

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДУ

Александров Б.Л., Александров А.Б., Красавцев Б.Е., Симкин В.Б., Цатурян А.С.

Кубанский госагроуниверситет, 350044 Краснодар, Калинина 13, [alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)

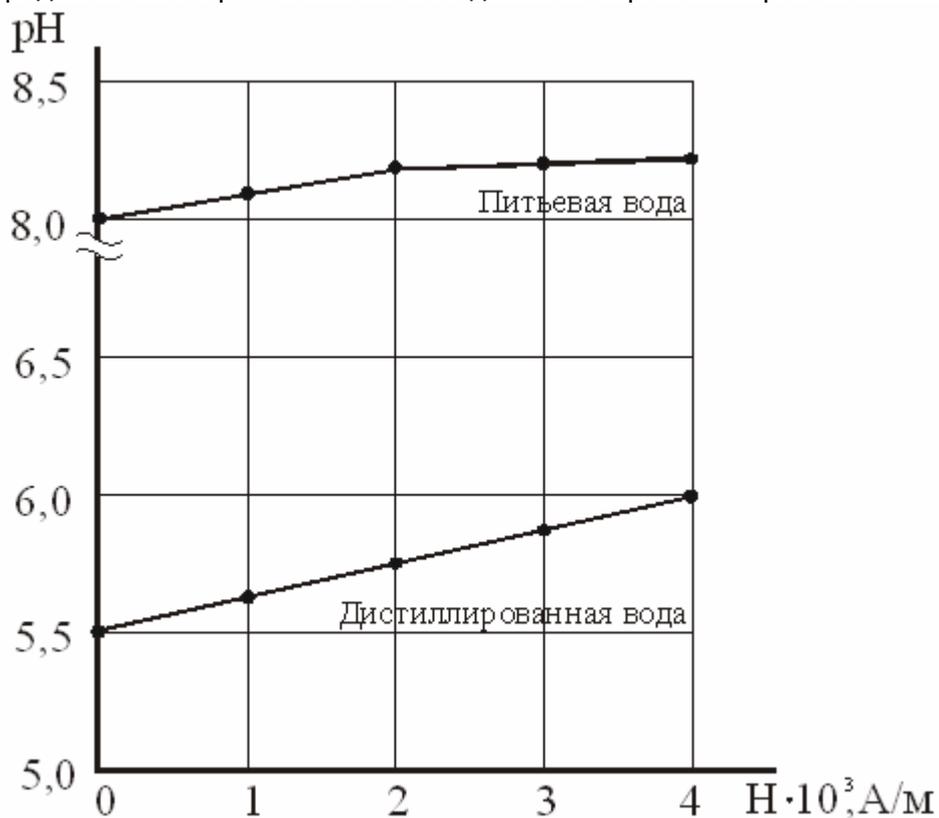
Жизнь во всех ее проявлениях на планете Земля неотделима от понятия вода, которая не только необходимый компонент живых клеток, но для многих еще и среда обитания. Человек на 60-70% состоит из воды. В клетках всего живого большая часть химических реакций протекает в водных растворах. Многочисленные химические реакции в живых клетках значительно ускоряются биологическими катализаторами – ферментами, активность которых зависит от водородного показателя рН среды. При постоянной температуре любой фермент наиболее эффективно работает в узких пределах оптимальных значений рН [1]. Этим можно объяснить тот факт, что различные сельскохозяйственные растения наиболее эффективно растут лишь при определенном оптимальном для каждого растения значении рН среды (для озимой ржи рН=6,5, для картофеля 5,5 и т.д.) [3-5,7]. В связи с этим, в данной работе нами представлены результаты экспериментального и теоретического исследования влияние электромагнитного поля на рН воды.

### 1. Экспериментальное исследование влияния магнитного поля на величину рН водных систем

Для экспериментального исследования была собрана лабораторная установка проточного типа. Для омагничивания воды был изготовлен специально электромагнитный аппарат, который представлял собой два S-образных ферромагнитных сердечника, на каждый из которых было намотано по 260 витков медного провода диаметром 1 мм. Ширина S-образного сердечника составляла 12см., что соответствует длине потока воды в магнитном поле. Питание катушек электромагнитного аппарата осуществлялось от сети переменного тока 50Гц через регулятор напряжения. При параллельном подключении обмоток сердечника максимальное значение силы тока составляло 4,5А.

