

УДК 621.371:621.311.4

О.І. ДОРОШЕНКО (канд. техн. наук)Одеський національний політехнічний університет
doroshenkooi@breezein.net**ЩОДО ПИТАННЯ МАТЕРІАЛЬНОСТІ В ФІЗИЦІ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ**

Обґрунтовано необхідність введення в математичну модель електроенергетичної системи додаткового рівня моделювання, її ідейно-теоретичної моделі, призначення якої – якісна характеристика параметрів елементів системи і її режимів з посиланням на їх фізичну сутність.

Електроенергетична система, моделювання системи, матеріалістичний підхід.

Як відомо, електроенергетична система (ЕЕС) це велика система, у якій майже одночасно відбуваються технологічні процеси з виробітки, передачі, розподілу і перетворення електричної енергії (ЕЕ) у інші види енергії (споживання) і яку, через це, досить складно вивчати та досліджувати, навіть, володіючи достатньо повною інформацією про її складові елементи – окремі електроустановки.

Відносно реальної ЕЕС є багато питань, які потребують уточнення та конкретизації. Серед них, основними є питання: що таке ЕЕ; що таке активна і реактивна ЕЕ (потужність); яка їх фізична сутність? Очевидно, що відповіді на ці питання можна одержати лише за допомогою моделювання. Але при цьому необхідно чітко відрізнити параметри і режими моделі від параметрів і режимів реальної ЕЕС, як об'єкту моделювання. В протилежному випадку виникає плутанина при вирішенні багатьох теоретичних і практичних задач електроенергетики.

За визначенням [1], в сучасній фізиці панує математичний формалізм. За виразом відомого фізика Річарда Феймана: "...Лучше всего пользоваться абстрактными представлениями...". Незважаючи на те, що математизація фізики – явище прогресивне і позитивне, але його переоцінка призвела до того, що на сьогодні в електроенергетиці існують дві наукові концепції:

Перша – електродинаміка Фарадея – Максвелла, яка сформувала фундамент нашого уявлення про електромагнетизм. Його основа – уява про електромагнітне поле як про реальну фізичну субстанцію – своєрідне середовище, динаміка якого визначає дію всіх сил між зарядженими частинками – електричними зарядами.

Друга – математичний формалізм, який багато у чому складає предмет сучасної електродинаміки. У такому розумінні поле – визначена у просторі математична функція і не більше того. Це спрощує вирішення багатьох прикладних задач завдячуючи тому, що вплив великої кількості факторів на досліджуване тіло може бути замінено лише однією цифрою – напруженістю поля у даній точці, яка, у свою чергу, визначає кінцеву силу. Але одночасно з цим зникає розуміння природи електромагнетизму і прозорість його внутрішніх механізмів.

Безумовно, що така (друга) концепція в електроенергетиці потребує певного удосконалення та деталізації. Перш за все, на наш погляд, необхідно розділити двоєдину задачу цієї концепції (навчання та дослідження) на дві окремі задачі так, як показано в табл. 1.

Таблиця 1 – Види моделювання в електроенергетиці

Формально-математичне моделювання (математичний формалізм)		Фізичне моделювання
На рівні відомих та нових математичних формул і рівнянь, навіть, без обґрунтування фізичної сутності їх складових.		На рівні реального електрообладнання меншої напруги і потужності.
Ідейно-теоретичне моделювання	Реально-математичне моделювання	
На рівні відомих і нових наукових гіпотез, теорем та законів, доведених в теоретичних основах електротехніки.	На рівні заступних схем та формул, що пов'язують параметрами цих схем і параметрами їх режиму, відомих з теоретичних основ електротехніки.	Демонстрація принципу дії реального електрообладнання ЕЕС та збір первинної інформації про нього, яка в реальних умовах може бути недоступною.
З'ясування фізики електроенергетичних процесів, які реально відбуваються в ЕЕС.	Розрахунок параметрів елементів та їх режимів реальних електроустановок ЕЕС.	

Задача ідейно-теоретичної моделі – дати наукове обґрунтування поняттю “електрична енергія” та пояснити механізм її утворення і передачі від її джерел (електростанцій ЕЕС) до електроприймачів (ЕП) споживачів, як конкретних суб’єктів господарської діяльності. Таким чином, її основне призначення – навчання: ЕЕ, як фізичне явище; ЕЕ, як товарна продукція ЕЕС. Цілком очевидно, що роль такої моделі – тлумачення теорії з матеріальної точки зору, тобто, тільки якісне моделювання процесів, які відбуваються в реальній ЕЕС.

