, \frac{Bm}{M^2} \quad (4)$$

где I_0 - действующее значение тока, W_0 - плотность намотки витков (1/м), ρ - Ом*м, f -Гц. Из-за сдвига фаз на $\pi/4$ между E и H коэффициент мощности равен $\alpha = \cos \varphi = \frac{P_{cp}}{E_0(0)H_0(0)} = 0,707$. Со-

гласно (4) увеличение напряженности поля H_0 существенно увеличивает плотность вводимой мощности, однако при этом μ начинает зависеть от H и рассматриваемое приближение неприменимо. Точная зависимость кривой намагничивания ферромагнетика может содержать до 10 параметров [2]. При практических расчётах её аппроксимируют отрезками парабол, зависимости $H(t)$ заменяются их первыми гармониками, что позволяет исключить зависимость от времени [3]. Для приближенной оценки выделенной мощности предлагается использовать формулу(4) с увеличенным в 1,36 раза численным коэффициентом и "μ", определяемому по действующему значению напряженности магнитного поля у поверхности ферромагнетика [4]. Коэффициент мощности "α" в режимах с насыщением не оценивался.

Рассмотрим прямое численное решение(1) без разложения по гармоникам при заданной зависимости $\mu(H)$ определяемой типом материала. Для большинства конструкционных сталей в сильных полях магнит-

ную проницаемость можно аппроксимировать следующим выражением:

$$\mu\mu_0 \approx \mu_0 + \frac{B_m}{|H| + H_c} \quad (5)$$

где B_m и H_c константы. Для сталей ст.10, ст.3 $B_m \approx 2\text{Тл}$, $H_c \approx 2 \cdot 10^3 \text{ А/м}$. Тогда в плоском случае при достаточной толщине металла уравнение(1) запишется:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \sigma \left(\mu_0 + \frac{B_m H_c}{(|H| + H_c)^2} \right) \frac{\partial H}{\partial t} \quad (6)$$

Переходя к безразмерным величинам будем иметь:

$$\frac{\partial H'}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 H' / \partial x^2}{\mu_c^{-1} + (1 + |H'|)^{-2}} \quad (7)$$

где

$$H' = \frac{H}{H_c}; x = \frac{z}{\nabla_0}$$

$$\tau = \frac{\omega t}{2}; \mu_c = \frac{B_m}{\mu_0 H_c} = 796; \nabla_0 = \sqrt{\frac{2H_c}{\sigma \omega B_m}} \quad \text{Для}$$

электрического поля и вводимой мощности получим:

$$E' = \frac{E \sigma \nabla_0}{H_c} = -\frac{\partial H'}{\partial x} \quad (8)$$

$$P'_{cp} = \frac{P_{cp} \sigma \nabla_0}{H_0^2} = -\frac{1}{\pi} \int_0^\pi H'(0) \frac{\partial H'(0)}{\partial x} \partial \tau \quad (9)$$

$$\alpha = \frac{\int_0^\pi E'(0) H'(0) \partial \tau}{\left(\int_0^\pi E'^2(0) \partial \tau \right)^{0.5} \left(\int_0^\pi H'^2(0) \partial \tau \right)^{0.5}} \quad (10)$$

На рис. 1,2 представлены численные решения значений $E'(0,\tau)$, $H'(0,\tau)$, а также P_{cp} и α при различных значениях H_{max}/H_c .

Зависимости $H'(0,\tau)$ - 1,2,3 при синусоидальной форме $E'(0,\tau)$ -4(относительные величины): 1- $E_0'=0.1$; $H_m'(0,\tau)=0.15$; $P_{cp}'=0.011$; $\alpha=0.72$; 2- $E_0'=20$; $H_m'(0,\tau)=120$; $P_{cp}'=980$; $\alpha=0.86$; 3-модель