Исследуемая вода самотеком проходила по стеклянной трубке через зазор магнитного устройства и сливалась в стакан, из которого бралась проба для изменения рН. Величина рН измерялась при  $t=20^{\circ}\text{C}$  с помощью иономера И-130М со стеклянным электродом в качестве индикаторного и хлорсеребряного в качестве электрода сравнения. Исследования одних и тех же проб проводили как при разных напряженностях магнитного поля от  $1\cdot 10^3$  до  $4\cdot 10^3$  А/м, так и многократно (до 6 обработок) при одинаковой напряженности магнитного поля. В качестве объекта исследования использовалась обычная питьевая вода с карбонатной жесткостью 6,5 ммоль-экв/л. и для сравнения свежеперегнанная дистиллированная вода, а также модельные системы – растворы солей сульфата магния и гидрокарбоната натрия в дистиллированной воде. Начальное значение рН питьевой воды составляло 8,01 а дистиллированной – 5,5. Кислую среду в дистиллированной воде можно объяснить растворением в ней углекислого газа воздуха и образованием слабой угольной кислоты с последующим ее разложением на ионы. Щелочная среда питьевой воды обеспечивается преимущественным содержанием в ней гидрокарбонатов кальция и магния, подвергаемых в воде гидролизу по аниону  $\text{HCO}_3^-$ . Результаты влияния напряженности магнитного поля и кратности магнитной обработки на величину рН водных систем приведены на рис.№1 и рис.№2. Как видно из рис.1, при увеличении напряженности магнитного поля от  $1\cdot 10^3$  до  $4\cdot 10^3$  А/м величина рН дистиллированной воды возрастает от 5,50 до 5,95 ( $\Delta \text{pH}=0,45$ ), а питьевой воды от 8,01 до 8,21 ( $\Delta \text{pH}=0,2$ ). Кратность магнитной обработки воды при неизменной напряженности поля весьма значительно увеличивает рН исследуемых водных систем. Так при  $H = 2100\text{A/м}$  трехкратная магнитная обработка питьевой воды обеспечила увеличения её рН

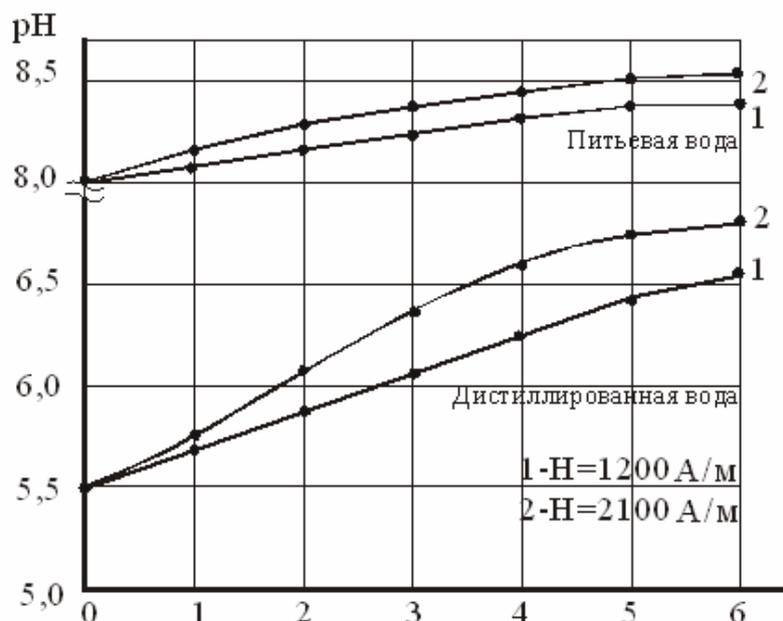
на 0,4, а дистиллированной – на 0,8, шестикратное же омагничивание позволило достичь увеличения рН для этих систем на 0,55 и 1,3 соответственно. Представленные выше результаты были подтверждены такими же опытами, проведенными на модельных системах: растворах солей сульфата магния  $MgSO_4 \cdot 10H_2O$  и гидрокарбоната натрия  $NaHCO_3$  в дистиллированной воде (с концентрацией солей 200 мг/л). Соли были подобраны так, что одна из них – сульфат магния в результате гидролиза обеспечивает кислую среду:  $Mg^{2+} + H_2O = MgOH^+ + H^+$ , а другая  $NaHCO_3$  – щелочную. Для объяснения наибольшего эффекта омагничивания при многократном пропускании воды через магнитное поле выдвинута концепция электромагнитной активации воды, заключающаяся в дополнительной её ионизации под действием поля [2]. Активация воды может осуществляться поэтапно: 1-образование радикалов, 2- образование ионов и 3- отрыв электронов от радикалов с образованием свободных электронов и протонов.



**Рис.1. Влияние напряженности магнитного поля на pH водных систем**

Влияние кратности омагничивания водных растворов систем  $MgSO_4 \cdot 10 H_2O$  и  $NaHCO_3$  на величину pH при 20°C

Соли	Неомагнитные растворы	Кратность магнитной обработки $H=1200A/m$			
		1	2	3	4
$NaHCO_3$	7,54	7,66	7,77	7,81	7,84
$MgSO_4 \cdot 10H_2O$	6,84	7,16	7,49	7,71	7,70



**Рис. №2. Влияние кратности магнитной обработки на pH водных систем.**

**2. Механизм ионизации молекул воды в магнитном поле при равномерном распределении энергии поля**

Для теоретического обоснования механизма магнитной активации воды нами принята концепция активации воды, заключающаяся в ионизации атомов водорода молекул воды под действием магнитного поля. При разложении молекул воды на ионы  $H^+$  и  $OH^-$  велика вероятность выделения газообразного водорода из воды и обогащения ее отрицательно заряженными ионами  $OH^-$ , что приведет к увеличению параметра pH. Все это формирует эффект активации воды в магнитном поле. Влияние внешнего магнитного поля на атомы водорода молекулы воды осуществляется через его взаимодействие с электронами атомов под действием силы Лоренца. Когда магнитное поле отсутствует, на электрон действует электрическая сила  $F_e$  притяжения его ядром, играющая роль центростремительной силы.

