

УДК 530.1

НЕНАБЛЮДАЕМЫЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ФИЗИКЕ

В. А. Никитинский

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра общей физики и технической механики*
Контактный тел.: (06453) 7-05-41
E-mail: gonch_vit@rambler.ru

С. В. Пивоварова

Инженер программист 2 категории
Закрытое акционерное общество «Северодонецкое
научно-производственное объединение» «Импульс»
пл. Победы, 2, г. Северодонецк, Луганской обл., Украина,
93400
Контактный тел.: 095-415-66-48
E-mail: pivovarova_svetlana@mail.ru

С. В. Шабрацкий*

Контактный тел.: 066-142-63-66
E-mail: shabracky@mail.ru
*Институт химических технологий Восточноукраинский
национальный университет имени Владимира Даля
ул. Ленина, 31, г. Рубежное, Луганская обл., Украина,
93009

Рівність нулю суми комплексних чисел трактується в квантовій фізиці, як відсутність будь-чого в даному місці, на відміну від електричного цєпу з енергією в реактивних елементах

Ключові слова: реактивні елементи, волнова функція

Равенство нулю суммы комплексных чисел трактуется в квантовой физике, как отсутствие чего-либо в данном месте, в отличие от электрической цепи с энергией в реактивных элементах

Ключевые слова: реактивные элементы, волновая функция

The equality zero amounts complex numbers is interpreted in quantum physicist, as absence anything in given place, unlike electric circuit with energy in reactive elements

Keywords: reactive elements, worrying function

1. Введение

Человек является существом материального мира. Иногда он не в состоянии объяснить процессы и явления, которые его окружают, с помощью привычных для всех систем счисления. Здесь и приходят на помощь человечеству комплексные числа, позволяющие описать математически локализацию энергии в пространстве при вращательном и колебательном движении, а также связать пространство и время с помощью волновой функции. Изобретение в математике нового символа $\sqrt{-1} = j$ позволяет решить любое алгебраическое уравнение [1]. Символ j , получивший название мнимой или ненаблюдаемой единицы, обозначает независимость (перпендикулярность) к вещественной (наблюдаемой) единице. В электротехнике [2] и квантовой физике [3] результат сложения комплексных чисел трактуется неоднозначно.

2. Комплексные числа в электротехнике

Наиболее широкое применение комплексные числа нашли в электротехнике для расчета электрических

цепей переменного тока. Понятие комплексных чисел и вращающихся векторов в электротехнике вводятся одновременно. И вектора, и комплексные числа задаются не только величиной, но и направлением. Информацию, которую несут векторы напряжения \vec{U} и тока \vec{I} и комплексные числа, их изображающие \underline{U} и \underline{I} , тождественны. Знак $j = \sqrt{-1} = e^{j90}$ используется для поворота вектора на 90° против часовой стрелки, а $-j = e^{-j90}$ - для поворота в противоположном направлении. Умножение на $e^{j\omega t}$, означает вращение вектора с угловой частотой ω в пространстве при изменении времени t . Проекция вращающегося вектора на оси комплексной плоскости изменяются по гармоническому закону и повторяют свои значения через каждый полный оборот. В электротехнике в отличие от квантовой физики достаточно одной комплексной плоскости для изображения векторов \underline{U} и \underline{I} , в том числе при расчете линейных цепей несинусоидального тока, включающего несколько гармоник. Принципиально взаимное расположение векторов на диаграмме и сдвиг по фазе между отдельными гармониками, а поворот комплексной плоскости относительно векторов, не имеет принципиального значения, так как начальная фаза напряжения на входе

при включении цепи не влияет на показания измерительных приборов в установившемся режиме.

В идеальных реактивных элементах индуктивности L и емкости C мгновенные значения синусоидальных тока и напряжения все время сдвинуты по фазе на 90° . Включение одного конденсатора в цепь переменного напряжения приводит к появлению тока. Появление второго пути для тока через идеальную индуктивность приводит к уменьшению тока на входе до нуля. Отсутствие тока и мощности на входе цепи не означает таинственного исчезновения явления, а соответствует периодическому обмену порцией энергии между реальными элементами L и C .

