

Изобретение относится к медицинской биофизике и может быть использовано для нагрева биологических жидкостей.

Известен способ высокочастотной электромагнитной гипертермии, основанный на нагреве высокочастотным излучателем биологических жидкостей [Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - М.: Высшая школа, 1987. - С.348-349].

Однако, известный способ не обеспечивает быстрого и оптимального нагрева биологического объекта из-за того, что в процессе высокочастотной электромагнитной гипертермии происходит повышение удельного сопротивления в результате обезвоживания биологических тканей и как результат снижение гипертермического эффекта.

Наиболее близким по техническому решению к предлагаемому способу и являющимся таковым прототипом, является способ активации высокочастотной гипертермии, включающий введение раствора электролита в биологическую жидкость и ее нагрев высокочастотным излучателем [Hoey M. et al. A new method to couple radiofrequency energy to prostate tissue using electrolyte solution to enhance ablation//J.Endourology. -1995. v.9, s.1. - P.125].

Однако данный способ не обеспечивает достаточной величины и скорости теплообразования ввиду того, что не происходит образования необходимого количества ионов и электрических диполей, т.е. токов проводимости и смещения, обусловленных переориентацией молекул воды, а соответственно ограниченной интенсивности нагрева в переменном магнитном поле. Поэтому приходится при высокочастотной электромагнитной гипертермии использовать растворы электролитов высокой концентрации до 25%, а также тратить сравнительно много времени для нагрева, что может приводить к отрицательным физиологическим реакциям. Высокие концентрации электролитов и длительное время нагрева могут вызывать лизис клеток и ряд других нежелательных последствий в организме, обусловленных достаточно длительным воздействием высокочастотных электромагнитных излучений.

Задачей изобретения является повышение теплообразования в биологических жидкостях при их высокочастотной электромагнитной гипертермии.

В предлагаемом способе поставленная задача достигается тем, что в отличие от прототипа, включающего введение раствора электролита и нагрев его высокочастотным излучателем, перед растворением электролита его в твердом состоянии в воздушной среде подвергают механохимической активации при интенсивности подвода механической энергии от 30 Вт/г до величины, инициирующей процесс рекристаллизации ионных кристаллов деформированных электролитов.

Механохимическая активация кристаллов электролитов сопровождается появлением микродефектов, дислокацией, разрывов химических связей, образованием ионов с различным зарядом, изменением электролитического взаимодействия между ними. При этом также образуются свободно-радикальные парамагнитные центры. Кроме того, на поверхности неорганических кристаллов возникают заряженные центры, которые образуют поля высокой напряженности. Это в последующем вызывает локальные изменения электрохимического потенциала в их водных растворах и, соответственно, инициирует увеличение числа ионов и электрических диполей, в целом это приводит к уменьшению удельного сопротивления раствора электролита и, соответственно, к повышению теплообразования в водных растворах электролитов при высокочастотной гипертермии согласно формуле

$$q = k \frac{\omega^2}{\rho} B_{\max}^2 \sin^2 \omega t,$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности,  $\omega$  - частота,  $B$  - магнитная индукция,  $\rho$  - удельное сопротивление,  $t$  - время.

Пример. Предлагаемым способом проводилась механохимическая активация высокочастотной электромагнитной гипертермии растворов электролита хлорида натрия. Для этого используется препарат NaCl (чда). Механохимическая обработка препарата кристаллов хлорида натрия проводилась на вибрационной микромельнице при интенсивности подвода механической энергии 30 Вт/г в воздушной среде. Высокочастотное электромагнитное нагревание растворов соли проводили с помощью установки УВЧ-индуктотермии, имеющей рамочной излучатель на частоте 40,68 МГц, при  $E = 27,5$  В/м и  $H = 22$  А/м с максимальной выходной мощностью 50 Вт. Изменение температуры растворов контролировалось при помощи термометра с точностью 0,1 °С. Удельное сопротивление растворов измеряли при помощи моста переменного тока. Данные представлены в таблице.

Как видно из таблицы, использование предлагаемого способа механохимической активации высокочастотной электромагнитной гипертермии обеспечивает по сравнению с существующим способом (контроль): более низкое удельное сопротивление, а, соответственно, более высокую скорость нагрева и прирост температуры. Как показали испытания, используемый диапазон подвода механической энергии обусловлен минимальной величиной необходимой для разрыва химических связей электролитов, что приводит к снижению удельного сопротивления, и максимальной величиной, вызывающей процесс роста ионных кристаллов деформированных электролитов - рекристаллизацию, лимитирующую снижение удельного сопротивления растворов соли.

Влияние механохимической активации хлорида натрия на приrost температуры в диапазоне 43–45°C, скорость нагревания и удельное сопротивление растворов соли при высокочастотной гипертермии

Концентрация соли, %	Приrost температуры, °C	Скорость нагревания, °C/мин		Удельное сопротивление, Ом·см	
		контроль	активация	контроль	активация
1	0,5	0,92	1,1	95	94,3
5	1,3	4,20	4,7	18,2	17,3
10	1,8	7,10	7,5	10,5	9,8
15	2,0	13,0	13,5	9,6	8,7
20	3,0	15,9	16,5	7,2	6,1