Предположим, что магнитное поле однородно ( $H = const$ ), электрон в атоме движется по круговой орбите, плоскость которой перпендикулярна к вектору напряженности магнитного поля  $\vec{H}$ . В магнитном поле на электрон, кроме  $F_e$ , действует еще сила Лоренца  $F_L$ , направленная в данном случае противоположно  $F_e$ . Поэтому центростремительная сила численно равна разнице  $(F_e - F_L)$ .

При значительной силе взаимодействия между вектором напряженности магнитного поля ( $B$ ) с зарядом движущегося электрона, сопоставимой с величиной силы действия потенциала ионизации, может произойти отрыв электрона от ядра атома водорода. Потенциал ионизации  $U_i$  его составляет 13,59 эВ. Следовательно, для ионизации атома водорода необходимо затратить работу

$$A_i = e \cdot U_i = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 13,6 \text{ эВ} \approx 2 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}, \quad (1)$$

равную работе силы Лоренца

$$A_L = F_L \cdot r = B \cdot e \cdot u \cdot r, \quad (2)$$

где  $e$  – заряд электрона ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ),  $B$  – вектор индукции внешнего магнитного поля,  $u$  – скорость движения электрона по орбите,  $r$  – перемещение электрона по радиусу его орбиты до состояния отрыва электрона от атома.

Рассмотрим, какую энергию фактически может воспринять молекула воды, находясь в магнитном поле, исходя из общепринятой теории равномерного распределения энергии магнитного поля в окружающем пространстве.

В этом случае, в соответствии с [9], можно воспользоваться формулой для удельной энергии поля в единице объема

$$\omega_m = \frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2 = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu \mu_0} \quad (3)$$

где  $H$ ,  $B$  – напряженность и индукция магнитного поля (А/м; Тл);  $\mu$  – магнитная проницаемость воды ( $\mu = 1$ );  $\mu_0$  – магнитная постоянная ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м).

Энергия магнитного поля, приходящаяся на одну молекулу воды, будет равна

$$\varepsilon = \frac{\omega_m}{N} \quad (4)$$

где  $N$  – число молекул в единице объема, т.е. в  $1 \text{ м}^3$  воды. Величину  $N$  можно определить из соотношения

$$N = \frac{\delta_v \cdot N_A}{M} \quad (5)$$

Здесь  $M$  – молярная масса воды;  $\delta_v$  – плотность воды;  $N_A$  – число Авогадро ( $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>).

$$\text{Следовательно, } \varepsilon = \frac{\omega_m}{N} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu \cdot \mu \cdot H^2 \cdot M}{\delta_v \cdot N_A} \quad (6)$$

По данным В.И.Классена [6], можно принять, что первый максимум омагничивания воды соответствует величине напряженности магнитного поля  $H \cong 10^5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

$$\text{Тогда } \varepsilon = \frac{1.4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 10^{10} \frac{\text{А}^2}{\text{м}^2} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \text{м}^3}{2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} = 18,77 \cdot 10^{-26} \text{ Гн} \cdot \text{А}^2 \approx 1,9 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}$$

Таким образом, при равномерном распределении энергии магнитного поля по всему объему при напряженности поля  $H = 10^5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$  на каждую молекулу воды приходится только

лишь  $\varepsilon = 1,9 \cdot 10^{-25}$  Дж., что в  $10^7$  раз меньше, чем требуется для ее ионизации. Возникает вопрос, каким образом и при каких условиях в этом случае может произойти ионизация? Это возможно при двух условиях: 1) если для процесса ионизации конкретной молекулы необходима энергия существенно ниже рассчитанной (такой энергией может обладать лишь некоторая малая часть молекул); 2) если каким-то образом происходит концентрирование магнитной энергии в определенной части воды для необходимого уровня ионизации молекул. При равномерном распределении энергии магнитного поля будем исходить из условия, что приведенные в справочнике [8] данные о потенциалах ионизации соответствуют их наиболее вероятным значениям. Поэтому в любой момент времени для большинства электронов будет характерно наиболее вероятное состояние орбит, соответствующих энергии электронов при данной температуре. Однако электрон, с определенной вероятностью может находиться на любой орбите от уровня с минимальной энергией, т.е. ближайшей к ядру, до уровня с максимальной энергией, соответствующей наибольшему удалению его от ядра, когда он может оторваться от ядра и произойти процесс самопроизвольной ионизации без дополнительной затраты энергии. В связи с этим, можно предположить, что в каждый момент времени имеется некоторая доля молекул воды, для ионизации которых необходимо приложить значительно меньшее напряжение, чем  $U_1 = 13,6$  эВ. Величины потенциалов ионизации для электронов должны распределяться в соответствии с некоторой вероятностью на кривой функции

$\frac{dn}{dU_i} = f(U_i)$ , интегральное значение которой должно равняться единице при изменении температуры в широких пределах.

