

М. ТЫНЫШБАЕВ атындағы
ҚАЗАҚ КӨЛІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

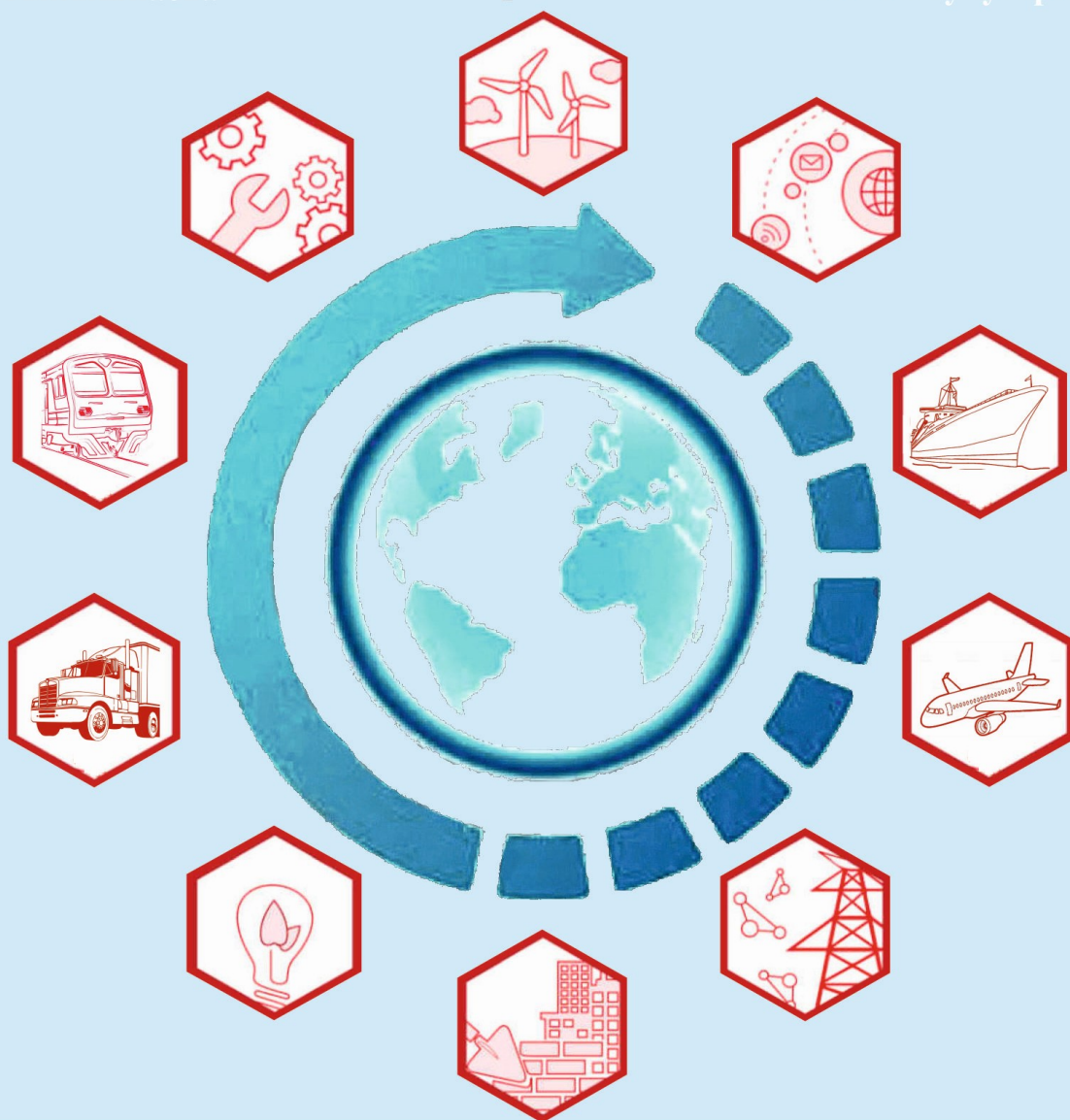
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Казахской академии транспорта
и коммуникаций имени
М. Тынышпаева

The BULLETIN

of Kazakh Academy of Transport
and Communications named
after M. Tynyshpayev



Журнал
перерегистрирован в
Министерстве
культуры,
информации и спорта
Республики
Казахстан
Свидетельство
№ 6233-ж
от 17.08.2005 г.

