

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к устройствам для физиотерапии и может быть использовано для лечения ряда внутренних заболеваний посредством воздействия на патологический очаг или на биологически активные участки кожи (рефлексогенные зоны) низкоинтенсивным электромагнитным излучением миллиметрового диапазона длин волн, включая диапазон крайне высоких частот (КВЧ-терапию).

Известно устройство для дециметровой терапии (Авт. св. СССР №942777, кл. А61N5/00, опубл. 17.07.82), содержащее блок питания, автогенератор, блок автоматики, измеритель мощности и излучающее устройство. Между автогенератором и измерителем мощности включены последовательно соединенные согласующее устройство, регулирующий аттенюатор, а излучающее устройство состоит из ряда излучателей контактного типа.

Основными недостатками описанного устройства являются низкий коэффициент полезного действия, вследствие значительных потерь электромагнитной энергии на участке излучатель - биообъект, неравномерность распределения энергии по облучаемой поверхности, невозможность обеспечить, необходимую степень согласования излучателя с облучаемым биообъектом. Кроме того, в силу низких значений используемых частот электромагнитного излучения (дециметровый диапазон), биологическая и терапевтическая эффективность таких устройств не может быть высокой.

Частично устранены указанные недостатки в устройстве для КВЧ-терапии (Авт. св. СССР №1674861, кл. А61N5/02, опубл. 07.09.91), содержащим генератор и волноводный рупор, соединенные через волноводный тракт. Волноводный тракт выполнен в виде гибкого диэлектрического стержня, расположенного в гибком металлодиэлектрическом экране симметрично относительно центральной осевой линии устройства, при этом нерабочий конец стержня зафиксирован в рупоре тракта, образуя с ним переходное соединение, а рабочий конец стержня закреплен в центральной отверстии диэлектрической насадки, размещенной на металлодиэлектрическом экране. Данное устройство позволяет локализовать воздействие на биообъект, повысить удобство эксплуатации, однако коэффициент полезного действия такого устройства низкий, как из-за потерь электромагнитной энергии на рассогласование между рупорным переходом и металлодиэлектрическим волноводом, так и вследствие значительных потерь в указанном волноводе.

Более эффективным и наиболее близким по технической сущности и по достигаемому результату к заявляемому техническому решению является, выбранное в качестве прототипа, устройство для электромагнитной терапии, содержащее источник электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн, подключенный к источнику прямоугольный металлический волновод номинального сечения и диэлектрический излучатель, являющийся также согласующим устройством между волноводом и облучаемым биообъектом (Український журнал медичної техніки і технології. - 1994. - №3 - 4. - С.40 - 42).

Несмотря на то, что в описанном устройстве существенно снижены потери электромагнитной энергии, связанные с рассогласованием на участке прямоугольный волновод - излучатель, а также за счет использования полого металлического волновода вместо металлодиэлектрического, вопросы увеличения коэффициента полезного действия и функциональных возможностей устройства остаются актуальными.

Это связано с тем, что при увеличении значений используемых частот электромагнитного излучения до 120 - 160 ГГц, на которых биологическая и терапевтическая эффективность электромагнитных волн особенно велика, устройство-прототип имеет низкий коэффициент полезного действия, так как в указанном диапазоне частот потери электромагнитной энергии в волноводе возрастают суперлинейно с частотой, поэтому при лечении глубокорасположенных органов, например, вторичной язвы желудка, гнойного холангита, гинекологических заболеваний, проктитов непосредственным облучением патологического очага, неизбежно удлинение прямоугольного металлического волновода номинального сечения, связывающего источник электромагнитного излучения и диэлектрический излучатель. Удлинение волновода, работающего на частоте воздействия, равной частоте электромагнитного излучения источника, приводит к резкому росту потерь электромагнитной энергии, что значительно снижает коэффициент полезного действия. Снижение потерь электромагнитной энергии за счет укорочения волновода ограничивает функциональные возможности устройства.