Уравнение, удовлетворяющее этим требованиям имеет вид:

$$\frac{dn}{dU_i} = n_0 \cdot \left( \frac{1}{m_e \cdot k \cdot T} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{8 \cdot \pi \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot e \cdot U_i^2 \cdot (\alpha \cdot T^4)^{1.4}}{c^2} \cdot e^{\frac{8 \cdot \pi \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot \alpha (U_{Bi} - U_i)^2}{m_e \cdot c \cdot k}} \quad (7)$$

Здесь  $n_0$  – концентрация атомов (молекул);  $m_e$ ,  $e$  – масса и заряд электрона;  $h$  – постоянная Планка;  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная;  $c$  – скорость света;  $k$  – постоянная Больцмана;  $\alpha$  – температурный коэффициент;  $T$  – абсолютная температура;  $U_{Bi}$  – вероятное значение потенциала ионизации для данного атома (табличные значения);  $U_i$  – принятое значение потенциала, для которого проводится расчет количества ионизируемых атомов.

Если принять, что при равномерном распределении энергии магнитного поля между всеми атомами (молекулами) на каждую молекулу будет приходиться энергия  $1.9 \cdot 10^{-25}$  Дж, то можно определить, при каком потенциале ионизации этой энергии будет достаточно, чтобы молекула была ионизирована, т.е.

$$U_i = \frac{1.9 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}}{e} = \frac{1.9 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 1.18 \cdot 10^{-6} \text{ эВ}$$

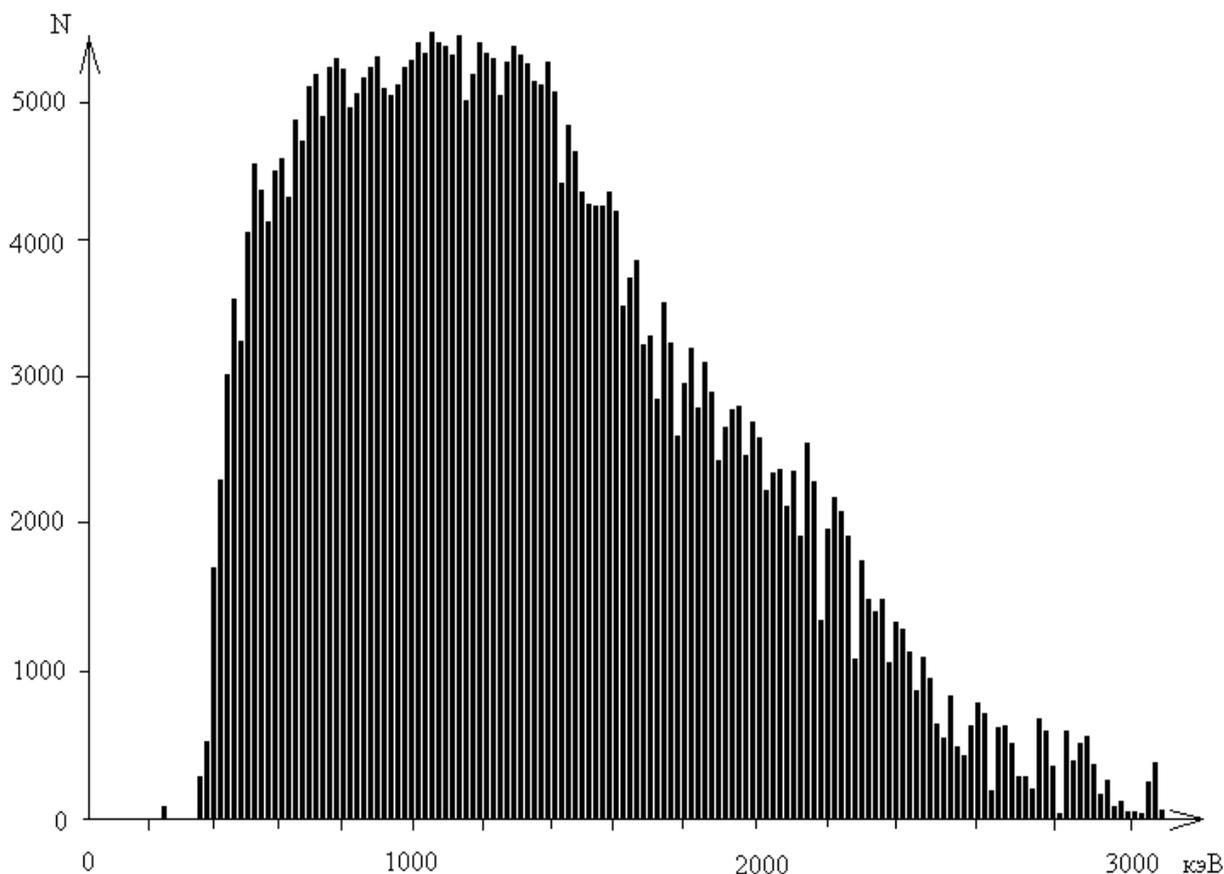
В соответствии с формулой (7) величине потенциала ионизации  $1.18 \cdot 10^{-6}$  эВ соответствует параметр