Индекс 75605

ISSN 1609-1817

Отпечатано в ТОО
«Power print»
Юр.адрес: г.Алматы,
мкр. Алатау,
ул. Мираса, д.86.
Факт. адрес:
г.Алматы,
пр. Райымбека, 165

Автоматизация процесса учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики с применением технологии QR кодирования	
Б.Е. Аркенов, Н.М. Арипов, Д.Х. Баратов	209-219
Подробное описание данных	
А.І.Наурызбаева, А.Ж.Молдакалыкова, А.Д. Нурланбек.....	219-226
Аддитивность манипулируемости и неманипулируемости сообщений о выполнении плана в активных системах	
Р.Б. Абдрахманов, М.Ж. Жасузакова, Н.Т.Рустамов.....	226-232
Сравнительный анализ двухфакторной аутентификации (2FA)	
Э.Н. Дайырбаева, А.Н. Нургулжанова, А.Д. Нурланбек.....	232-237
Расчет предупреждения лобового столкновения автомобилей и система предотвращения столкновений	
А. Ережепбеков.....	237-245
Идентификация промышленных объектов управления по его экспериментальным частотным характеристикам	
М.Д. Адамбаев, Ж.Т. Джулаева, А.Е. Калабаева.....	245-252
Разработка инженерной модели системы радиомониторинга на базе низкоорбитальных космических аппаратов	
А.З.Айтмагамбетов, А.Е.Кулакаева, Б.А.Кожахметова.....	252-258
Цифровое телевидение в телекоммуникационных системах	
А.К. Мекебаева, А.К. Оразымбетова, А.Б. Матаева.....	258-263
Принципы работы детектора активности речи	
А.А. Иванов, Д.Т. Джунусова, Кусамбаева Н.Ш.....	263-268
Сверхвысокочастотная сушка древесины полем волновода на основе однопроводной линии передачи электромагнитной энергии	
Е.С. Риттер, К.Т. Кошекков, Д.В. Риттер.....	268-274
Разработка имитационной модели асинхронного электропривода со скалярным управлением	
И.А. Набунский.....	274-279
Математическая модель асинхронной машины с учётом вытеснения тока и насыщения магнитной цепи	
И.А. Набунский.....	279-285
Финансово-экономический анализ человеческого капитала Казахстана	
Ж.Р. Ашимова, Ж.З. Абитов, Д.З. Абитова.....	286-297
Влияние социальных факторов на развитие отраслей: промышленность, транспорт, сельское хозяйство	
Б.С. Асылбекова, А.С.Тайсаринова.....	297-303
Условия и факторы, влияющие на определение характеристик технических средств охраны государственной границы	
С.П. Мосов, С.М. Салий, Д.Б. Съедин.....	304-311
Роль и место Гражданской обороны в обеспечении безопасности населения	
Г.К.Сабырбаева.....	312-319

[3] Volchenkov V.A. Obnaruzhenie pazv v rechevych signalach/Materialy Mejdunarodnoy nauchno-technicheskoi konferencii «INTERMATIC – 2012», Moskva, 2012., chast, s.40-43.[In Russian: Volchenkov V.A. Obnaruzhenie pazv v rechevych signalach/Materialy Mejdunarodnoy nauchno-technicheskoi konferencii «INTERMATIC – 2012», Moskva, 2012., chast, s.40-43.]

[4] Kravcov S.A. Detector rechevoi aktivnosti s primeneniem modeli gaussovykh smesey/Materialy Mejdunarodnoy nauchno-technicheskoi konferencii «Prikladnye problem informacionnykh technologii», Moskva, 2010, s. 331-334. [In Russian: Kravcov S.A. Detector rechevoi aktivnosti s primeneniem modeli gaussovykh smesey/Materialy Mejdunarodnoy nauchno-technicheskoi konferencii «Prikladnye problem informacionnykh technologii», Moskva, 2010, s. 331-334.]

[5] Astapov K.A. Primenenie veivlet-preobrazovaniya dlya sokrasheniya oblasti znacheniya iskusstvennykh neironnykh setey na primere zadachi raspoznavaniya rechi, Injenernyi vestnik Dona, 2009., s.10-21.

