

В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 4(4) (43)

2018

**Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год**

Алматы

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

M.D. Adambaev, A.R. Fazylova

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF WIND-GENERATORS IN ALMATY

С. К. Шерьязов, К.Т.Тергемес

УСЛОВИЯ ВЫБОРА ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

С.И. Латыпов, Н.И. Калантаевская, К.Т. Кошекков, А.А. Савостин

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Б.С. Байкенов, К.С. Савин, А.Р. Фазылова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
ДВИЖЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА

В. А. Васильев, К. М. Асанова

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕХА МАГНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТИТАНА

Е.С. Риттер, В.П. Кисмирешкин, К.Т. Кошекков, Д.В. Риттер

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАГРЕВ НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ
ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ СВЧ ЭНЕРГИИ

Г.В. Савостина, Д.В. Риттер, С.И. Латыпов

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ
ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЯХ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Б.В. Кошеккова, Ю.Н. Кликушин, А.А. Савостин

АЛГОРИТМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ
ИЗМЕРЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ
ДАННЫХ

Тойбаев С. Н., Ибраев М.С., Сәрсенбай А.С.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ
КОЛЕБАНИЯ СТЕРЖНЯ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДОЙ ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КОНТАКТА

И. Э. Сулейменов, Е. С. Витулёва
ПРОЛЕГОМЕНЫ К ОБЩЕЙ ТЕОРИИ РАЗВИТИЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНДУСТРИИ

**Витулёва Е.С., Сапанова Э.С., Сысоева-Массон И.С., Сулейменова
З.К., Сулейменов И.Э.**
К ВОПРОСУ О ПРИНЦИПАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРОВ
КОМПЕТЕНЦИЙ

Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С.
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.
МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В
РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

М. М. Молдабеков, Д. И. Еремин, Д. Г. Жаксыгулова, С. Трепашко
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ
ИНФРАСТРУКТУРОЙ РЕФЕРЕНЦНЫХ GNSS СТАНЦИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

Зальцман М. Д., Абдрешов Ш. А., Махимова А. М.
ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.

**АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
МОРЕНЫХ ОЗЕР**

М.Ж. Жантурин, К.Т. Тергемес

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Zh. Erzhanova, J. K. Koxegen, Sh. I. Imangaliev

**TO THE QUESTION OF LEARNING ENGLISH SYSTEMATICALLY
FOR TECHNICAL SPECIALTIES**

Key words: titanium, magnesium chloride, ladle, crust, induction heating, electrodynamic action, transformer, power supply scheme.

МРНТИ 621.372.8

Е.С. Риттер¹, В.П. Кисмирешкин², К.Т. Кошеков¹, Д.В. Риттер¹

¹Северо – Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева,
г.Петропавловск, Казахстан.

²Омский государственный технический университет, г.Омск, Россия.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАГРЕВ НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ СВЧ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье предложен промышленный нагрев на основе однопроводной линии передачи сверхвысокочастотной энергии. В соответствии с этим приводится схема разрабатываемой установки для сверхвысокочастотной сушки древесины. Подробно излагаются режимы минимального переизлучения и максимального поглощения энергии. Обсуждены

преимущества предлагаемого способа: использование маломощных СВЧ генераторов без синхронизации по частоте и фазе колебаний, использование переизлучателей СВЧ энергии.

Уделено внимание на многоходовое устройство возбуждения линии поверхностной волны. Многоходовое устройство возбуждения позволяет достаточно просто осуществлять ступенчатую регулировку тепловой мощности в нагреваемом объекте. Такие преимущества позволяют реализовать установки с требуемым распределением энергии, минимальной металлоемкостью и низкой стоимостью. Применение поля поверхностной волны E_{00} для нагрева протяженных объектов, позволяет решить многие проблемы, в отличие от традиционных способов, то есть является весьма перспективным.

Ключевые слова: сверхвысокочастотный нагрев, волновод, распределение поля, переизлучатель, балластная нагрузка

Во многих отраслях производственной деятельности используют СВЧ-излучение. Среди задач применения СВЧ – излучения крайне важным является обеспечение объекта концентрацией СВЧ – излучения на его поверхности. Решение такой задачи является крайне актуальным для деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и других отраслей.