$$\frac{dn}{dU_i} = 3.0 \cdot 10^{-26} \cdot n_0.$$

Т.к. для воды  $n_0 = 3.34 \cdot 10^{29} \frac{1}{\text{м}^3}$ , то, следовательно, в  $1 \text{ м}^3$  может содержаться

$$\frac{dn}{dU_i} = 3.0 \cdot 10^{-26} \cdot 3.34 \cdot 10^{29} = 1 \cdot 10^4$$

молекул, у которых потенциал ионизации равен всего лишь  $1.18 \cdot 10^{-6}$  эВ, и эти молекулы будут ионизироваться при равномерном распределении энергии магнитного поля в пространстве. Кроме того, следует учитывать процесс радиолитического распада воды, происходящий под действием естественного фона гамма-излучения. Так исследования естественного фона гамма-излучения, выполненные аппаратурой радиометр-спектрометр универсальный РСУ-01 «Сигнал-М», показывают (рис. №3), что энергия гамма-квантов изменяется в диапазоне от 400 до 3000 кэВ и, следовательно, каждый падающий на воду гамма-квант может ионизировать сотни и тысячи атомов, прежде, чем он потеряет свою энергию. Таким образом, естественное состояние ионизации молекул воды зависит от многих причин, влияющих на этот процесс, но сам факт свидетельствует о том, что действительно потенциалы ионизации имеют вероятностный характер распределения, и предложенная формула (7) достаточно реально описывает это распределение потенциалов ионизации. В тоже время, из приведенного выше анализа следует, что при равномерном распределении энергии магнитного поля в пространстве лишь небольшая доля молекул из общего количества может достигнуть состояния ионизации. Поэтому целесообразно рассматривать и другие условия возможного омагничивания и ионизации молекул воды в магнитном поле.



**Рис. 3. Спектр фонового  $\gamma$ -излучения в помещении лаборатории**

### **3. Механизм ионизации молекул воды в магнитном поле при резонансе электромагнитных процессов**

При значительной силе взаимодействия между вектором напряжённости внешнего магнитного поля и вектором магнитного момента электрона, сопоставимой с величиной силы воздействия потенциала ионизации, может произойти отрыв электрона от ядра, т.е. ионизация атома. Это возможно в том случае, если каким-то образом в отдельных частях пространства происходит концентрирование энергии магнитного поля. В первую очередь это возможно в условиях частотного резонанса плоскости орбиты электрона (частоты Лармора) с частотой дополнительного внешнего переменного магнитного поля.

Известно [9], что магнитный момент атома, помещённого в постоянное и однородное магнитное поле, и направленный к полю под некоторым углом, будет прецессировать с частотой Лармора

$$\omega_L = g \cdot \mu_0 \cdot H, \quad (8)$$

где  $g = \frac{e}{m_e}$  – гиромангнитное отношение;  $\mu_0$  – магнитная постоянная;  $H$  – напряжённость магнитного поля.

Прецессия с постоянной частотой будет представлять гармоническое колебательное движение. Если же на колеблющееся тело воздействовать переменной силой той же частоты, то возникает резонанс – колеблющееся тело отберёт энергию у источника силы. Для этого надо сделать так, чтобы поле, действующее на магнитный момент атома, кроме постоянной составляющей, имело переменную составляющую, направленную перпендикулярно к постоянной и вращающуюся вокруг последней с частотой  $\omega = \omega_L = g \cdot \mu_0 \cdot H$ .