[6] Томи Кинньен, Евгения Черненко, Марко Туононен, Паси Фрэнти, Хайжу Ли Обнаружение голосовой активности с использованием функций MFCC и машины опорных векторов, Международный научный семинар АМІСТ – 2007, с.3-5.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ДЕТЕКТОРА АКТИВНОСТИ РЕЧИ

Иванов Андрей Александрович, к.т.н., доцент, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, andrey.a.ivanov@mail.ru

Джунусова Диляра Түлебековна, сениор-лектор, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, junussovadilyara@gmail.com

Кусамбаева Назым Шаяхметовна, сениор-лектор, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, kussambayeva@mail.com

СӨЙЛЕСУ БЕЛСЕНДІЛІК ДЕТЕКТОРЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ПРИНЦИПТЕРІ

Иванов Андрей Александрович, к.т.н., доцент, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, andrey.a.ivanov@mail.ru

Джунусова Диляра Түлебековна, сениор-лектор, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, junussovadilyara@gmail.com

Кусамбаева Назым Шаяхметовна, сениор-лектор, М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан, kussambayeva@mail.com

Андатпа. Берілген мақалада инфокоммуникациялар саласындағы стандарттау жөніндегі ұйымдар ITU-T, ETSI, TTA, EIA ұсынған алгоритмдерінде негізделген сөйлесу белсенділік детекторының (Voice Activity Detection) жұмыс істеу принциптері қарастырылған. Сөйлесу және олардың арасындағы үзілістерді анықтау алгоритмдер мен әдістерінің тиімділігін салыстырмалы талдау жүргізіледі. Стандартталған сөйлесу белсенділік детекторлар бойынша және олардың өнімділіктері туралы жалпы мәліметтер келтірілген. Сөйлесу белсенділік детекторының құрылымдық сұлбасы қарастырылған.

Түйінді сөдер: сөйлесу белсенділік детекторы, үзілістерді анықтау, сөйлесуді анықтаудың әдістер және алгоритмдер.

Статья поступила в редакцию 01.02.19. Актуализирована 15.05.19. Принята к публикации 07.06.19.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817
Vol. 109, No.2 (2019), pp.268-274

ULTRAHIGH-FREQUENCY DRYING OF WOOD BY THE FIELD OF A WAVE SINGLE-WIRE TRANSMISSION LINE OF ELECTROMAGNETIC ENERGY

Ritter Ekaterina Sergeevna, PhD doctor student, M. Kozybayev North Kazakhstan state university, Petropavlovsk, Kazakhstan, lubykh@inbox.ru

Koshekov Kairat Temirbayevich, Dr.Sci.(Eng.), Professor, M. Kozybayev North Kazakhstan state university, Petropavlovsk, Kazakhstan, kkoshekov@mail.ru

Ritter Dmitry Viktorovich, Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, M. Kozybayev North Kazakhstan state university, Petropavlovsk, Kazakhstan, dritter@mail.ru

Abstract. The article is revealed possibility of more efficient use of ultrahigh-frequency energy. A method of ultrahigh-frequency drying wood based on a single-wire transmission line of electromagnetic energy is proposed. In accordance with this, the scheme of the plant being developed for ultrahigh-frequency drying of wood is given. The installation uses a vibrator array on the basis of a single-wire transmission line of electromagnetic energy, located inside the reflector in the form of a specular parabolic conducting cylinder.

The paper presents the results of studies of the surface waveguide field in the re-emission mode. The surface wave is reradiated by a group of vibrators coaxial with the waveguide wire. The results of experimental studies of the field distribution along a waveguide operating in various modes are presented. The possibility of increasing the efficiency of the reradiated field and its adjustment by the non-contact movement of the reflector is shown.

The modes of minimum reradiation and maximum energy absorption are described in detail.

Special attention is paid to the multi-input device for the excitation of a surface wave. The influence of the parameters of the excitation system of a surface wave in an open waveguide on the efficiency of its excitation is estimated. Multi-input excitation device allows you to simply stepwise adjust the thermal power in the irradiated object.

The advantages of the proposed method are discussed: the use of ultrahigh-frequency generators without synchronization in frequency and phase of oscillations, the use of ultrahigh-frequency energy re-emitters. Such advantages make it possible to realize installations with the required energy distribution, minimal metal consumption and low cost.

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

УДК 621.372.8 : 621.385.6

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

¹Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева,
г. Петропавловск, Казахстан

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ ПОЛЕМ ВОЛНОВОДА НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ 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.