Мета цієї роботи – упорядкування знання про ідейно-теоретичну модель електроенергетичної системи, яку необхідно застосовувати при вивченні функціонування ЕЕС і пошук відповідей на поставлені вище питання.

Як справедливо стверджується в [1]: “...К описанию нашего Мира больше подходит модель, в которой все объекты встроены в некое единое “полотно”, где все взаимодействуют со всеми посредством этого “полотна”...”.

Природа не терпит пустоты. Поэтому мы верим, что, несмотря на удаленность объектов, пространство между ними заполняет некоторая реально существующая среда. Подобно тому, как вода заполняет моря, а воздух составляет атмосферу...

Посредством этой невидимой среды возмущение от одного тела, вызванное его движением, передается другому телу, и наоборот... ”.

У якості такого “полотна ” можна розглядати нейтрони – віртуальні частинки, які можуть заповнювати простір між окремими тілами. Враховуючи розміри таких частинок, можна робити висновок про те, що вони можуть заповнювати також об’єм між окремими атомами згаданих тіл і внутрішній об’єм атомів усіх, без винятку, речовин.

Автори роботи [2] називають такі віртуальні частинки фізичним вакуумом і, спираючись на розрахунки і експерименти, стверджують, що фізичний вакуум володіє густиною на рівні 10^{-15} Г/см³ (для порівняння, густина дистильованої води за нормальних умов – 1 Г/см³). Вважається, що це і є густина віртуальних частинок, які створюють фізичний вакуум. Такі окремі частинки фізичного вакууму в роботі названо фітонами. Цілком можливо, що це і є нейтрони.

У свою чергу, фітон (нейтрон) складається з двох однакових, вкладених одна в одну і протилежно заряджених частинок, які під дією загального вселенського електромагнітного поля обертаються навколо своєї власної вісі у протилежних напрямках. Момент обертання такої частинки називається спіном. Таким чином, у нормальному становищі фізичного вакууму загальний заряд фітона (нейтрона) і його спін дорівнюють нулю. При цьому будову фітона (нейтрона) у такому становищі наведено на рис.1, а.

Якщо у межах певного об’єму матеріального середовища (фізичного вакууму) з’являється енергія, то відбувається поперечна і поздовжня поляризація фізичного вакууму. Фітон (нейтрон) стає диполем, а його спін відрізняється від нуля (рис. 1,б – 1,д).

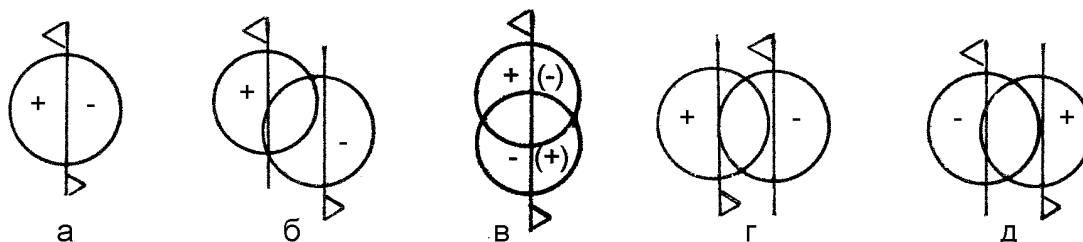


Рисунок 1 – Можливі стан нейтронів (фітонів) фізичного вакууму:
а – нормальний; б – поздовжньо-поперечна поляризація;
в – поздовжня поляризація; г, д – поперечна поляризація

Враховуючи зникаюче малу масу фітонів (нейтронів) така поляризація відбувається миттєво. Тобто, у фізичному вакуумі згаданого об’єму утворюється енергія, яка впливає на його становище – викривляє його. Якщо згадана енергія перебільшує певну її величину, то може відбуватись, навіть, таке порушення фізичного вакууму, за якого нейтрони, зберігаючи свою масу, під дією вселенського електромагнітного поля втрачають свій від’ємний заряд. Таким чином можуть змінюватись атоми тих хімічних елементів, які знаходяться у згаданому вище об’ємі середовища. Під дією енергії, що утворюється при цьому можуть відбуватись відомі перетворення матерії: фізичний вакуум – енергія – атоми нових хімічних елементів – енергія – фізичний вакуум (рис.2).