Каким же образом может произойти явление электронного парамагнитного резонанса в случае циркуляции водного раствора через постоянное магнитное поле, и нужно ли для этого создавать дополнительно высокочастотное электромагнитное поле той же частоты, что и частота прецессии? Оказывается, при циркуляции водного раствора через постоянное магнитное поле может самопроизвольно возникать переменное

электромагнитное поле, если в циркулирующем водном растворе имеются заряды в виде ионов или другие заряженные частицы. При циркуляции водного раствора через магнитное поле под действием силы Лоренца

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{B} \cdot \vec{G}_{nom} \quad (9)$$

разноимённые заряды  $\pm q$  начнут двигаться в разные стороны в плоскости, перпендикулярной векторам индукции  $\vec{B}$  и  $\vec{G}_{nom}$ , (здесь  $G_{nom}$  – скорость потока жидкости). Сила Лоренца, в соответствии со вторым законом Ньютона, и на основании условия

$$F_L = F = m_q \cdot a = q \cdot B \cdot G_{nom} = q \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot H \cdot G_{nom} \quad (10)$$

придаст заряженным частицам ускорение «а», т.е.

$$a = \frac{q \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot H \cdot G_{nom}}{m_q}, \quad (11)$$

здесь  $m_q$  – масса частицы с зарядом  $q$ ;  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость раствора.

Движущаяся под действием силы Лоренца равноускоренно заряженная частица, за некоторое время  $t$  достигнет стенки трубопровода, по которому течёт раствор, то – есть пройдёт расстояние

$$r_{mp} = G_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (12)$$

$$\text{и достигнет скорости } G = G_0 + a \cdot t = a \cdot t, \text{ т.к. } G_0 = 0 \quad (13)$$

$$\text{Таким образом, } G = a \cdot t = a \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot r_{mp}}{a}} = \sqrt{2 \cdot a \cdot r_{mp}}, \quad (14)$$

здесь  $r_{mp}$  – радиус трубопровода, по которому течёт раствор в постоянном магнитном поле;  $G_0$ ,  $G$  – скорость движения заряженной частицы в направленном движении, перпендикулярном потоку водного раствора в начальный и текущий момент времени.

Заряженная частица, имеющая такую скорость, в момент соприкосновения со стенкой трубопровода, будет обладать кинетической энергией

$$W = \frac{m_q \cdot G^2}{2} \quad (15)$$

(здесь  $m_q$  – масса заряженной частицы;  $G$  – скорость её движения) и излучать электромагнитную волну с энергией

$$h \cdot \nu = \frac{m_q \cdot G^2}{2}, \quad (16)$$

частота, которой

$$\nu = \frac{m_q \cdot G^2}{2 \cdot h} = \frac{m_q \cdot 2 \cdot a \cdot r_{m\delta}}{2 \cdot h} = \frac{m_q \cdot a \cdot r_{m\delta}}{h} = \frac{m_q \cdot r_{m\delta} \cdot q \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot H \cdot G_{\text{н\delta}}}{h \cdot m_q} = \frac{r_{m\delta} \cdot q \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot H \cdot G_{\text{н\delta}}}{h} \quad (17)$$

здесь  $h$  – постоянная Планка.

Под действием внешнего постоянного магнитного поля вектор магнитного момента электрона и его орбита в атоме водорода воды будет прецессировать с частотой

$$\nu_L = \frac{\omega_L}{2\pi} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot e \cdot H}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot m_e} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot e \cdot H}{4 \cdot \pi \cdot m_e} \quad (18)$$

При равенстве этих частот  $\nu = \nu_L$  наступит явление резонанса и поглощение магнитной энергии электромагнитной волны заряженной частицы прецессирующим электроном атома. Таким образом, условие резонанса вытекает из следующего соотношения

$$\frac{r_{mp} \cdot q \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot H \cdot \mathcal{G}_{nom}}{h} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot e \cdot H}{4 \cdot \pi \cdot m_e} \quad (19)$$

Если под действием силы Лоренца движутся одновалентные заряды, то  $q=e$  и уравнение (19) упрощается к виду

$$\frac{r_{mp} \cdot \mathcal{G}_{nom}}{h} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot m_e} \quad (20)$$

Следовательно, условием резонанса является

$$r_{mp} \cdot \mathcal{G}_{nom} = \frac{h}{4 \cdot \pi \cdot m_e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{4 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 5,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{М}^2}{\text{с}} \quad (21)$$

Как видим, условие резонанса можно достигать, подбирая соответствующее сечение трубопровода и регулируя скорость потока так, чтобы произведение радиуса трубопровода в метрах на скорость потока в м/с составляло  $5,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{М}^2}{\text{с}}$ .

В какой же степени должна возрастать амплитуда колебаний прецессирующего электрона? Чтобы оценить этот фактор можно воспользоваться аналогией с вынужденными колебаниями напряжения в электрическом колебательном контуре.

Известно [9], что если включить в колебательный контур генератор с переменной э.д.с.

$$U = U_0 \cdot \cos \Omega t, \quad (22)$$

то в колебательном контуре возникнет колебание, являющееся суммой его собственных колебаний с частотой  $\omega_0$  и вынужденных – с частотой  $\Omega$ . Через некоторое время собственные колебания в контуре затухнут и останутся только вынужденные, амплитуда которых определяется соотношением

$$V_0 = \frac{\omega_0^2 \cdot U_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4 \cdot \beta^2 \cdot \Omega^2}}, \quad (23)$$

то есть зависит не только от амплитуды внешней э.д.с.  $U_0$ , но и от ее частоты  $\Omega$ . Здесь

$\beta = \frac{R}{2 \cdot L}$  – коэффициент затухания контура; R, L – активное электрическое сопротивление и индуктивность контура.