В деревообрабатывающей промышленности решение задачи качественной, быстрой и малозатратной сушки древесины остается актуальной, несмотря на достигнутые результаты. В последнее время усилился интерес к СВЧ – сушке древесины твердых пород. В содержании работы [1] для сушки древесины в установке предложено использовать комбинированный принцип действия, включающий конвективный и диэлектрический нагрев.

В работе [2] предложена СВЧ – вакуумная сушка, позволяющая высушивать оцилиндрованные бревна с начальной влажностью 80 % до конечной влажности 15 % с уменьшением энергозатрат. Сверхвысокое излучение, воздействуя на влажную древесину, приводит к закипанию влаги, которая создает избыточное давление. Такое давление приводит к выдавливанию из капилляров мелких капель влаги и образованию пара. Образовавшаяся влага выносится за пределы древесины диффузионным потоком. Горячий пар, выходящий из древесины, создает тепловую завесу, которая препятствует снижению температуры дерева.

В малогабаритной сушилке [3], позволяющей при значительной скорости сушки добиться высококачественного высушенного материала используют рабочую камеру, содержащую блок магнетронов и систему распределения энергии электромагнитного поля в диапазоне СВЧ по длине камеры.

Применяемые устройства для СВЧ – сушки древесины характеризуются трудностями концентрации мощности генераторов и распределения плотности энергии вдоль камеры, в которой происходит облучение объекта.

Предлагается для сверхвысокой сушки древесины установка, в основе которой лежит использование однопроводной линии передачи СВЧ излучения. В такой установке нагреваемый объект размещают в поле поверхностной волны E_{00} .

Применение для сверхвысокочастотной сушки волновода в виде однопроводной линии передачи по сравнению с традиционными способами имеет следующие преимущества:

- в достижении минимальных значений металлоемкости установки, излучаемой мощности и мощности, которую требуется утилизировать;
- обеспечение равномерного нагрева длинномерных объектов сушки;
- значительное снижение стоимости установки для сушки древесины.

Применение однопроводной линии передачи поверхностной волны E_{00} позволяет разработать новые устройства СВЧ – сушки. В нашем случае речь идет об установке СВЧ – излучения, в которой используется вибраторная решетка на основе волновода в виде

одионого провода, расположенная внутри рефлектора в виде зеркального параболического проводящего цилиндра. Такая вибраторная решетка позволит получить равномерное распределение СВЧ – энергии на площади (поверхности).

При возбуждении однопроводной линии передачи устанавливается соответствующая поверхностной волне структура волны электромагнитного поля типа E_{00} , содержащая радиальную и продольную составляющие электрического поля, и соответствующую составляющую магнитного поля [4, 5]. Вибраторы решетки выполнены в виде цилиндров, надетых на провод, и установлены на проводе вдоль продольной линии напряженности электрического поля, радиальная составляющая поля не наводит электрического тока, т.к. направление радиальной составляющей напряженности электрического поля перпендикулярно оси вибратора. На рисунке 1 показана схема расположения двух продольных вибраторов (фрагмент антенной решетки), которые надеты на провод однопроводной линии передачи и возбуждаются под действием напряженности электрического поля волны E_{00} , распространяющейся в однопроводной линии передачи.

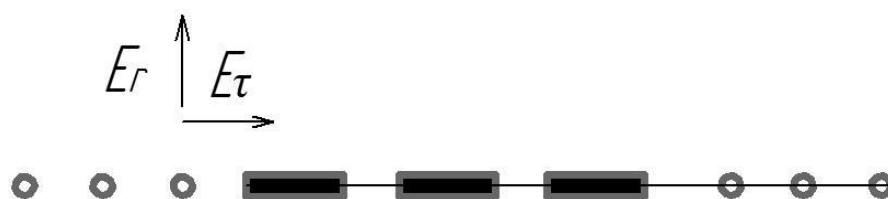


Рисунок 1 – Схема расположения вибраторов антенной решетки

Достижение равномерного распределения сверхвысокочастотной энергии для сушки объекта обеспечивается тем, что вибраторная решетка, содержащая однопроводную линию передачи поверхностной волны с размещенными соосно проводу вибраторами, расположена внутри зеркального параболического проводящего цилиндра на фокальной оси. В сечении, перпендикулярном фокальной оси расположена парабола с точкой фокуса, поэтому распределение поля, излученного антенной решеткой, в ортогональном оси решетки направлении близко к равномерному.

На рисунке. 2 изображена схема установки на основе поверхностной волны для сушки древесины.