При цьому позитивні заряди порушених нейтронів (фізичного вакууму) об’єднуються і створюють ядра нових хімічних елементів, а негативні, підхоплені вселенським електромагнітним полем віддаляються від нього на певну відстань і починають обертатися навколо нього, не маючи змоги стати вільними. Вони переходять з одного нейтрона на інший через те, що нейтрони, які одержали додатковий негативний заряд, за своєю фізичною сутністю, повинні мати урівноважені за величиною заряди протилежного знаку.

Таким чином, матерія – це сукупність усіх простих і складних речовин з їх атомами і нейтронами (фізичним вакуумом) внутрішнім і зовнішнім, з якої побудовано всесвіт.

Загально відомо, що кожна ЕЕС складається з електроустановок, (ЕУ). Основними електротехнічними

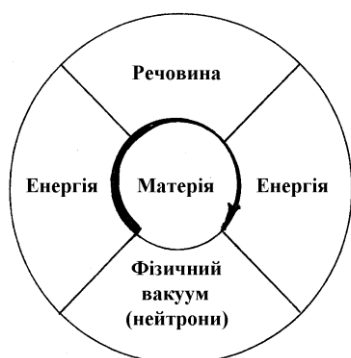


Рисунок 2 – Перетворення речовин

матеріалами, з яких побудовано ЕУ є речовини – провідники та діелектрики, що складаються з окремих атомів, які мають однакову будову. В їх геометричному центрі розміщується позитивно заряджене ядро, а навколо нього, під дією загального вселенського електромагнітного поля, обертаються негативні заряди електронів, загальний заряд яких дорівнює позитивному заряду ядра. При цьому відомо, що величина заряду ядра атомів речовин визначає усі їх фізичні та хімічні властивості.

У нормальному становищі загальний заряд атому дорівнює нулю, а його електрони не в спроможні зійти зі своїх кругових орбіт. Вони не можуть стати вільними тому, що їх утримують сили тяжіння з боку ядра атому, а упасти на нього не можуть тому, що між ними і ядром існують щільно упаковані нейтрони – фізичний вакуум. Таким чином, атоми володіють внутрішньою енергією, яка за нормальних умов за їх межі не виходить і є потенціальною енергією.

Незважаючи на однакову будову атомів діелектриків і провідників, ці речовини мають різний вид зв'язку атомів в їх молекулах [3].

Провідники це метали (у основному мідь і алюміній). Їх можна розглядати як кристалічні системи, у вузлах решітки якої розміщено додатно заряджені протони (ядра атомів), що розташовані у середовищі вільних електронів. Такий хімічний зв'язок в молекулі провідника називається металічним. Сили притягнення між додатними атомними остовами і електронами слугують причиною монолітності металів. З фізики металів відомо, що наявність вільних електронів в них пояснюється їх високою електропровідністю та теплопровідністю.

Діелектрики не мають достатньо міцної кристалічної решітки, або не мають її зовсім. Їх молекули мають молекулярний хімічний зв'язок. Міжмолекулярне притягнення обумовлено узгодженим рухом електронів сусідніх молекул. У будь який момент часу електрони атомів сусідніх молекул максимально віддалені один від одного і максимально наближені до додатних зарядів. При цьому сили притягнення електронів до додатно заряджених остовів таких молекул перебільшують сили взаємного відштовхування електронів зовнішніх орбіт. Таку взаємодію заряджених часток називають близькодією.

З [4] відомо, що для однорідного ізотропного середовища, коли його проникливість: діелектрична – $\xi = const$ і магнітна – $\gamma = const$, за умови синусоїдально змінного електромагнітного поля у ньому – $E = E_m \cdot \sin \omega t$, відношення діючих значень об'ємних струмів зміщення $\delta_{3M} = \omega \cdot \xi \cdot E$ і провідності $\delta_{PP} = \gamma \cdot E$ визначаються властивостями середовища та частотою f :

$$\frac{\delta_{3M}}{\delta_{PP}} = \frac{\omega \cdot \xi \cdot E}{\gamma \cdot E} = \frac{\omega \cdot \xi}{\gamma} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \xi}{\gamma}, \quad (1)$$

де ξ – електрична проникливість середовища; γ – магнітна проникливість середовища.