$$H'_m = E'^2 / 4; P'_{cp} = H_m'^{3/2}; \alpha=0.89.$$

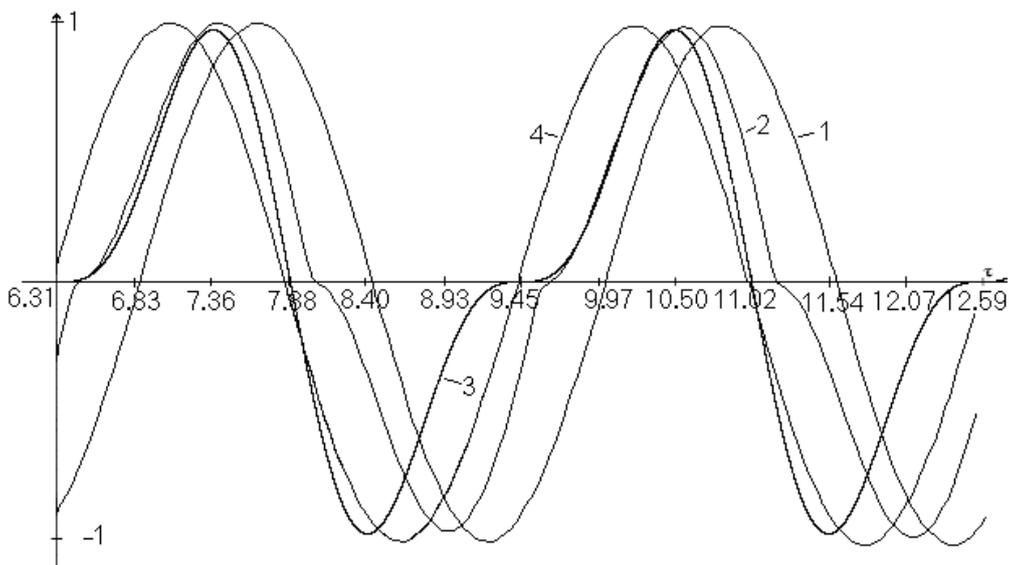


Рисунок 1.

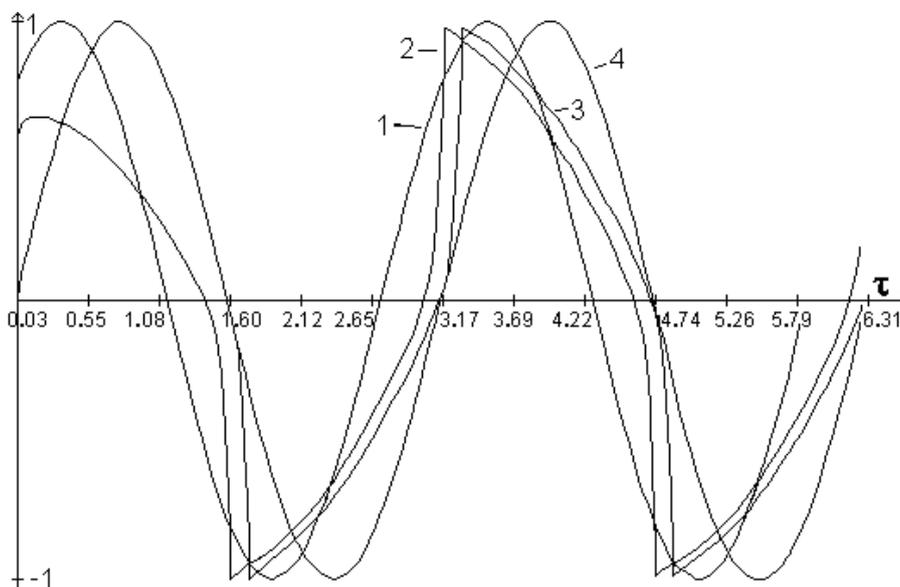
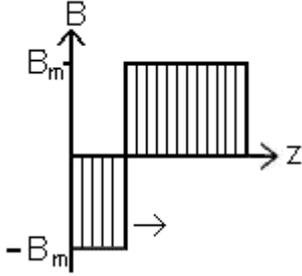


Рисунок 2.

Зависимости $E(0, \tau)$ -1,2,3 при синусоидальной форме $H(0, \tau)$ -4: 1- $H'_0=0.1$; $E'(0, \tau)=0.138$; $P'_{cp}=0.0049$; $\alpha=0.72$; 2- $H'_0=50$; $E'(0, \tau)=15.1$; $P'_{cp}=280$; $\alpha=0.82$; 3- модель $E'^2(0, \tau)=4H'_0$; $P'_{cp}=0.85H_0^{3/2}$; $\alpha=0.85$.



Можно предложить простую физическую модель проникновения магнитного поля в ферромагнетик в режиме с насыщением. Индукция поля значением $B=B_m$ проникает вглубь ферромагнетика в соответствии с уравнением: $E(0, t) = -\frac{1}{2\pi r} \frac{\partial \Phi}{\partial t} = \pm 2B_m \frac{\partial z}{\partial t}$.