Зависимость амплитуды колебаний в колебательном контуре от  $\Omega$  называется резонансной характеристикой контура. Резкое увеличение амплитуды (резонанс) имеет место при значениях  $\Omega$ , близких к собственной частоте  $\omega_0$  колебательного контура. При  $\Omega = \omega_0$  амплитуда колебаний  $V_{\max}$  в Q раз превышает амплитуду внешней э.д.с.  $U_0$ . Так как обычно  $Q \gg 1$ , то колебательный контур позволяет выделить из множества колебаний те, частоты которых близки к  $\omega_0$ .

Таким образом, если принять, что амплитуда A индуцируемой электромагнитной волны возникающего электромагнитного поля с частотой  $\omega$  в растворе описывается уравнением

$$A = A_0 \cdot \cos \omega t, \quad (24)$$

а амплитуда прецессирующего колебания электрона описывается уравнением

$$U = U_0 \cdot e^{-\beta t} \cdot \cos(\omega_L t), \quad (25)$$

то для аналога колебательного контура – прецессирующего электрона атома с собственной частотой колебания  $\omega_L$  амплитуда вынужденных колебаний электрона может описываться выражением

$$V = \frac{\omega_L^2 \cdot A_0}{\sqrt{(\omega_L^2 - \omega^2)^2 + 4 \cdot \beta^2 \cdot \omega^2}} \quad (26)$$

$$\text{При } \omega = \omega_L \quad V = \frac{\omega_L^2 \cdot A_0}{\sqrt{4 \cdot \beta^2 \cdot \omega^2}} = \frac{\omega_L}{2 \cdot \beta} \cdot A_0 = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot e \cdot H}{2 \cdot \beta \cdot m_e} \cdot A_0 \quad (27)$$

Если принять:

$$\beta = 10^2 \frac{1}{c}; H = 10^5 \frac{A}{m}; \mu = 1; \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{B \cdot c}{A \cdot m}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$\text{то } V = \frac{1 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5}{2 \cdot 10^2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,1 \cdot 10^8 \cdot A_0$$

Следовательно, за счёт резонанса амплитуда прецессионного колебания электрона может возрасти в  $10^8$  раз, что является вполне достаточным условием для ионизации молекулы воды при  $H = 10^5 \frac{A}{m}$ .

#### 4. Механизм ионизации молекул воды в магнитном поле при интерференции магнитных когерентных волн

Если имеются два или более источников колебаний с одинаковыми периодами, то в области наложения волновых полей от всех источников можно наблюдать участки стоячих пучностей и узлов, которые могут объединяться в линии пучностей или линии узлов. Что мы наблюдаем с металлическими опилками в магнитном поле, которое создано током прямолинейного проводника? Опилки располагаются концентрическими окружностями вокруг проводника [11]. Если же несколько перемещать проводник или плоскость, на которой металлические опилки, то концентрические окружности из опилок будут как бы вибрировать, то увеличиваясь, то уменьшаясь в диаметре. Это свидетельствует о том, что в кольцевых линиях концентрации металлических опилок сосредоточена (сконцентрирована) магнитная энергия, а между ними магнитная энергия либо отсутствует, либо существенно ниже. Концентрация магнитной энергии в определенных областях или зонах пространства возможна только при условии интерференции монохроматических когерентных волн. Поэтому можно сделать вывод, что магнитное поле постоянного магнита или проводника с током создается множеством микроисточников магнитных волн, излучающих когерентные колебания. С учетом этого, рассмотрим распределение энергии магнитного поля в объеме пространства и энергию магнитного поля, приходящуюся на одну молекулу в кольцевой зоне пространства от тока с проводником. Будем исходить из того, что при интерференции волн от большого числа источников и разности их фаз  $\varphi \rightarrow 0$  интенсивность, обусловленная волнами от источников, определяется по формуле  $J = n^2 \cdot J_0$ , где  $J_0$  – интенсивность, обусловленная отдельным источником, которыми являются электроны проводимости, движущиеся в одном кольце соленоида. Расчеты показывают, что объемная плотность энергии, сосредоточенная в пучностях зон интерференции магнитных волн и приходящаяся на одну молекулу воды составляет  $3,15 \cdot 10^{-2}$  Дж при условии, что все валентные электроны в проводнике, в соответствии с современной теорией электропроводности Друде-Лоренца, участвуют в проводимости одновременно.

