

Л.А. ВАРДАНЯН, М.А. АРАМЯН

СЛЕДСТВИЯ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ЗАКОНА ОМА

На основе экспериментально установленного закона Ома $i = U/r$ или $i = Ug$ можно не только построить теорию электромагнитного поля Максвелла, но и выявить в ней некоторые формальности. Предложен метод, позволяющий на основе закона Ома исследовать теорию электромагнитного поля.

Ключевые слова: закон Ома, теория электромагнитного поля, активное сопротивление, активная проводимость.

Введение. При предположении о постоянстве активного сопротивления r или активной проводимости $g = 1/r$ в проводящих средах Омом установлено, что электрический ток i равен

$$i = U/r \text{ или } i = Ug. \quad (1)$$

Этот закон был установлен независимо от того, электрический ток постоянен $i = I$ или зависит от времени $i(t)$. Здесь же невзаимодействие между движущимися зарядами было предположено мгновенное [1].

На основе исследования “Уравнения размерностей электрических единиц” Дж.К. Максвелла [2, 3] можно построить теорию электромагнитного поля (ТЭМП) Максвелла и выявить в ней некоторые формальности.

Рассматривается электромагнитное поле Максвелла в регулярной материальной системе с абсолютными диэлектрической ϵ_a и магнитной μ_a проницаемостями.

1. К исследованиям о “Размерности электрических единиц” Дж.К. Максвелла. В данной статье будем пользоваться уравнениями размерностей (УР) Максвелла. В начале исследования [1] Максвелл отмечает: “Электрические единицы можно выразить через основные единицы механики: длины l , массы m и времени t ”. Он рассматривал 12 электромагнитных физических величин, применяемых в теории электрических и магнитных явлений: шесть электрических величин (заряд q , скалярный электрический потенциал φ , ток i , плотность тока проводимости $\delta_{\text{пр}}$, напряженность электрического поля E , смещения D) и шесть магнитных величин (поток Φ , скалярный магнитный потенциал φ_m , потокосцепление ψ , напряженность магнитного поля H , индукция B , векторный магнитный потенциал A).

Были составлены 12 УР, которые привели к некоторым важным результатам. Представим экспериментально установленный закон Ома в виде УР Максвелла, где рассматриваются три пары электрических и три пары магнитных физических величин. Произведение двух величин в каждой из этих пар равно энергии или плотности энергии. На этой основе в [4, 5] составлено шесть УР (символы принятых в статье физических величин отличаются от принятых символов, опущен также символ размерностей):

$$\begin{aligned} q/\Phi &= \varphi_m/\varphi, \quad q/\psi = i/\varphi, \\ D/B &= E/H, \quad A/B = H/\delta_{np}, \\ \varphi/\varphi_m &= E/H, \quad \varphi \cdot \varphi_m = E \cdot H \cdot l^2 = S \cdot l^2. \end{aligned} \quad (2)$$

Согласно [6], размерность тока равна $i = Hl$, а размерность напряжения $u = El$. Если учесть также размерность электрического сопротивления $r = l/\gamma s = l/\gamma l^2 = 1/\gamma l$, то закон Ома в виде УР примет вид

$$Hl = \gamma El^2. \quad (3)$$

Покажем, что на основе установленных в [2] УР можно построить ТЭМП Максвелла.

2. Построение теории электромагнитного поля Дж.К. Максвелла.

Пусть имеется материальная дисперсная система (ДС) (рис. 1а)

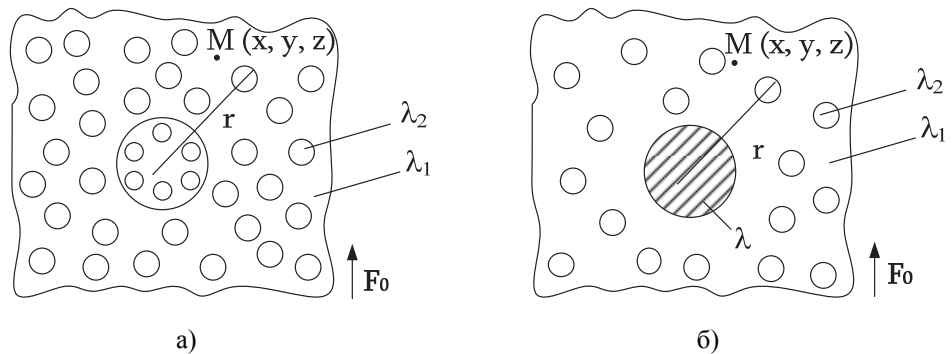


Рис. 1. Регулярная материальная дисперсная система:

а – реальная система; б – эквивалентная модель

Представленные рис. 1а и б будут эквивалентными, если в произвольных одинаковых точках пространства скалярные электрические потенциалы или поля будут одинаковыми [7, 8].

Тогда обобщенная энергия в обеих системах будет равна

$$(W_0 + W_1)_{\text{реальная система}} = (W_0 + W_1)_{\text{модель}}, \quad (4)$$

откуда можно получить

$$(W_0)_{\text{реальная система}} = (W_0)_{\text{модель}}. \quad (5)$$

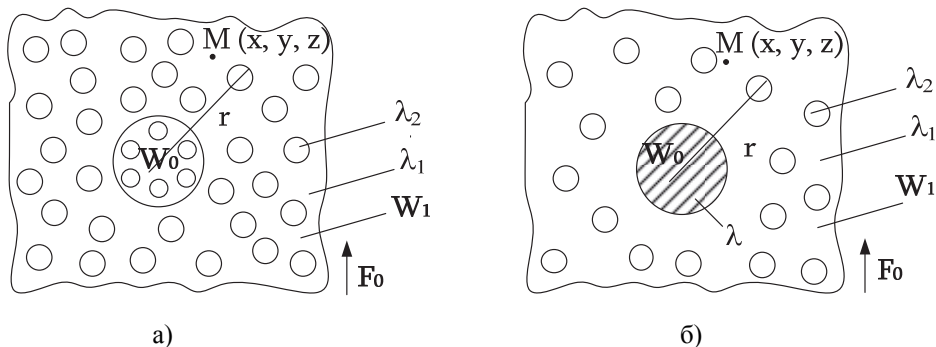


Рис. 2. Предлагаемая регулярная материальная дисперсная система:

а – реальная система; б – усредненная модель

На рис. 2а и б представлены системы, полученные нами в предположении, что включения с обобщенной проводимостью λ_2 усреднены согласно определению Г.А. Лоренца в физически бесконечно малом сферическом объеме V_0 . В зависимости от формы включений усреднение следует проводить аналогично форме включений.

3. Следствия, вытекающие из предлагаемого метода исследования.

На основе теоремы векторного поля [9] для регулярных распределений сферических включений (рис. 2а) можно получить для обобщенной энергии

$$\frac{1}{2}(\lambda_1 - \lambda_2)n_0v_2\mathbf{F}_0\mathbf{F}_{2i} = \frac{1}{2}(\lambda_1 - \lambda)v_0\mathbf{F}_0\mathbf{F}_i, \quad (6)$$

где \mathbf{F}_{2i} – обобщенная сила внутри сферической частицы; \mathbf{F}_i – обобщенная сила внутри усредненного тела.

Последнее соотношение позволяет получить

$$f_2(\lambda_1 - \lambda_2)\mathbf{F}_{2i} = (\lambda_1 - \lambda)\mathbf{F}_i, \quad (7)$$

где f_2 – объемная концентрация включений.

Вычисляя \mathbf{F}_{2i} и \mathbf{F}_i , получим интегральную величину реальной материальной системы. Представление плотности полного тока в виде проводимости и тока смещения скорее формальное, чем реальное. Это же заключение отмечается также в [10].

Выводы

1. На основе экспериментально установленного закона Ома можно не только построить теорию электромагнитного поля Максвелла, но и выявить в ней некоторые формальности.

