

$$j = D \frac{\partial q}{\partial \xi} \Big|_{\xi=\xi_0} = \frac{D q_1^{D/c A_1}}{\xi^2 - 1} \exp \left[-\frac{c A_1}{D} \left(\frac{e^{-2\alpha\xi}}{\xi} + \gamma + \ln(2\alpha\xi) \right) - \frac{c D_2}{D} \xi_0 \right] \quad (18)$$

Выводы. Построена математическая модель процесса массопереноса частиц крио – консервирующей среды к поверхности биологического объекта при наличии акустических колебаний. Установлено, что при воздействии акустической волны на крио – консервирующую среду с биологическим объектом (эмбрион, спермий) вблизи граничной поверхности биологического объекта возникает пограничный слой частиц крио – консервирующей среды, толщина которого прямо-пропорциональна линейному размеру биологического объекта и обратно-пропорциональна квадратному корню из амплитуды акустической волны.

Список литературы: 1. *Лаврик С.С.* Консервирование костного мозга поливинилпирролидоном путём замораживания в жидком азоте. /С.С. Лаврик - Пробл. гематол. и перелив. крови, 1966, 2, с. 50-64. 2. *Медведев П.М., Русанович Т.П.* Процессы льдообразования и режимы охлаждения суспензии клеток крови и костного мозга. В кн.: Актуальные вопросы консервирования и трансплантации костного мозга и крови. /П.М. Медведев, Т.П. Русанович -Харьков.: АН УССР, 1972, с. 11-25. 3. Резниченко А.А. Изменение свойств катализа эритроцитов крови человека под влияние ультразвука разных параметров. В кн.: Ультразвук в физиологии и медицине: / А.А. Резниченко Тез. докл. научн. конф., Ростов-на-Дону, 1972, 1, с. 68-69. 4. *Акопян В.Б.* Закономерности биологического действия ультразвука низких интенсивностей.: / В. Б. Акопян.-Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 1982, 32 с. 5. *Акопян В.Б., Сарвазян А.П.* Исследование механизмов действия ультразвука на биологические среды и объекты. : / В. Б. Акопян, А.П. Сарвазян-Акустический журнал, 1979, т. 25, в. 3, с. 462-463.

Поступила в редколлегию 08.04.2012

УДК 632.935.4

М. С. СОРОКИН, канд.техн.наук, ХНТУСХ им.П. Василенко, Харьков,
А.Д. ЧЕРЕНКОВ, докт.техн.наук,проф., ХНТУСХ им.П. Василенко, Харьков

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

В статье рассмотрены проблемы связанные с использованием импульсных генераторов КВЧ диапазона применяемых для воздействия на микробиологические объекты животноводства.

Ключевые слова: импульсный генератор, лавино-пролетный диод, микробиологические объекты.

У статті розглянуті проблеми пов'язані з використанням імпульсних генераторів КВЧ діапазону які використовуються для дії на микробиологічні об'єкти тваринництва.

Ключові слова: імпульсний генератор, лавіно-прольотний діод, микробиологічні об'єкти.

In the article is problems connected with use of the EHF pulse generators of a range applied to impact on microbiological objects of animal husbandry are considered.

Keywords: pulse generator, IMPact ionization Avalanche Transit-Time diode, microbiological objects.

Введение

Биологическое действие ЭМИ связано с использованием высокостабильных по частоте генераторов, работающих в импульсном режиме. Применяемые в настоящее время в медицине и промышленности источники электромагнитного излучения работают в диапазоне частот 20...80 ГГц, но обладают высокой относительной нестабильностью выходной частоты $10^{-3}...10^{-4}$, высокой погрешностью установки несущей частоты 30...900 МГц, низкой монохроматичностью сигнала, малой выходной мощностью 2...5 мВт и поэтому не могут быть использованы для воздействия на микробиологические объекты животноводства [1,2].

Импульсные генераторы в диапазоне частот 10...100 ГГц находят широкое применение в современных радиоэлектронных системах различного назначения: в системах радиолокации, навигации, управления, в аппаратуре научного назначения.

Эти генераторы характеризуются большими уровнями импульсной мощности (десятки кВт), высоким быстродействием, специальной формой выходных сигналов [3].

Анализ предыдущих исследований

В настоящее время разработаны и выпускаются промышленностью электровакуумные и полупроводниковые импульсные приборы.

Основными критериями при выборе того или иного источника мощности импульсных колебаний мм диапазона являются: энергопотребление, габаритно-массовые характеристики, области применения, а также их стоимость, которая может составлять для электровакуумных приборов десятки тысяч долларов США.

Для исследования воздействия информационных импульсных колебаний на микрообъекты животноводства требуются малогабаритные, с малым потреблением энергии, импульсные источники мощности. Такие источники могут быть созданы на основе полупроводниковых приборов.