Ключевые слова: сверхвысокочастотная сушка, волновод, распределение поля, переизлучатель, балластная нагрузка

В практике СВЧ сушки древесины традиционно используют излучатели в виде рупоров, которые размещают таким образом, чтобы обеспечивать равномерную сушку древесины различной протяженности. Вместе с тем, равномерность сушки указанным выше способом, имеет определенные недостатки,

т.к. рупорные излучатели сами по себе имеют неравномерное распределение поля в раскрыте и устанавливают их на некотором расстоянии друг от друга. Практика требует равномерной сушки, особенно протяженных объектов. Наиболее подходящим инструментом для решения данной задачи, на наш взгляд,

является волновод на основе однопроводной линии передачи электромагнитной энергии, главной особенностью которого является наличие открытого электромагнитного поля около провода в пределах цилиндра с радиусом порядка одной длины волны. Размещение объекта в поле волновода приведет к тому, что объектом будет поглощаться определенная часть энергии и соответственно, будет нагреваться, при этом будет происходить его сушка.

Технически равномерность нагрева по длине может быть обеспечена

соответствующим положением объекта относительно оси волновода, в качестве которого использована однопроводная линия передачи электромагнитной энергии [1].

Рассмотрим подробнее процесс взаимодействия поля волновода с объектом нагрева. Прежде всего, обратим внимание на распределение поля поверхностной волны E_{00} в поперечном сечении однопроводной линии передач, показанной на рисунке 1.

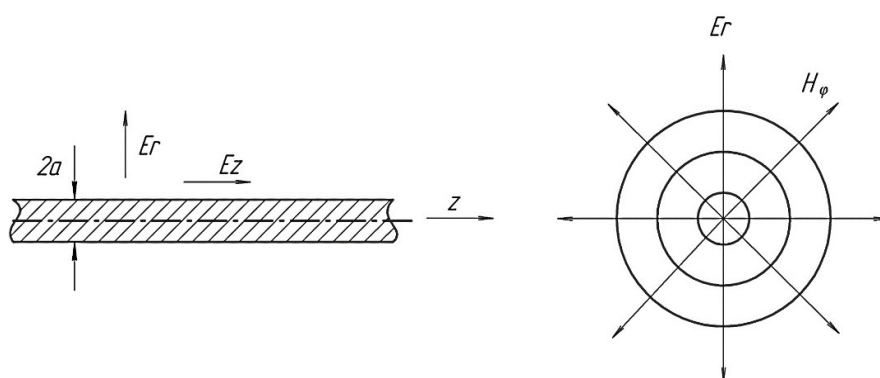


Рис 1 – Структура поля поверхностной волны E_{00}
Fig 1 – The structure of the surface wave field E_{00}

Эта волна содержит 3 составляющих компонента: радиальную E_r , продольную E_z - составляющие электрического поля, и азимутальную составляющую магнитного поля H_ϕ

$$E_z = B \frac{h}{\omega \varepsilon_0} H_0^{(1)}(hr) e^{-\gamma z}, \quad (1)$$

$$E_r = B \frac{h}{\omega \varepsilon_0} H_1^{(1)}(hr) e^{-\gamma z}, \quad (2)$$

$$H_\phi = B H_1^{(1)}(hr) e^{-\gamma z}, \quad (3)$$

где $H_n^{(1)}$ - функция Ганкеля 1-го рода n-го порядка, γ - постоянная распространения вдоль провода, r - текущий радиус, h - постоянная распространения в пространстве, окружающем провод, ω - круговая частота, ε_0 - диэлектрическая проницаемость свободного пространства.

Уравнение, связывающее постоянные распространения в слое диэлектрика и в пространстве около провода, имеет вид:

$$\frac{h}{h_i} = \frac{1}{\varepsilon_a} \frac{H_0^{(1)}(h_i a) H_0^{(2)}(h_i a_1) - H_0^{(2)}(h_i a) H_0^{(1)}(h_i a_1) H_1^{(1)}(h_i a_1)}{H_0^{(1)}(h_i a) H_0^{(2)}(h_i a_1) - H_0^{(2)}(h_i a) H_1^{(1)}(h_i a_1) H_0^{(1)}(h_i a_1)}, \quad (4)$$

где $H_0^{(1)}$ - функция Ганкеля второго рода нулевого порядка, h_i - постоянная распространения в диэлектрическом

покрытии провода, a_i - радиус диэлектрического покрытия.