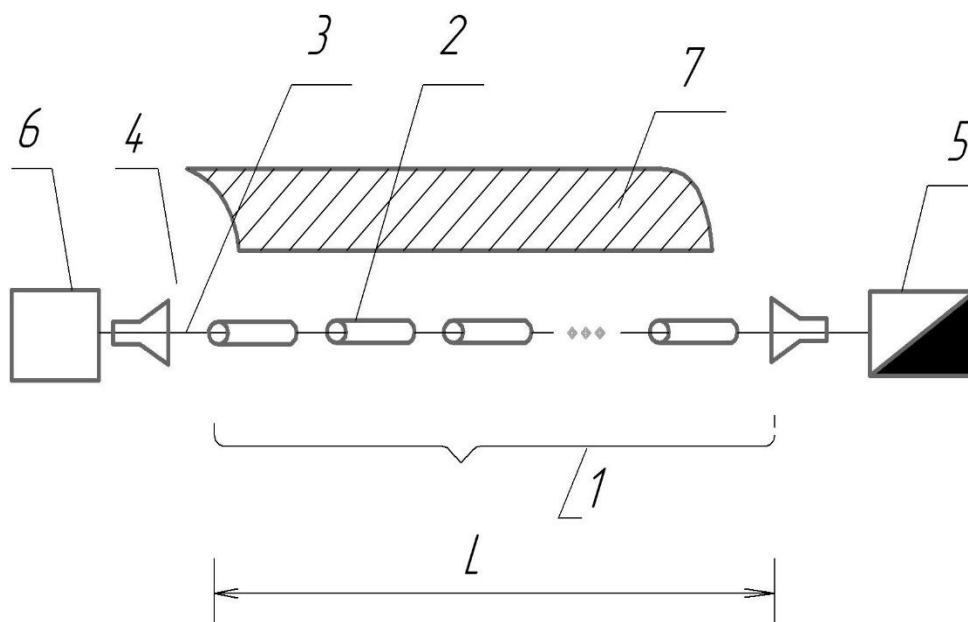


Рисунок 2 – Схема установки на основе поверхностной волны для сушки древесины

На рисунке. 3 схематично показан ход лучей, идущих от элемента антенной решетки.

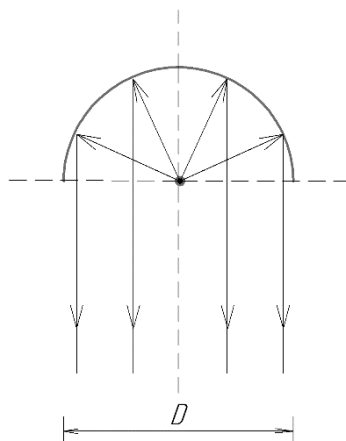


Рисунок 3 – ход лучей от элемента антенной решетки

Из рисунка 2 видно, что установка включает вибраторную решетку 1, состоящую из вибраторов 2, провод однопроводной линии передачи 3, устройства возбуждения поверхностной волны 4, согласованную нагрузку 5, генератора СВЧ-колебаний 6 и зеркальный параболический проводящий цилиндр 7 (рефлектор).

Устройство возбуждения поверхностной волны [4] является трансформатором волн со структурой Т – в волну Е – типа.

Коллинеарная антенная решетка 1 расположена внутри зеркального параболического проводящего цилиндра 7. Антенная решетка, входящая в установку, состоит из одинаковых вибраторов 2, представляющих собой объемные тела с проводящими цилиндрическими поверхностями, надетыми на диэлектрическую поверхность провода 3 однопроводной линии передачи [5]. Однопроводной линии передачи оканчивается согласованной нагрузкой 5. Генератор СВЧ – колебаний (6), расположенный вне зеркального параболического проводящего цилиндра (на рисунке 3 не показан), соединен с узлом возбуждения поверхностной волны 4.

Установка для концентрации энергии на поверхности функционирует следующим образом.

Сигнал с генератора сверхвысокочастотных колебаний 6 с помощью устройства возбуждения 4 возбуждает в проводе 3 поверхностную волну E_{00} . В находящихся на проводе вибраторах 2 антенной решетки 1 под действием продольной составляющей напряженности электрического поля волны E_{00} наводится электрический ток, в результате чего происходит излучение сверхвысокочастотной энергии.

