

НЕЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Чашко М.В.

Донецкий национальный технический университет

mark@pautina.dn.ua

Transfer of electric energy by a stream of a liquid is more effective, than an electric current on a conductor.

Работа посвящена способу передачи электрической энергии, который имеет место в живых организмах.

Актуальность проблемы обусловлена возможностью на порядки повысить плотность передаваемой мощности и снизить потери энергии при передаче.

Состояние вопроса. Известно [1], что процессы жизнедеятельности живых организмов основаны на электричестве: энергия внешних источников – солнечная, окисления дыханием, получаемая с пищей, преобразуется в энергию разности электрических потенциалов, обусловленную разной концентрацией ионов по разные стороны мембраны клетки, или разностью потенциалов в молекуле АТФ. Для передачи электроэнергии используется перемещение в потоке жидкости ионов или перемещение молекул АТФ.

Электропередача в живых организмах происходит практически без потерь. Это обусловлено тем, что перемещение ионов происходит на расстояниях меньших длины свободного пробега, без сопротивления среды. А при передаче энергии на «большие» расстояния (существенно большие длины свободного пробега) молекула с энергией перемещается в потоке жидкости, так что сопротивление перемещению обусловлено трением жидкости о стенки канала перемещения.

Как известно, традиционный способ передачи электроэнергии заключается в движении электронов по проводнику под действием электрического поля. Передвигаясь, электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решетки, при этом рассеивается существенная часть энергии, сообщенной электрическим полем.

Цель работы – оценить энергетические характеристики способа передачи энергии, который имеет место в живых организмах.

Материалы и результаты исследования.

Параметрами, подлежащими определению, являются передаваемая мощность и потери мощности при передаче. Рассматривается модель (рис. 1), в которой передача электроэнергии осуществляется по трубе, в которой перемещается жидкость (например, вода), а в жидкости «плавают» элементы, содержащие электрическую энергию – ионы или совокупности положительных и отрицательных зарядов, как в молекулах АТФ.

Мощность передачи (электрическая энергия, передаваемая потоком жидкости в единицу времени), ВА,

$$P = svnw. \quad (1)$$

Здесь s – площадь трубы, м²;

v – скорость жидкости, м/с.

n – концентрация носителей энергии в жидкости, 1/м³; w – энергия одного носителя, Дж.

Плотность мощности (вектор Пойнтинга)

$$\Pi = P/s = vnw. \quad (2)$$

В живых организмах скорость жидкости (крови, лимфы) имеет диапазон $v=0,001 \div 0,5$ м/с, концентрация ионов или АТФ $n \approx 10^{27}$ м⁻³, энергия иона или АТФ $w \approx 10^{-19}$ Дж, так что плотность мощности $\Pi = 10^5 \div 10^9$ ВА/м².

В электрической передаче плотность мощности

$$\Pi_{\text{э}} = Uj.$$

где U – напряжение, при котором передается электроэнергия, В;

j – плотность тока в линии передачи, А/м².

При напряжении $U = 10^3 \div 10^5$ и $j = 10^6$ $\Pi_{\text{э}} = 10^9 \div 10^{11}$ ВА/м², то есть выше, чем при передаче неэлектрической.

Потери мощности при передаче определены на основании формулы Пуазейля [2, с.338], которая связывает расход и давление жидкости в цилиндрической трубе. Подстановкой в эту формулу расхода как произведения скорости на сечение потока и умножением на давление получено

$$\Delta P = 8\pi\mu lv^2, \quad (3)$$

где ΔP – потери мощности, Вт;

μ – динамическая вязкость жидкости, Н·с/м²;

l – длина передачи, м.

Плотность потерь на единицу объема жидкости с энергоносителями

$$p = \Delta P/V = 8\pi\mu v^2/s. \quad (4)$$

где p – плотность потерь, Вт/м³:

$V = sl$ – объем жидкости, переносящий энергию, м³.

Если $\mu = 10^{-3}$ Н·с/м² (вода), $v = 10^{-3} \div 0,5$ м/с, $s = 100$ мм², потери передачи энергии жидкостью $p \approx 10^{-4} \div 10^2$ Вт/м³.

Потери в электрической передаче $p_{\text{э}} = j^2 \rho$. Если $j = 2 \cdot 10^6$ А/м² и $\rho = 2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, $p_{\text{э}} \approx 10^5$ Вт/м³, то есть на много порядков выше.