выполненные исследования распределения электронов проводимости в проводниках по спектру их скоростей на основе предложенного нами выражения

$$\frac{dn}{dV} = n_0 \left( \frac{m_e}{4\pi e U} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{a}{2} V^2 e^{-\frac{m_e V^2}{2eU}} \quad (28)$$

показали, что лишь  $10^{-11}$  от общей концентрации электронов в проводнике принимают участия в проводимости. Здесь  $a$  – постоянная тонкой структуры  $\left( a = \frac{\mu_0 c e^2}{2h} = \frac{1}{137} \right)$ ;  $e$  – заряд электрона  $(e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})$ ;  $\mu_0$  – магнитная постоянная  $\left( \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \right)$ ;  $c$  – скорость света  $\left( c = 2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ ;  $h$  – постоянная Планка  $(h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с})$ ;  $m_e$  – масса электрона  $(m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг})$ ;  $n_0$  – концентрация валентных электронов в проводнике  $(n_0 = 8.42 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3})$ ;  $U$  – разность потенциалов, приложенная к концам проводника (В);  $V$  – скорость направленного дрейфа электронов в проводнике (м/с).

Если же все они излучают одновременно монохроматические когерентные волны, то энергия, приходящаяся на одну молекулу в пучностях составит  $3,15 \cdot 10^{-13}$  Дж, которая на пять порядков выше необходимой  $\epsilon = 2,0 \cdot 10^{-18}$  Дж для ионизации. Из этого можно сделать вывод, что не все магнитные волны, испускаемые электронами проводимости, являются когерентными. Их когерентность, т.е. одинаковость частоты, распределяется в соответствии с особенностями распределения их скоростей в проводнике.

Из литературных источников известно о положительном воздействии на биологические объекты различных физических полей: электрического, теплового, ультрафиолетового, рентгеновского, лазерного, гамма-излучения и других. Анализ теоретических основ этих методов показывает, что для выработки общего подхода к вопросу действия этих физических полей целесообразно исходить из энергетической характеристики. Однако, в настоящее время не выработаны единые энергетические или иные параметры для сопоставления воздействия этих различных физических методов и поэтому трудно судить о преимуществе одного из них. В связи с этим, нами дано научное обоснование новой характеристики магнитного поля – энергетической излучаемости, т.е. энергии магнитного поля  $W_m$  соленоида, действующую на некоторую поверхность  $S$ ,

$$W_m = 2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot J^2 \cdot v \cdot S \cdot t / L, \quad (29)$$

где  $\mu$  и  $\mu_0$  – относительная магнитная проницаемость среды и магнитная постоянная вакуума;  $N$  – общее число витков соленоида;  $J$  – сила тока;  $t$  – время экспозиции;  $L$  – длина соленоида,  $v$  – частота колебаний питающего соленоид электрического тока.

Используя это выражение, можно проводить сравнительные расчеты по степени облучения различными физическими полями (световым, лазерным, магнитным) одних и тех же объектов исследования.

## Литература

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология, т.1, М.: Изд-во Мир, 1990.
2. Александров А.Б., Александров Б.Л. О потенциале ионизации атомов и молекул. Труды КГАУ, вып.370(398), Краснодар, 1998 г.
3. Яковлев Н.П., Шушпанов И. А., Фомин Г. И. О результатах орошения сельскохозяйственных культур водой, активированной магнитным полем. Собрание научных трудов ВАСХНИЛ «Повышение качества оросительной воды». М., ВО «Агропромиздат», 1990г., с.23-24.
4. Джурабаев М. Применение электроактивированной воды в сельском хозяйстве. Журнал «Механизация и электрификация сельского хозяйства». №11, 1986г., с. 51.
5. Демина Р.Т., Токарева Н.Д. Влияние полива омагниченной минерализованной водой на развитие корневой системы томатов. Труды ВНИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства. «Проблемы орошаемого овощеводства и бахчеводства». Астрахань, 1988г., с.31-34.
6. Классен В.И. Омагничивание водных систем. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М., Издательство «Химия», 1982г., 296с.

7. Чепурко С. Р. Использование омагниченной воды для полива. Ж. «Техника в сельском хозяйстве», №4, 1989г., с.13-14.
8. Физические величины. Справочник под редакцией И. Г. Григорьева, Е. М. Мейлихова. М., «Энергоатомиздат», 1991г., 1232с.
9. Яворский Б. М, Детлаф А. А. Справочник по физике. М., Главная редакция физико-математической литературы.1980г.
10. Коганов М.И., Цукерник В.М. Природа магнетизма. М.: «Наука», Гл. редакция физико-математической литературы, 1982г.
11. Дж. Орир. Физика в 2-х томах. Перевод с английского под редакцией Е.М.Лейкина. М.: «Мир», 1981.

## **EXPERIMENTAL AND THEORETICAL JUSTIFICATION EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON WATER**

*B.L.Alexandrov, A.B.Alexandrov, B.E.Krasavtsev, V.B. Simkin, A.S. Tsaturyan*

Kuban State Agrarian University, 350044 Krasnodar, 13 Kalinin str. , [alex2e@yandex.ru](mailto:alex2e@yandex.ru)