Излучение, порождаемое вибраторами 2, распространяясь внутри объема параболического цилиндра, выходит параллельным пучком лучей (рисунок. 3). Следовательно, энергия, приходящаяся на единицу площади раскрытия зеркального параболического цилиндра (плотность энергии), будет одинаковой.

Степень возбуждения вибраторов определяется коэффициентом связи « K_i » поверхностной волны из расчета достижения равномерного по длине L распределения энергии переизлучаемого поля Т – типа, осуществляемого под действием продольной составляющей напряженности электрического поля:

$$K_i = \frac{P_i}{P}, \quad (1)$$

где P – мощность энергии СВЧ, переносимая поверхностной волной;

P_i – мощность энергии СВЧ, образованная поверхностной волной в i – том вибраторе рассматриваемой коллинеарной антенной решетки под действием продольной составляющей напряженности электрического поля [6].

Излучение коллинеарной антенной решетки, распространяясь внутри зеркального параболического цилиндра, отражается от поверхности параболоида и равномерно концентрируется на площади раскрыва параболического цилиндра S . Вибраторы, возбуждаясь под действием продольной составляющей напряженности электрического поля поверхностной волны E_{00} , в дальнейшем сами переизлучают электромагнитную энергию Т-структуры. Вся переизлученная сверхвысокочастотная энергия вибраторной решетки сосредоточена на площади раскрыва параболического цилиндра S а оставшаяся (не переизлученная) сверхвысокочастотная энергия поступает на согласованную нагрузку 5.

Таким образом, вибраторная решетка, равномерно излучает сверхвысокочастотную энергию по всей длине L коллинеарной антенной решетки в ортогональной однопроводной линии передач плоскости, обеспечивая, концентрацию потока сверхвысокочастотного излучения на площади раскрыва зеркального параболического цилиндра S_p (рисунок 3).

$$S_p = D \cdot L, \quad (2)$$

где D – диаметр раскрыва зеркального параболического проводящего цилиндра (рефлектора), L – длина коллинеарной антенной решетки.

Объект для поверхностного нагрева размещают в установке в области концентрации потока сверхвысокочастотного излучения.

Преимуществами установки на основе вибраторной решетки, размещенной на однопроводной линии передачи в виде одиночного провода и обеспечивающей концентрацию энергии сверхвысокочастотного излучения на поверхности (площади) объекта, являются:

- во-первых, достигается равномерное распределение плотности сверхвысокочастотного излучения в раскрыве зеркального параболического проводящего цилиндра, которая обусловлена размещением на фокальной оси коллинеарной антенной решетки излучателей;
- во-вторых, частичная электрическая замкнутость объема зеркального параболического проводящего цилиндра обеспечивает частичное экранирование процессов в объектах, находящихся внутри зеркального параболического цилиндра;
- в-третьих, происходит увеличение концентрации сверхвысокочастотной энергии на заданной поверхности (площади) S_0 ;
- в-четвертых, минимальные металлоемкость и стоимость установки.

Предложенная конструкция установки может быть использована не только для сушки древесины в деревообрабатывающем производстве, но и в сельском хозяйстве, а также для сверхвысокочастотного нагрева объектов, используемых в различных отраслях промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] СВЧ плюс вакуум от сложного к простому. // Интернет ресурс – <http://www.svch-tecnologii.m/HTML/lesprom04-10>.
- [2] Технологии сушки древесины. // Интернет ресурс – <http://www.get-ground.ru/articles/l.php>.
- [3] Малогабаритная СВЧ сушилка для леса модель «МС-2» Интернет ресурс – <http://www.kodosagregat.ru/zl2st4.htm>.
- [4] Кисмерешкин В. П., Лобова Г. Н. Патент 2118874 Российская федерация. МПК Н 01 О 21/00. Вибраторная решетка.
- [5] Кисмерешкин, В. П. Об использовании открытых линий передачи в антенной технике // Антенно-фидерные устройства, системы и средства радиосвязи. // Собрание трудов. 3-й Международная научно-техническая конференция. – Воронеж, 1997. – Том 2. – С. 290-300.
- [6] Кисмерешкин, В. П. Моделирование линейной антенной решетки на основе однопроводной линии передачи // Приборы и техника эксперимента. – 1996. – № 5. – С. 85-86.