2. На основе теоремы векторного поля для регулярных распределений сферических включений можно получить уравнение для обобщенной энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Арамян М.А., Арамян А.М.** К электродинамике движущихся зарядов // Вестник ГИУА: Сборник научных статей. – 2002. - Т. 1. – С. 97-99.
2. **Максвелл Дж.К.** Размерности электрических единиц (см. [1, с. 456-504]).
3. **Максвелл Дж.К.** Сравнение электростатических единиц с электромагнитными (см. [1, с. 526-549]).
4. **Фарадей М.** Избранные сочинения по электричеству. – М.: Изд-во АН СССР, 1947.
5. **Фарадей М.** Экспериментальные исследования по электричеству. – М.: Изд-во АН СССР, 1949.
6. **Арамян М.А., Арамян А.М.** О методе исследования электромагнитного поля // Электричество. – 2006. – №3. – С. 54-59.
7. **Арамян М.А.** К методам расчета усредненных параметров дисперсных систем // Тезисы докладов проф.-препод. состава ЕрПИ.- 1986. - С. 27.
8. **Арамян М.А.** К методам расчета усредненных параметров дисперсных систем. Тезисы докладов проф.-препод. состава ЕрПИ. – 1986. - С. 27.
9. **Стрэттон Дж.А.** Теория электромагнетизма. – М. –Л.: Гос. изд-во техн.-теор. лит-ры, 1948. – 540с.
10. **Демирчян К.С., Демирчян К.К.** Уравнения электромагнитного поля Максвелла и развитие физической науки // Электричество. – 2006. – С. 3-29.

Լ.Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ.Ա. ԱՐԱՄՅԱՆ

ՕՇՄԻ ՕՐԵՆՔԻՑ ԱՐՏԱԾՎՈՂ ՀԵՏԵՎՈՒԹՅՈՒՆ

Փորձնականորեն հաստատված Օհմի օրենքի հիման վրա $i = U/r$ կամ $i = Ug$ կարելի է կառուցել ոչ միայն Մաքսվելի էլեկտրամագնիսական դաշտի տեսությունը, այլ նաև բացահայտել որոշ ձևականություններ: Առաջարկվել է Օհմի օրենքով էլեկտրամագնիսական դաշտի տեսության ուսումնասիրության համար:

Առանցքային բառեր. Օհմի օրենք, էլեկտրամագնիսական դաշտի տեսություն, ակտիվ դիմադրություն, ակտիվ հաղորդականություն:

L.A. VARDANYAN, M.A. ARAMYAN

CONSEQUENCES OF THE OHM LAW

Based on the experimentally established law of Ohm $i = U/r$ or $i = Ug$ it is possible not only to construct the theory of the electromagnetic field of Maxwell, but also identify some of the formalities in it. A method, allowing to investigate the electromagnetic field theory based on the Ohm method is proposed.

Keywords: Ohm's law, electromagnetic field theory, active resistance, active conductivity.

УДК 621.313

А.Л. МАИЛЯН, М.А. САГАТЕЛЯН

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ГИДРОАГРЕГАТА МАЛОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Исследованы колебания индуктора синхронных генераторов в системах малых гидроэлектростанций. Рассмотрены основные виды колебаний и причины их возникновения. Изучены основные параметры колебательных процессов. Составлена математическая модель колебательного процесса, целью которой является определение основных параметров колебаний индуктора синхронного генератора.

Ключевые слова: малая гидроэлектростанция, гидроагрегат, колебания, крутильная схема, математическая модель.

Для генерирования электроэнергии в системах малых гидроэлектростанций (ГЭС) широкое применение получили синхронные генераторы, что связано с рядом их преимуществ. Гидроагрегат малых ГЭС состоит из гидротурбины, редуктора, маховика и электрогенератора. Последний является важнейшим (основным) узлом гидроагрегата. В системах малых ГЭС динамические переходные процессы, происходящие как со стороны гидравлической системы, так и со стороны электрической сети, имеют негативное воздействие на гидроагрегат из-за его относительно малых габаритов и веса. Эти переходные процессы являются причиной возникновения колебаний индуктора синхронного генератора [1].

Каждому установившемуся синхронному режиму синхронного генератора при параллельной работе с системой электрической сети соответствует вполне определенное угловое положение ротора по отношению к вращающемуся полю. Это положение ротора характеризуется углом θ , который совпадает с углом между векторами напряжения и электродвижущей силы (ЭДС) от основного потока обмотки возбуждения.