Формула Эйлера показывает, что вращательное движение $e^{j\omega t}$ может быть получено при сложении двух гармонических колебаний $\cos \omega t + j \sin \omega t = e^{j\omega t}$, что требует ориентации этих колебаний в пространстве друг относительно друга под прямым углом, на что указывает множитель j , и также требует сдвиг по фазе токов, создающих эти колебания, на 90° , как это имеет место между $\cos \omega t$ и $\sin \omega t$.

Создание вращающегося магнитного поля в двухфазных асинхронных двигателях при выполнении указанных условий широко используется в электротехнике [2]. С другой стороны колебательное движение $\sin \omega t$ может быть представлено в виде суммы двух вращательных движений в противоположных направлениях $e^{j\omega t}$ и $e^{-j\omega t}$, и это свойство применяется в однофазных асинхронных двигателях.

3. Комплексные числа в квантовой физике

В квантовой физике ненаблюдаемая величина приобретает иной смысл. Если обобщить все недоговоренности, связанные с отказом от физических картин, то они в конечном счете сводятся к утверждению, что существует только то, что можно наблюдать экспериментально. Возникает странная ситуация, когда по одному пути частица попадает в детектор, а при наличии второго альтернативного пути частица останавливается на развилке и «решает», что она не пойдет ни по одному пути, если разность хода путей её не устраивает. Теоретики квантовой механики [1] считают, что искать физику такого поведения частиц бессмысленно и даже накладывают своеобразный запрет на такие поиски в виде соотношения неопределенности. Подбираются абстрактные математические приемы по аналогии с колеблющейся струной. Комплексные числа позволяют при сложении получать как увеличенные значения модуля, так и его уменьшение вплоть до нуля, что характерно для волн. При умножении вектора на комплексное число меняется как его величина, так и направление в одной плоскости, что оказывает неоценимую услугу при нормировке коэффициентов перед волновой функцией для получения результата, совпадающего с экспериментом. Произведение сопряженных комплексных чисел дает чисто вещественный наблюдаемый результат.

В отличие от электротехники, где рассматривается одна комплексная плоскость, в физике каждого явления сопоставляется бесконечное количество комплексных плоскостей. Вектора, расположенные в одной плоскости отражают линейно зависимые со-

стояния. Любой вектор такой плоскости может быть представлен в виде суммы других векторов такой же природы с дважды бесконечной последовательностью комбинаций за счет изменения как величины векторов, так и их направления. Независимому состоянию явления сопоставляется волновая функция $\psi(q,t)$ от обобщенной координаты q и времени t , которой соответствует комплексное число в своей комплексной плоскости

$$e^{j(\omega t - kq)} = e^{\frac{j}{\hbar}(Et - pq)},$$

где ω - угловая частота, k - волновое число, \hbar - постоянная Планка, E - полная энергия частицы, p - импульс частицы.

Вероятность нахождения частицы в данном состоянии W определяется через амплитуду вероятности ψ , которая является линейной комбинацией всех возможных независимых состояний

$$\psi = \sum_n A e^{j\phi} \psi_n$$

где $A e^{j\phi}$ - комплексное число с модулем A и аргументом ϕ .

Вероятность W определяется, как произведение ψ на сопряженное комплексное число ψ^*

$$W = \psi \cdot \psi^* = |\psi|^2$$

Равенство нулю амплитуды вероятности означает отсутствие чего либо в данном месте, в отличие от электротехники, где имеют место колебательные преобразования энергии в реактивных элементах.