Анализ выражений (1-4), описывающих поведение

электромагнитного поля около провода показывает, что при соответствующем выборе толщины диэлектрического покрытия провода и его диаметра можно достичь режима, при котором энергия поля сосредоточена в цилиндрической области с радиусом порядка одной длины волны.

Другая особенность волновода в виде однопроводной линии передач состоит в том, что неоднородность, помещенная в его поле, приводит к частичному переизлучению и поглощению энергии волновода. При этом можно реализовать режимы как максимального переизлучения, так и максимального поглощения энергии. Это достигается соответствующим выбором функции связи переизлучателей с полем волновода и их свойств. В работе [2] показана возможная реализация распределений электромагнитного поля вдоль системы переизлучателей при минимуме энергии в балластной нагрузке.

В данном случае необходимо обеспечить минимум отражения и излучения при равномерном поглощении энергии подлине объекта, расположенного в поле волновода поверхностной волны. Минимум отражения достигают компенсацией отраженной волны в тракте. Излучение минимизируют путем установки соответствующего отражателя около провода с поверхностной волной.

Что касается поглощаемой энергии объектом, то она зависит от целого ряда параметров, как поля, так и объекта. В соответствии с [3] поглощаемая мощность может быть вычислена с помощью выражения:

$$P_D = \omega \varepsilon_a \operatorname{tg} \delta \int_V (E_z^2 + E_{x,y}^2) dV \quad (5)$$

где ω – частота колебаний поля, ε_0 – абсолютная диэлектрическая проницаемость, $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь, $E_{x,y,z}$ – соответствующие составляющие напряженности электрического поля.

Серьезной проблемой является энергетика линии, т.е. реализация

требуемой энергии в области, где помещается объект. Использование в линии с поверхностной волной многовходового устройства возбуждения [4] позволяет в принципе неограниченно наращивать подаваемую мощность. При этом эффект нагрева объекта может быть осуществлен рядом независимых источников малой и средней мощности.

Мощный магнетронный генератор имеет высокую стоимость, «капризен» в эксплуатации, т.к. требует высокого уровня согласования с нагрузкой, характер которой по мере нагревания изменяется. Следовательно, в этом случае необходима система авторегулирования, реализация которой при больших мощностях сопряжена с известными трудностями. В этом отношении источники СВЧ малой и средней мощности менее критичны к нагрузке и к питающим напряжениям.

Немаловажным является и то, что для суммирования мощностей не требуется синхронизации источников СВЧ энергии, т.к. каждый из них вносит независимый вклад в нагрев тех или иных объектов

Таким образом, применение многовходового устройства возбуждения поверхностной волны является основой для наращивания СВЧ мощности и ее дискретной регулировки без заметного нарушения режима их нормальной работы.

Подробнее остановимся на многовходовом устройстве возбуждения линии поверхностной волны. В соответствии со структурой электромагнитного поля около провода (Рис. 1) имеется радиальная составляющая напряженности электрического поля. Вводя элемент возбуждения, например полуволновый вибратор, вдоль силовых линий, можно обеспечить эффективное возбуждение поверхностной волны. Соответственно, распределив по кругу ряд таких вибраторов, можно получить многовходовое устройство возбуждения. Указанные парциальные устройства возбуждения в принципе слабо зависимы друг от друга, и потому в проводе будет иметь место совокупность поверхностных волн, которые не обязательно

синхронизировать, т.к. их конечным эффектом является нагрев помещенного в поле объекта. Аналогично может быть построена балластная нагрузка, только вместо генераторов вибраторы подключают к парциальным нагрузкам.

Многоходовое устройство возбуждения позволяет достаточно просто осуществлять ступенчатую регулировку тепловой мощности в нагреваемом объекте путем соответствующего подключения (отключения) парциальных генераторов.

Таким образом, использование поля однопроводной линии передач для промышленной сушки древесины является перспективным, т.к. позволяет решить целый ряд проблем в отличие от традиционных способов.

При использовании волноводов данного типа вызывает интерес для нагрева объекта использование переизлученного поля. Остановим

внимание на механизме переизлучения. Неоднородность, помещенная в поле волновода, переизлучает Т волну. В этой связи с помощью ряда неоднородностей возможно формирование определенного распределения переизлученного поля с концентрацией излучения в определенном направлении. Такого рода устройства хорошо от моделированы и их используют в антенной технике. Применительно к нагреву тех или иных объектов имеет место ряд особенностей. В частности, несколько упрощена реализация равномерного облучения протяженных объектов, т.к. в таком случае равномерность будет определяться не расстоянием между объектом и осью провода, а размерами переизлучателей [5].