При смене знака $E(0, t)$ на границе металла B скачком меняет знак и это противоположное значение движется внутрь, в то время как движения в глубине прекращаются. Ток протекает по внешней расширяющейся области проникновения с однородной по глубине плотностью $j=\sigma E$. Полный ток на единицу длины, равный напряженности магнитного поля у поверхности, равен $I(t)=H(0, t)=\sigma z E(0, t)$. При задании на границе $E(0, t)=E_0 \sin \omega t$, получаем

$$H(0, t) = \pm \frac{\sigma E_0^2}{2\omega B_m} (\sin \omega t - 0.5 \sin 2\omega t); 0 \leq \omega t \leq \pi$$

$$; P_{cp} = \frac{E_0 H_m}{2} = \frac{H_m^2}{\sigma \Delta_{\text{эф}}}; \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}} \approx 0.89, \text{ где}$$

$$H_m = \frac{\sigma E_0^2}{2\omega B_m} \text{ - амплитуда } H(0, t);$$

$$\Delta_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{2}{\sigma \omega \mu_0 \mu_{\text{эф}}}} \text{ - эффективная толщина скин-}$$

слоя при магнитной проницаемости $\mu_0 \mu_{\text{эф}} \approx \frac{B_m}{H_m}$,

определяемой по амплитуде $H(0, t)$. При заданной на границе $H(0, t)=H_0 \sin \omega t$ получаем

$$E(0, t) = \pm \sqrt{\frac{2H_0 \omega B_m}{\sigma}} \cos \frac{\omega t}{2}; 0 \leq \omega t \leq \pi,$$

$$P_{cp} = \frac{4}{3\pi} H_0 E_m \approx \frac{0.85 H_0^2}{\sigma \Delta_{\text{эф}}}, \alpha = \frac{8}{3\pi} \approx 0.85.$$

Отметим, что в обоих случаях сохраняется соотношение между H_m и E_m и глубина проникновения

$$z_m = \frac{E_m}{B_m \omega} = \sqrt{\frac{2H_m}{\sigma \omega B_m}} = \Delta_{\text{эф}}. \text{ Модельные значения}$$

$H(0, t)$ и $E(0, t)$ показаны на рис.1,2. При $H_m/H_0 > 50$ они приближаются к результатам численного расчёта. Таким образом, глубокое насыщение ферромагнетика позволяет увеличить как удельную выделяемую мощность, так и коэффициент мощности.

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта PZ-013-02, поддерживаемого совместно Американским фондом гражданских исследований и развития (АФГИР), Министерством образования РФ и правительством Республики Карелия.

Литература:

1.Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц "Электродинамика сплошных сред", М., Наука, 1987, 620с.

2.Набиев Н.А., Гулиев З.А., Гаджибалаев Н.М., "Электричество", 2002, №3, с.54-57.

3.В.В.Сухоруков "Математическое моделирование электромагнитных полей в проводящих средах", М., Энергия, 1975, 150с.

4."Установки индукционного нагрева" под редакцией А.Е.Слухоцкого, Л., Энергоиздат, 1981, 328с.

Работа представлена на научную конференцию с международным участием «Технологии 2004» (18-25 мая 2004г. Турция г.Анталья)

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Цыбулько Е.И., Макарова Е.В., Юдина Т.П.,
Бабин Ю.В.

Дальневосточная академия экономики и управления,
Владивосток

Уникальные виды дикорастущего и лекарственного-технического сырья Дальнего Востока, ранее, практически, не применяемые в производстве товарной пищевой продукции, а реализуемые в аптечной сети, в основном, в виде сухих лекарственных сборов и спиртовых настоек, представляют большой интерес как пищевые ингредиенты для создания безалкогольных напитков, чайных бальзамов, сиропов и др.

На основе композиции, включающей лист мяты перечной, смородины черной; побеги леспедецы двухцветной; плоды шиповника коричневого, бархата амурского; трава зверобоя продырявленного, крапивы двудомной; зелень петрушки кудрявой; корень солодки уральской; цвет ромашки аптечной, липы сердцевидной приготовлен сироп. Количественное содержание ингредиентов в композиции определяли с учетом вкусового порога чувствительности и фармакологических свойств растений. При производстве сиропов использовали экстрагирование биологически активных веществ водой при температуре 95-97 °С в течение 30 мин. При этом происходит глубокое и необратимое превращение коллоидов, разрушение зеленых пигментов, пектиновых и смолистых веществ, изомеризация и дегградация некоторых спиртов и альдегидов, инактивация болезнетворных бактерий, а также устранение типичного вкуса и запаха свежей зелени за счет консервации хлорофиллов. Вкус и аромат сиропа обусловлены присутствием в экстракте фенольных соединений. Данные вещества хорошо растворяются в воде, особенно в горячей, многие полифенолы легко окисляются, обуславливая красную и коричневую окраску. Империческим путем был подобран