В основу предлагаемого изобретения поставлена задача усовершенствования устройства электромагнитной терапии, в котором за счет введения дополнительных узлов и элементов и организации новой связи между ними обеспечивается возможность проводить локальное воздействие на глубокорасположенный патологический очаг в организме человека электромагнитным излучением миллиметрового диапазона на частотах, многократно превышающих частоту излучения, поступающего от источника электромагнитного излучения, что повышает терапевтический эффект, увеличивает коэффициент полезного действия устройства и, так как источник и излучатель могут быть достаточно далеко разнесены, это расширяет функциональные возможности устройства.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для электромагнитной терапии, содержащее источник электромагнитного излучения, подключенный к источнику прямоугольный металлический волновод номинального сечения и диэлектрический излучатель, согласно изобретению, дополнительно содержит отрезок прямоугольного волновода пониженного сечения и установленной в нем плоскости, проходящей через середины широких стенок отрезка волновода, диэлектрической пластиной с размещенными на ее боковой поверхности первым, вторым и третьим отрезками полосковой линии и полупроводниковым диодом, при этом первый отрезок полосковой линии расположен со стороны входного, подключенного к прямоугольному металлическому волноводу номинального сечения, второй - со стороны выходного, подключенного к излучателю, конца отрезка волновода пониженного сечения, при этом первый и второй отрезки полосковой линии перпендикулярны широким стенкам отрезка волновода, третий отрезок полосковой линии расположен параллельно широким стенкам отрезка волновода и частично расположен в нижней его стенке, полупроводниковый диод расположен между вторым и третьим отрезками полосковой линии, при этом размеры отрезков полосковой линии и дополнительного отрезка волновода пониженного сечения определяются из соотношений:

$$H_1/B = 0.62...0.72; H_2/B = 0.38...0.48;$$

$$H_3/D = 0.86...0.91; A/B = 0.98...1.12;$$

где  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  - длины первого, второго и третьего отрезков полосковой линии соответственно,  $A$  - расстояние от входного конца отрезка волновода пониженного сечения до первого отрезка полосковой линии,  $B$  - размер узкой стенки волновода.

В заявляемом устройстве передача электромагнитной энергии от источника к отрезку волновода пониженного сечения и излучателю осуществляется на частоте более низкой (2 - 5 раз) по сравнению с частотой воздействующего на биообъект излучения, потери электромагнитной энергии в прямоугольном волноводе номинального сечения малы, волновод может быть гибким (гофрированным), достаточно протяженным без существенного увеличения потерь. Так как дополнительно введенный в устройство отрезок прямоугольного

волновода пониженного сечения является запредельным для частоты электромагнитного излучения, поступающего от источника, и в этом отрезке установлена соответствующим образом диэлектрическая пластина с размещенным на ее боковой поверхности первым, вторым и третьим отрезками полосковой линии и полупроводниковым диодом, образуя умножительную вставку, то на излучатель и на биообъект поступает излучение на частоте, в несколько раз превышающей частоту излучения, поступающего от источника. Это повышает терапевтический эффект, увеличивает коэффициент полезного действия устройства, расширяет его функциональные возможности.

В результате исследования известных в науке и технике решений совокупность существенных признаков, полностью или частично совпадающая с заявляемой и позволяющая решить поставленную изобретательскую задачу, не была обнаружена. Следовательно, предполагаемое изобретение отвечает критерию "новизна".

Сущность заявляемого изобретения не следует для специалиста явным образом из известного уровня техники. Совокупность признаков, характеризующих известное устройство, не обеспечивает достижения новых свойств и только наличие отличительных признаков позволяет получить новый технический результат. Следовательно, предлагаемое устройство соответствует критерию "изобретательский уровень".

Предлагаемое техническое решение может быть использовано в медицине для эффективного лечения ряда заболеваний человека и животных посредством воздействия электромагнитным излучением диапазона крайне высоких частот, обладающих высоким биологическим и терапевтическим эффектом, на патологические очаги различной локализации или на биологически активные участки кожи с получением технического результата, следовательно, изобретение соответствует критерию "промышленная применимость".

На фиг.1 представлена функциональная схема устройства для электромагнитной терапии; на фиг.2 - срез отрезка прямоугольного волновода пониженного сечения, сделанный через середину широких стенок отрезка волновода.

Устройство содержит источник электромагнитного излучения 1, прямоугольный металлический волновод номинального (для частоты исходного сигнала) сечения 2, отрезок волновода пониженного сечения 3, диэлектрическую пластину 4, отрезки полосковой линии 5, 6, 7, полупроводниковый диод (преимущественно диод с барьером Шоттки) 8, излучатель 9.

Устройство для электромагнитной терапии работает следующим образом.