В металах, які застосовують в ЕЕС для виготовлення струмоведучих частин, питома провідність складає величину порядку 10^7 См/м, а діелектрична проникливість для змінних полів не перевищує $\xi = 10 \cdot \xi_0$. Тому, навіть при дуже високій частоті $f = 10^{11}$ Гц співвідношення густини згаданих вище струмів за формулою (1) становить

$$i_{3M}^* = \frac{\delta_{3M}}{\delta_{PP}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 10^{11} \cdot 10}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^7} = 5.6 \cdot 10^{-6} \text{ в.о.}$$

Саме тому, практично при будь-яких частотах, що застосовуються в електротехніці, в провідниках можна враховувати тільки струм провідності. Тобто електромагнітне поле в провідниках відсутнє (в ньому лише течуть струми провідності і мають місце активні втрати енергії). При цьому під електромагнітним полем (польовим середовищем) розуміють деякий простір реального середовища, у якому мають місце механічні сили, що діють на електричні заряди і магнітні тіла [5].

Для матеріалів, що за звичаєм застосовують в ЕЕС у якості ізоляційних, діелектрична проникливість $\xi \approx (1 \div 10) \cdot \xi_0$, а питома провідність $\gamma \approx (10^{-16} \div 10^{-11})$ См/м. Тому навіть при найменшому значенні ξ , при найбільшому значенні γ і номінальній частоті $f = 50$ Гц, відношення густини струмів за (1) складає:

$$i_{3M}^* = \frac{\delta_{3M}}{\delta_{PP}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 50}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-11}} = 278 \text{ в.о.}$$

Таким чином, у діелектрику можна знехтувати струмом провідності порівняно зі струмом зміщення і розглядати діелектрик (у тому числі і повітря) як ідеальний ($\gamma = 0$), у якому діє електромагнітне поле, а активні втрати енергії відсутні.

Як відомо, в [4] стверджується: "...Електромагнитная энергия от места ее генерирования передается к месту потребления по диэлектрику (провода же в линиях передачи выполняют двойную роль: они являются каналами, по которым проходит ток, и организаторами структуры поля в диэлектрике...".

Таким чином, з фізичної точки зору, ЕЕ є енергією електромагнітного поля ЕЕС, яка створюється в пружному діелектричному середовищі ЕЕС (за рахунок струмів зміщення у ньому) узгодженою дією напруги і струму провідності її струмоведучих частин. Тому ідейно-теоретичну модель ЕЕС можна представити у вигляді механічної пружини, один кінець якої глухо закріплено (за допомогою генераторів електростанцій ЕЕС), рис.3.

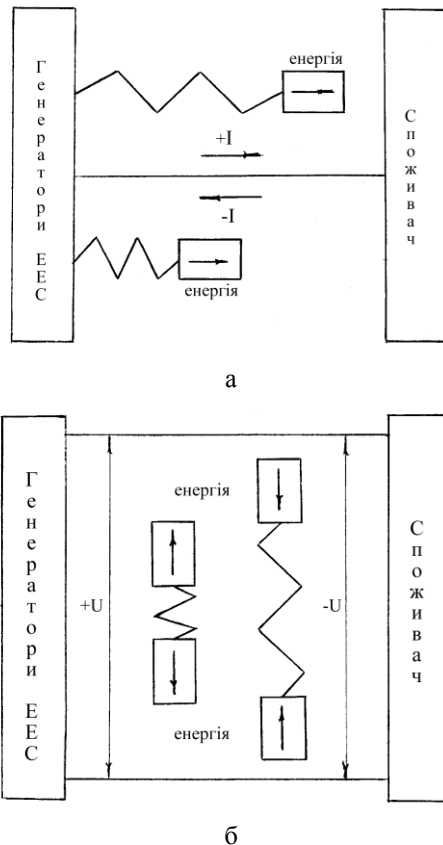


Рисунок 3 – Поздовжньо-поперечна поляризація діелектричного середовища ЕЕС

Енергію розтягнутої пружини вчені-механіки позначають знаком плюс, а стисненої – знаком мінус. Вчені-електротехніки зберегли цей підхід і умовно вважають ЕЕ із знаком плюс енергією спожитою, а із знаком мінус - згенерованою.