Э ф ф е к т и в н о с т ь неэлектрической и электрической передач сравнивается по отношению плотности мощности к удельным потерям. Для неэлектрической передачи

$$\lambda = \Pi / p = (snw)^2 / 8\pi\mu P. \quad (5)$$

При $\mu = 10^{-3}$ Н·с/м², $n = 10^{27+28}$ м⁻³, $w = 10^{-19+20}$ Дж

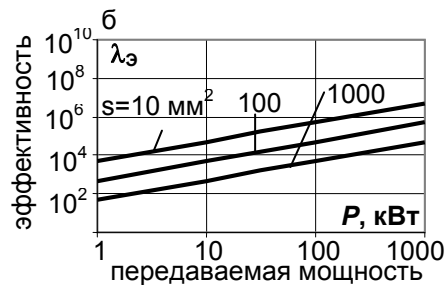
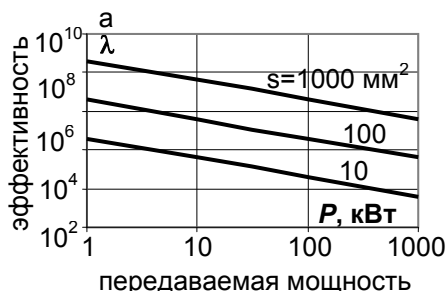
$$\lambda = 4 \cdot 10^{17} s^2 / P. \quad (6)$$

Для электрической передачи при $\rho = 2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

$$\lambda_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} / p_{\text{э}} = 5 \cdot 10^7 P / j^2 s.$$

(7)

На рис.2 представлены зависимости эффективности электропередачи от передаваемой мощности при различных сечениях



различных сечениях передающих каналов – потока жидкости с энергоносителями для неэлектрической передачи и проводника для передачи электрической. В качестве жидкости принята вода (вязкость 10^{-3} Н·с/м²), концентрация носителей электричества и энергии каждого носителя приняты как в живом организме,

Рисунок 2 – Эффективность передачи электроэнергии а – неэлектрическим способом, б – традиционным, электрическим способом.

соответственно 10^{27} м⁻³ и 10^{-19} Дж. В качестве проводника принята медь с удельным сопротивлением $2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Из графиков видно, что эффективность передачи энергии неэлектрическим способом существенно выше, чем традиционным – приблизительно на два порядка. Причем разница в эффективностях возрастает с увеличением передаваемой мощности и площади сечения канала передачи. Такой характер зависимости автор объясняет следующим образом. Рост мощности в передаче потоком жидкости при неизменной концентрации в ней энергоносителей происходит за счет увеличения скорости потока – формула (2), а потери пропорциональны квадрату этой скорости – формула (3), то есть, растут быстрее. С увеличением сечения плотность потерь снижается – формула (4), а передаваемая мощность возрастает пропорционально сечению – формула (1), отсюда повышение эффективности при увеличении сечения потока.

В электрической передаче рост мощности происходит за счет напряжения, при неизменной плотности тока, это обуславливает неизменные потери, так что отношение передаваемой мощности к потерям растет. С увеличением сечения проводника при неизменной передаваемой мощности плотность потерь не изменяется, а плотность передаваемой мощности снижается.

Выводы. В живых организмах передача электрической энергии осуществляется потоком жидкости с энергоносителями в виде электрических зарядов. Такой способ в сотни раз энергетически экономичней, чем традиционно применяемая в технике передача электроэнергии потоком электронов в проводнике. Экономичность обусловлена меньшим сопротивлением потоку жидкости по сравнению с потоком электронов.

В технике это преимущество может быть использовано двумя способами: 1) согласованием неэлектрической передачи с традиционным электрическим генератором и потребителем; 2) построением систем генерирования [3], потребления [4] и передачи электроэнергии, устроенных на принципах живых организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скулачев В.П. Законы биоэнергетики // Соросовский Образовательный Журнал, 1997, № 1. С. 9-14.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике.- М.: «Наука»,- 1968.-940 с.
3. Чашко М.В. Биологический электрогенератор/ Технічна електродинаміка.-Тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність»/Частина 4, 2007, С.62 .
4. Чашко М.В. Биологический электропривод/ Збірник наукових праць «Проблеми автоматизованого електропривода . Теорія і практика» № 14, Днепропетровск, ДГТУ, 2007, С.169 –170.

Рекомендовано д.т.н. Ковальовим О.П.