Характеристики импульсных полупроводниковых приборов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Полупроводниковые импульсные диоды

Тип диода	Частота, ГГц	Мощность выходная, Вт
3 А 750 А, Б, В, Г (ЛПД)	8...12	10...25
2 А 752 А, Б, В, Г (ЛПД)	70...80	3...6
3 А 760 А-4, Б-4 (ЛПД)	35...37	15...20
2 А 765 А-4 (ЛПД)	50...58	10
2 А 766 А-4 (ЛПД)	96...100	2...3
2 А 766 Н-4 (ЛПД)	96...100	≥ 10
3 А 727 А, Б, В, Г (ДГ)	35...55	0,5 – 0,8
3 А 740 А (ДГ)	80...100	0,05 – 0,15

Основная часть

Как видно из табл. 1, наиболее мощными полупроводниковыми приборами являются кремневые ЛПД. Эксплуатационные характеристики генератора на ЛПД (выходная мощность, частота, КПД, диапазон перестройки, качество спектра, надежность, уровень шумов), а также режим работы зависят не только от параметров ЛПД, но в значительной мере от типа резонансной системы.

Из-за неоднородности полупроводникового материала выпускаемые и разрабатываемые ЛПД имеют большой разброс основных параметров, а следовательно, и комплексного сопротивления. В связи с чем непосредственные измерения комплексного сопротивления диода приобретают важное значение.

В миллиметровом диапазоне волн наибольшее распространение получили волноводные резонансные системы, т.к. в этом диапазоне их добротность выше, чем у коаксиальных и полосковых систем. Кроме того, в волноводных резонансных системах проще осуществлять механическую перестройку частоты и теплоотвод.

Для расчета электродинамических систем импульсных генераторов следует использовать метод эквивалентных схем по методике, изложенной в [4]. Методы эквивалентных схем обладают рядом преимуществ по сравнению со строгими электродинамическими методами, в частности, возможностью качественно судить о характере частотных характеристик, получить более простые выражения для инженерных расчетов резонансных систем.

Важной особенностью импульсного режима генераторов на ЛПД, которую необходимо учитывать при разработке, является изменение генерируемой частоты в пределах радиоимпульса, что приводит к частотной модуляции выходного сигнала.

Для генераторов на ЛПД в импульсном режиме целесообразен режим коротких импульсов тока питания, т.к. ЛПД характеризуются малой величиной тепловой временной постоянной и быстро разогреваются. Такой режим позволяет обеспечить тепловой режим диода и повысить значения плотности тока в несколько раз по сравнению с работой в непрерывном режиме. Строгое решение нестационарных тепловых задач является математически весьма сложным. Для ряда упрощенных моделей в литературе получены аналитические зависимости температуры активного участка ЛПД от времени [5].

Однако, эти зависимости для строго количественных оценок непригодны, т.к. в них не учтен такой существенный фактор, как изменение теплопроводности материалов с изменением температуры в рабочем интервале 300...500 К, которое весьма значительно. Кратковременный разогрев диода до температуры 300...500 приводит к резкой температурной зависимости импеданса диода и вызывает смещение генерируемой частоты импульсного генератора до 5% и изменение его выходной мощности до 2 дБ. Поэтому, расчет теплового режима импульсного генератора на ЛПД необходим для оценки его предельных возможностей по мощности, частоте и спектру выходного сигнала. При разработке генераторов на ЛПД в импульсном режиме также следует учитывать фазовые искания спектра, возникающие при длительностях импульса, больших или соизмеримых со временем тепловой релаксации диода.

Таким образом на основе вышесказанного можно сделать вывод, что для разработки электромагнитной технологии, связанной с воздействием импульсного информационного ЭМП на сперматозоиды животных при их консервации, необходимы исследования по созданию импульсных генераторов на полупроводниковых приборах.

Список литература: 1.Каталог радиоизмерительных приборов 1991-1994гг. – М.: НИИСПР, 1995. – 386 с. 2. Звершховский И. В. Миллиметровые волны тепловой интенсивности в медицине / И. В. Звершховский // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. (Промышленность, АПК, медицина, фармация). – Одесса: ОКФА, 2000. – С. 159 – 164. 3.Petillo J. The Michelle threc-deminsionel electron gun and collecton mode lingtool: theoty and desing / J.Petillo, K. Eppley, D. Panagas // IEEE Trans. on Plasmer Science, 2002. – Vol. 30, №6. – PP. 1238 – 1261. 4.Левченко М.С. Определение параметров корпуса ЛПД на СВЧ / М.С. Левченко, В.М. Хахалкин // Труды учебных институтов связи. – Л.: ЛЭИС, 1976. Вып. 81. – С. 107 – 109. 5.Коваленко В.Ф. Введение в электронику сверхвысоких частот / В.Ф. Коваленко . – М.: Сов. Радио, 1955. – 344с.

Поступила в редколлегию 20.04.2012