Незважаючи на узгодженість дії напруги і струму провідності струмоведучих частин ЕЕС, напруга діє у поперечному напрямку до напрямку електропередачі, а струм провідності – у поздовжньому її напрямку. Тому, цілком природно, можливе розкладання ЕЕ у цих двох напрямках.

Частина ЕЕ, що розглядається у поздовжньому напрямку електропередачі одержала назву активної ЕЕ. Не залежно від стану пружини (стиснення чи розтягнення) вона передається споживачам і перетворюється електроприймачами для виконання корисної роботи).

Частина ЕЕ, що розглядається у поперечному напрямку, через явище електромагнітної індукції, передається у середину струмоведучих частин ЕЕС і лишається її внутрішньою енергією. Але при цьому збільшуються активні втрати в струмоведучих частинах, зменшується їх пропускна спроможність для корисної активної ЕЕ та суттєво змінюється напруга вузлових точок системи. Ця складова ЕЕ одержала назву реактивної енергії ЕЕС.

Цю складову ЕЕ необхідно всіляко обмежувати (компенсувати) за допомогою спеціальних пристроїв компенсації реактивного навантаження (ПКРН) споживачів.

Оскільки розтягнення і стиснення діелектричного середовища у кожній точці ЕЕС відбувається

одночасно, то реактивна ЕЕ фізично не може передаватись ні від генераторів електростанцій споживачам, ні від них до генераторів ЕЕС.

Очевидно, що для створення ЕЕ генератори ЕЕС використовують енергію певного виду енергоресурсів і виконують роботу по створенню струмів провідності всіх струмоведучих частин системи і струмів зміщення в пружному діелектричному середовищі, що оточує ці частини, разом зі струмоведучими частинами електроустановок споживачів.

Висновки.

1. Фізично, ЕЕ є енергією поздовжньо-поперечної поляризації пружного діелектричного середовища ЕЕС – енергією її електромагнітного поля.
2. Активні ЕЕ – поперечна (до напрямку електропередачі) складова енергії ЕЕ, що передається споживачам і перетворюється їх електроприймачами у інші види енергії для виконання корисної роботи.
3. Реактивна ЕЕ – поперечна (до напрямку електропередачі) складова ЕЕ, що лишається внутрішньою енергією ЕЕС, яка зменшує ефективність роботи ЕЕС.
4. Реактивна ЕЕ, фізично, не може передаватись ні від споживачів до генераторів електростанцій, ні від генераторів електростанцій до споживачів, тобто, фізично, не може бути товарною продукцією ЕЕС.
5. Як товарна продукція ЕЕС, ЕЕ – робота, яку виконують генератори електростанцій по створенню електромагнітного поля системи в своїх електричних мережах і в електричних мережах споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Репченко О.Н. Полевая физика или как устроен мир? / О.Н. Репченко – М.: Галерея, 2005. – 320 с.
2. Акимов А.Е., Тарасенко В.Я. Модели поляризованных состояний физического вакуума и торсионных полей. TGS – концепции. / А.Е. Акимов, В.Я. Тарасенко // М.: 1993. – 31 с. – (препринт № 7).
3. Богородицкий Н.П. Электротехнические материалы: [Учебник для вузов] – 7-е издание. / Н.П.Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 304 с.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: [Учебник для студ. энергетич. и электротехнич. вузов, изд. 6-е] / Л.А. Бессонов – М.: Высш. школа, 1973. – 752 с.
5. Ландау Л.Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика / Л. Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц // М.: Изд. «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1969. – 399 с.

Надійшла до редколегії 15.03.2011

Рецензент: М.М.Федоров

А. И. ДОРОШЕНКО

Одесский национальный политехнический университет

A. DOROSHENKO

Odessa National Polytechnic University

К вопросу о материальности в физике электроэнергетики. Обоснована необходимость введения в математическую модель электро-энергетической системы дополнительного уровня моделирования, ее идейно-теоретической модели. Назначение такой модели – качественная характеристика параметров элементов системы и ее режимов со ссылкой на их материальную сущность, о которой приводится оригинальное представление. *Электроэнергетическая система, моделирование, материалистический подход.*

Regarding the Question of Materiality in Physics and Electric Energetic. The necessity to insert an electro energetic system of an additional modeling level in a mathematic model, its ideal-theoretic model. The model's function is a qualified characteristic of systems elements parameters and modes, concerning their material being, which is originally described. *Power system, simulation, material-oriented research.*