REFERENCES

- [1] Microwave plus vacuum from complex to simple. // Internet resource – <http://www.svch-tecnologii.m/HTML/lesprom04-10>. (in russ).
- [2] Wood drying technology. // Internet resource – <http://www.get-ground.ru/articles/l.php>. (in russ).
- [3] Compact microwave dryer for wood model "MS-2" // Internet resource – <http://www.kodosagregat.ru/zl2st4.htm>. (in russ).
- [4] Kismereshkin V.P., Lobova G.N. Patent 2118874 Russian Federation. IPC H 01 O 21/00. Vibrator grill. (in russ).
- [5] Kismereshkin, V.P. On the use of open transmission lines in antenna technology // Antenna-feeder devices, systems and radio communications. // Collected Works. 3rd International Scientific and Technical Conference. - Voronezh, 1997. - Volume 2. - P. 290-300. (in russ).
- [6] Kismereshkin, V.P. Modeling a linear antenna array based on a single-wire transmission line. // Instruments and experimental technique. - 1996. - № 5. - P. 85-86.

АСА ЖОҒАРЫ ЖИЛІКТІ АЖЖ ЭНЕРГИЯНЫ ЖЕТКІЗУДІҢ БІР ЖЕТЕКТІ СЫЗЫҚТЫ НЕГІЗІНДЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ҚЫЗДЫРУЫ

Е.С. Риттер¹, В.П. Кисмирешкин², К.Т. Кошеков¹, Д.В. Риттер¹

¹М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті,
Петропавл қаласы, Қазақстан

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті, Омбы қаласы, Ресей

Аңдатпа. Мақалада аса жоғары жиілікті энергияны жеткізудің бір жетекті сызықты негізінде өнеркәсіптік жылу ұсынылған. Осыған сәйкес сүректі аса жоғары жиілікті кептіруге арналған әзірленіп жатқан қондырғының сызбасы келтіріледі. Энергияны ең көп сіңіру мен ең аз қайта сәуле шығарудың тәртіптемелері толығымен мазмұндалады. Ұсынылатын әдістің артықшылықтары талқыланды: жиілігі мен тербеліс фазасы бойынша синхрондаусыз қуаты төмен АЖЖ генераторларды қолдану, АЖЖ энергияның қайта сәуле шығарғыштарын қолдану.

Беттік толқынды сызықты қоздыру үшін көпбілікті қондырғыға назар аударылды. Қоздырудың көпбілікті қондырғысы қыздырылған нысанда жылу қуатын қадамдық реттеуді жеткілікті түрде жүзеге асырады. Осындай артықшылықтар талап етілетін энергияны тарату, ең аз металды қажетсіну мен төмен құны бар қондырғыларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Кеңейтілген нысандарына арналған E_{00} беттік толқынның өрісін қолдану көп мәселелерді шешуде көмек көрсетеді, дәстүрлі тәсілдерге қарағанда, яғни өте перспективалы болып табылады.

Кілт сөздер: аса жоғары жиілікті кептіру, толқынжол, өріс үлестірімі, қайта сәуле шығарғыш, балласты жүктеме.

INDUSTRIAL HEATING ON THE BASIS OF A SINGLE-WIRE UHF ENERGY TRANSMISSION LINES

E.S. Ritter¹, V.P. Kismireskin², K.T. Koshekov¹, D.V. Ritter¹

¹The North Kazakhstan state university after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan
The Omsk state technical university, Omsk, Russia

Abstract. The article proposed industrial heating based on a single-wire transmission line of microwave energy. In accordance with this, the scheme of the plant being developed for microwave drying of wood is given. The modes of minimum reradiation and maximum energy absorption are described in detail. The advantages of the proposed method are discussed: the use of low-power microwave generators without synchronization in the frequency and phase of oscillations, the use of microwave energy re-emitters.

Attention is paid to the multi-input device for the excitation of a surface wave line. The multi-input excitation device makes it easy to carry out stepwise adjustment of the thermal power in the heated object. Such advantages make it possible to realize installations with the required distribution of energy, minimal metal consumption and low cost. The use of the surface wave field E_{00} for heating extended objects allows us to solve many problems, in contrast to traditional methods, that is, it is very promising.

Key words: microwave heating, waveguide, field distribution, re-radiator, ballast load

:

ГРНТИ 47.05.17

Г.В. Савостина, Д.В. Риттер, С.И. Латыпов

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск,
Республика Казахстан

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Аннотация: В работе представлен сравнительный анализ основных методов цифровой обработки сигналов для подавления высокочастотных помех, возникающих в процессе