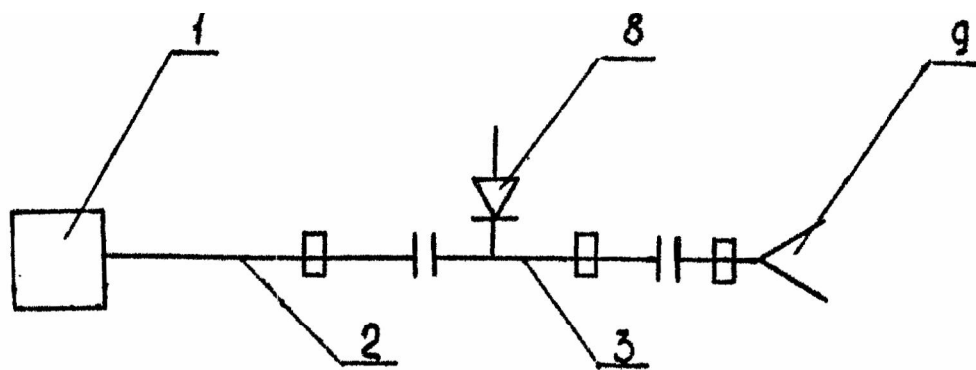
Сигнал от источника электромагнитного излучения 1 через прямоугольный волновод номинального сечения 2 поступает в отрезок волновода 3 пониженного сечения с расположенным в нем диэлектрической пластиной 4, отрезками полосковой линии 5, 6, 7, полупроводниковым диодом 8, где возбуждает высокочастотный контур, образованный реактивностью отрезка волновода 3, частота отсечки которого выше частоты входного сигнала и обладающей поэтому положительным реактансом, и реактивностью, образованной отрезком 5 полосковой линии. При определенной длине отрезка 7 полосковой линии на полупроводниковом диоде 8 осуществляется концентрация практически полной энергии электромагнитного поля и за счет нелинейности вольтамперной и вольткулоновской характеристики, входной сигнал обогащается, образуя спектр частот, из которого извлекается частота, для которой образована резонансная колебательная система, составными частями которой являются отрезки 5, 6, 7 полосковой линии и реактанс полупроводникового диода 8. Параметры которого планируются так, чтобы получить максимальную мощность на требуемой гармонике сигнала, поступающего от источника 1 электромагнитного излучения. Мощность электромагнитного сигнала на указанной гармонике делится поровну, одна половина которой распространяется в сторону источника 1, другая - в сторону излучателя 9, но в силу выбранных соотношений размеров отрезков полосковой линии в плоскости - отрезка 5 образуется полосоулавливающий фильтр на частоте гармоники, выбранной для использования, и, отразившаяся от указанного фильтра электромагнитная волна является синфазной с волной, распространяющейся от диода 8 в сторону излучателя. Складываясь с последней, суммарная волна поступает в излучатель 9 и тем самым достигается максимально возможное извлечение из полупроводникового диода 8 мощности на заданной гармонике входного сигнала и поступающей на биообъект. Воспользовавшись численными значениями для импеданса отрезка волновода 3 на частотах ниже критической, исходя из геометрических размеров (поперечного сечения и длины) и частоты входного сигнала (см. напр.: Дж. Саусворт. Принципы и применение волноводной передачи. - М.: Сов. радио, 1955. - 699с.), экспериментально полученных численных значений параметров полупроводникового диода 8 и канонических соотношений для импеданса микрополосковых линий, можно получить численное значение для геометрических размеров отрезков полосковой линии 5, 6, 7, которые могут послужить основой для конструирования. Так, в диапазоне частот электромагнитного излучения 100 - 200 ГГц, поступающего в излучатель 9 с использованием диодов с барьером Шоттки, отрезков волновода с поперечным сечением 2,4 - 1,2 мм<sup>2</sup> и 1,6 - 0,8 мм<sup>2</sup>, расчетные характеристики хорошо согласуются с экспериментально полученными, а именно максимальный коэффициент преобразования удвоителя частоты достигается при следующих размерах отрезков полосковой линии 5, 6, 7 и отрезка волновода пониженного сечения 3:

$$H_1/B = 0,62...0,72; H_2/B = 0,38...0,48;$$

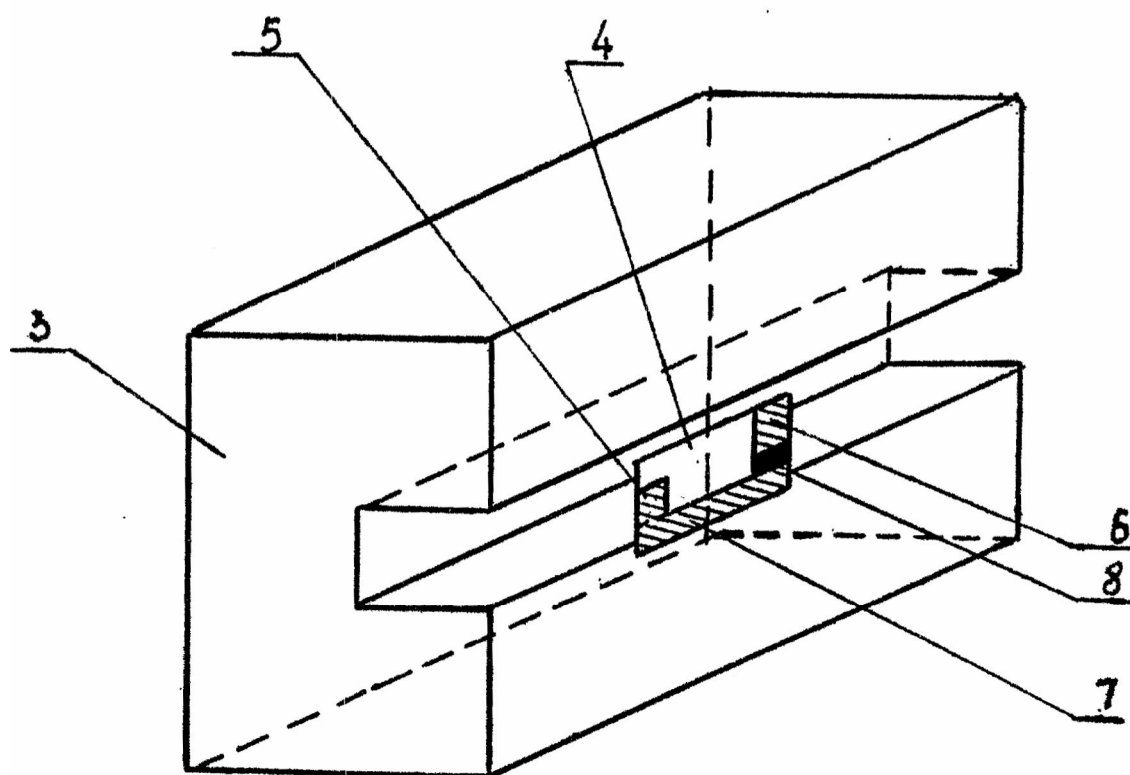
$$H_3/B = 0,86...0,91; A/B = 0,98...1,12;$$

где  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  - длины первого, второго и третьего отрезков полосковой линии соответственно,  $A$  - расстояние от входного конца отрезка волновода пониженного сечения до первого отрезка полосковой линии,  $B$  - размер узкой стенки волновода. Коэффициент полезного действия преобразователя частоты достигает 40 ... 50% при повышении частоты в 2 - 4 раза, потери на передачу электромагнитной энергии на частоте источника в отрезках прямоугольных волноводов, одинаковой длины в 5 - 6 раз ниже, чем на частоте выходного, преобразованного сигнала, что повышает КПД устройства в 2 - 3 раза. Это позволяет подвести электромагнитную энергию к глубокорасположенным органам, повысить биологическую эффективность, используя в качестве источника электромагнитного излучения уже серийно выпускаемые аппараты данного класса, например, аппарат-прототип. Причем, так как в заявляемом устройстве в силу использования упомянутых конструктивных признаков на полупроводниковом диоде происходит полная концентрация электромагнитного поля, так что нелинейность полупроводникового диода реализуется без приложения к диоду смещающего напряжения, выходной сигнал дополнительно не зашумливается, что обеспечивает высокую биологическую и терапевтическую эффективность устройства.

Аппробация устройства в экспериментальных исследованиях на животных - при лечении искусственно вызванных обширных язв желудка, как первичных, так и вторичных, подтвердила высокую эффективность устройства.



Фиг. 1



Фиг. 2