Установка для равномерной сушки древесины выглядит следующим образом (Рисунок 2).

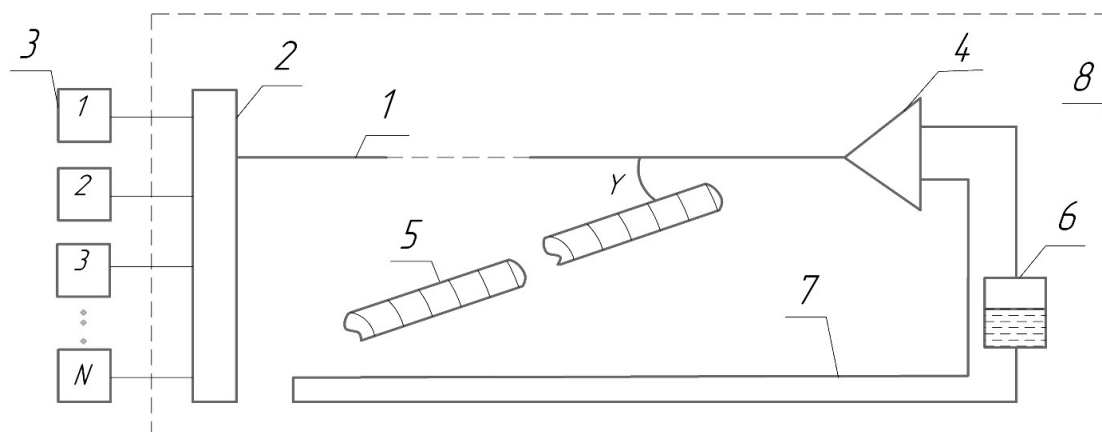


Рис 2 – Схема установки для сушки древесины

Fig 2 – Installation scheme for wood drying

- 1 – Однопроводная линия передачи;
- 2 – многоходовое устройство возбуждения
- 3 – группа генераторов;
- 4 – нагрузки;
- 5 – объект сушки расположенный под углом γ ;
- 6 – емкости с водой;
- 7 – устройством утилизации ;
- 8 – установка заключена в экран 8.

На проводе с бегущей поверхностной волной устанавливают

группу переизлучателей, электрически (но не гальванически!) связанных с проводом. Коэффициент связи выбирают исходя из требуемого распределения поля.

Так как система, состоящая из переизлучателей, имеет осесимметричное излучение относительно провода, то целесообразно ее разместить на фокальной линии параболического цилиндра, обеспечив тем самым, относительно равномерный поток энергии на протяженный объект нагрева.

Перспективность системы на переизлучателях хотя и несколько сложнее, чем на эффекте непосредственного воздействия поля в пределах граничного радиуса, вместе с тем она более конструктивна и менее критична к установке объектов сушки и влияния изменения их параметров.

Таким образом, использование однопроводной линии передачи в виде провода с диэлектрическим покрытием и поверхностной волной E_{00} позволяет реализовать различные системы для организации воздействия электромагнитного поля СВЧ на целый ряд объектов промышленного и сельскохозяйственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Трошин Г.И., Макарова Л.И., Худякова В.А., Чистин Э.Ф. Однопроводная линия передачи / Труды НИИКП, 1992, №6. – С.34 – 54.
[2] Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Моделирование амплитудных распределений поля вибраторно-волноводной решетки на основе однопроводной линии передачи // Приборы и техника эксперимента. – 1998, № 4. – С.92 – 93.
[3] Гареев Ф.Х. Сушка бревен без трещин // Лесная промышленность. – 2004, №4. С.58 – 60.
[4] Гареев Ф.Х. Нетрадиционная сушка древесины: вакуумная и СВЧ // Лесная промышленность. – 2004, №5. – С.62 – 65.
[5] Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Всенаправленная антенная решетка на основе открытого волновода // Проектирование и технология электронных средств. – 2004, № 4. – С.12 – 15.