4. «Шапка-невидимка»

Кроме того, что использование комплексных чисел позволяет заменить дифференцирование операций умножения, само дифференцирование меняет местами наблюдаемую и ненаблюдаемую составляющие. Ненаблюдаемый магнитный поток $j\Phi_B$ в контуре при изменении с угловой частотой ω по гармоническому закону $-j\Phi_B \cdot e^{j\omega t}$ превращается в наблюдаемую с помощью вольтметра ЭДС

$$e = -\frac{d[j\Phi_B e^{j\omega t}]}{dt} = -j^2 \omega \Phi_B e^{j\omega t} = \omega \Phi_B e^{j\omega t}$$

Ненаблюдаемый поток электрической индукции между обкладками конденсатора $j\Phi_D e^{j\omega t}$ при дифференцировании превращается в наблюдаемый с помощью амперметра ток

$$i = \frac{d[j\Phi_D e^{j\omega t}]}{dt} = j^2 \omega \Phi_D e^{j\omega t} = -\omega \Phi_D e^{j\omega t}$$

Таким образом, дифференцирование комплексных чисел можно сравнить с надеванием или снятием с наблюдаемого явления «шапки-невидимки».

5. Заключение

Существенная разница в трактовке сложения комплексных чисел, с результатом – нуль заставляет усомниться, что в квантовой физике при наличии альтернативных путей и равенстве нулю волновой функции означает отсутствие чего-либо в данном месте. Целесообразнее говорить о том, что используемый детектор не фиксирует измеряемую величину возможно по причине компенсации действий на детектор разных явлений.

Литература

1. Р. Фейман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Феймановские лекции по физике. 1976 – с.384.
2. Л.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники, 1973 – с.114-138, 480.
3. Дирак П.А. Собрание научных трудов Т1. Квантовая теория, 2002 – с.17-34.

УДК 621.791:621.791.92:621.31

ТВЕРДОСТЬ И МИКРОСТРУКТУРА СТАЛИ 15Х1М1ФЛ ПОСЛЕ СВАРКИ СПОСОБОМ ПОПЕРЕЧНОЙ ГОРКИ

Н. Г. Ефименко

Доктор технических наук, профессор
Кафедра интегрированных технологий и сварочного
производства*
Контактный тел.: (057) 733-79-21
E-mail: nola2202@rambler.ru

О. Ю. Атоженко

Инженер-технолог*
Контактный тел.: (057) 733-79-71
E-mail: nola2202@rambler.ru
Украинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003

А. Г. Кантор

Инженер, заведующий лабораторией сварки
ОАО «Турбоатом»
пр. Московский, 199, г. Харьков, Украина, 61037
Контактный тел.: (057) 349-30-17
E-mail: nola2202@rambler.ru

При зварюванні сталі 15Х1М1ФЛ способом гірки без підігріву і термічної обробки в зоні термічного впливу і наплавленому металі формується структура бейніту з твердістю нижче за допустимі норми. Після відпуску твердість ЗТВ залишається вищим за твердість основного металу

Ключові слова: зварювання, твердість, структура, підігрів, відпуск

При сварке стали 15Х1М1ФЛ способом горки без подогрева и термической обработки в зоне термического влияния и наплавленном металле формируется структура бейнита с твердостью ниже допустимых норм. После отпуска твердость ЗТВ остается выше твердости основного металла

Ключевые слова: сварка, твердость, структура, подогрев, отпуск

When very thick 15Х1М1ФЛ (chrome-molybdenum-wolfram) method of hill without preheating or thermal treatment the bainite structure with the hardness below the allowable standard. After tempering the hardness (HAZ) remains higher than that of the parent metal

Key words: welding, hardness, structure, heating, tempering

1. Введение

При заварке дефектов литья или сварке крупногабаритных тонкостенных конструкций из теплоустойчивой стали 15Х1М1ФЛ, предназначенной для

изготовления корпусных деталей турбин, по нормативно установленной технологии требуется проведение предварительного и сопутствующего подогрева и послесварочного высокого отпуска с целью релаксации напряжений и стабилизации микроструктуры