REFERENCES

- [1] Troshin G.I., Makarova L.I., Hudjakova V.A., CHistin E.F. *Odnoprovodnaja linija peredachi* [in Russian: Single wire transmission line]. NIIP Publ., 1992, №6 – pp.34 – 54.
[2] Kismereshkin V.P., Lobova G.N. *Modelirovanie amplitudnyh raspredelenij polja vibratorno-volnovodnoj reshetki na osnove odnoprovodnoj linii peredachi // Pribory i tehnika jeksperimenta.* [in Russian: Simulation of the amplitude distributions of the vibrator-waveguide grating field based on a single-wire transmission line // Instruments and Experimental Technique]. – 1998, № 4. – pp.92 – 93.
[3] Gareev F.H. *Sushka breven bez treshhin // Lesnaja promyshlennost'.* [in Russian: Drying logs without cracks // Forest industry.]. – 2004, №4. pp.58 – 60.
[4] Gareev F.H. *Netradicionnaja sushka drevesiny: vakuumnaja i SVCH // Lesnaja promyshlennost.* [in Russian: Nontraditional wood drying: vacuum and microwave // Forest industry]. – 2004, №5. – pp.62 – 65.
[5] Kismereshkin V.P., Lobova G.N. *Vsenapravlenaja antennaja reshetka na osnove otkrytogo volnovoda // Proektirovanie i tehnologija jelektronnyh sredstv.* [in Russian: Omnidirectional antenna array based on an open waveguide // Design and technology of electronic means]. – 2004, № 4. – pp.12 – 15.

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СУШКА ДРЕВЕСИНЫ ПОЛЕМ ВОЛНОВОДА НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ

Риттер Екатерина Сергеевна, PhD докторант, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, lubykh@inbox.ru

Кошекков Кайрат Темирбаевич, д.т.н., профессор, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, kkoshekov@mail.ru

Риттер Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, dritter@mail.ru

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ЭНЕРГИЯНЫҢ БІР ӨТКІЗГІШТІК ЭЛЕКТР БЕРУГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТОЛҚЫНДЫҚ ӨРІСПЕН ЖОҒАРЫ ЖІЛІКПЕН АҒАШЫН КЕПТІРУ

Риттер Екатерина Сергеевна, PhD докторант, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл к., Қазақстан, lubykh@inbox.ru

Кошекков Кайрат Темирбаевич, т.ғ.д., профессор, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл к., Қазақстан, kkoshekov@mail.ru

Риттер Дмитрий Викторович, т.ғ.к., доцент, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл к., Қазақстан, dritter@mail.ru

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.

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

Статья поступила в редакцию 04.02.19. Актуализирована 15.05.19. Принята к публикации 07.06.19.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817
Vol. 109, No.2 (2019), pp.274-279

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH SCALAR CONTROL

Nabunskiy Ivan Albertovich, master student, Almaty university of power engineering and telecommunications, Almaty, Kazakhstan, [vano_18.96@mail.ru](mailto:18.96@mail.ru)

Abstract. In this article, we regard a digital adjustable electric drive with scalar control. A modern electric drive is a constructive unity of electrical, electromechanical and mechanical energy converters and control devices. It ensures the conversion of electrical energy into mechanical energy in accordance with the algorithm of the technological installation. The electric drive is powered from three-phase industrial AC mains with a linear voltage of 380V, which is necessary to power the selected frequency converter; mains frequency is 50Hz.

Shown is a functional system scheme of the frequency converter - asynchronous motor. The functional scheme presents the method of regulating the frequency of rotation of asynchronous squirrel-cage motor, based on the scalar control law with feedback. Feedback system consists of two independent channels: the canal of regulation of frequency and the canal of the voltage regulation based on regulation of the active component of the stator current.

A simulation model of an asynchronous electric drive with scalar control has been developed. The presented model allows to make the correction of the volt-frequency characteristic and also to set different loadings of a single-mass mechanical system. In the model uses an S-shaped the regulator of intensity, shapers of voltage of management and the regulator of speed.

The results obtained prove the working capacity and applicability of this simulation model for solving research and practical problems. The graphs of illustrate the transition processes in the electric drive when it carries out the certain preassigned cycle. Also shown are the static and dynamic mechanical characteristics of the electric drive and the load. In this work as an example considered pump-load.

Key words: simulation model, scalar control, frequency converter, asynchronous electric drive, modeling of technical problems, modes of engine operation, transients.

УДК 62-831

И.А. Набунский¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СО СКАЛЯРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Аннотация. Рассматривается асинхронный частотно-регулируемый электропривод со скалярным управлением. Показана функциональная схема системы ПЧ-АД. Описана методика синтеза имитационной модели асинхронного двигателя в среде Matlab/Simulink.