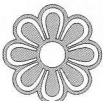


ISSN 1609-1825



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

2013  2

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

ДРИЖД Н.А., ШАРИПОВ Н.Х., ЛИ К.Д. Метаноносность и факторы, влияющие на эффективность дегазации.....	74
ЯКОВЛЕВ В.Л., ҚҰЛНИЯЗ С.С., БЕРСЕНЁВ В.А. Аршықтың шоғырлау деңгейжиектерін тиімді ашу тәсілі.....	78
РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТ. СТРОИТЕЛЬСТВО	80
ИНТЫКОВ Т.С., КАБИКЕНОВ С.Ж. КарГТУ – 60. Перспективы развития автомобильного транспорта Республики Казахстан.....	80
ТКАЧ Е.В., РАХИМОВ М.А., СЕРОВА Р.Ф., РАХИМОВА Г.М. Изучение влияния гидрофобизирующих органоминеральных модификаторов на свойства мелкозернистого бетона	84
ЖУНУСОВ Т.Т., КЫЗЫРОВ К.Б., ТИМИРХАНОВ Б.Б., КУЗЬМИН С.Л. К вопросу применения контейнерной технологии доставки полезного ископаемого при отработке нижних горизонтов глубоких карьеров.....	89
КУРЫМБАЕВ С.Г. Использование автоматизированной обучающей системы при подготовке бакалавра транспорта	93
МАЛЫБАЕВ С.К., СПИРИНА К.В. Повышение эффективности работы станции «Радиозузел» АО «Арселор Миттал Темиртау»	96
РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИКА	99
АХМЕТЖАНОВ Б.А., АЛПЫСБАЕВА Н.А. КарГТУ – 60. Становление и развитие национальной экономики Казахстана.....	99
КАЗАКОВА Т.П. Инновационно-технологическое развитие: преимущества регионального сотрудничества в условиях глобализации.....	103
МАХМЕТОВА М.К. Устойчивость банковской системы Республики Казахстан: основные проблемы и пути решения.....	106
СЕРИКОВА Г.С. К вопросу о развитии инвестиционной деятельности страховых компаний Республики Казахстан.....	108
ВЕЧКИНЗОВА Е.А., МУСИНА А.Е. Место и роль естественных монополий в структуре национальной экономики.....	111
РАЗДЕЛ 6. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ	115
БРЕЙДО И.В. КарГТУ – 60. Основные направления исследований в области автоматизированных электроприводов в Карагандинском государственном техническом университете.....	115
ФЕШИН Б.Н. КарГТУ – 60. Основные направления исследований в области автоматизации технологических процессов и производств в Карагандинском государственном техническом университете	118
ТЕН Т.Л., КОГАЙ Г.Д., ТОМИЛОВА Н.И. ТАЙЛАК Б.Е. Разработка алгоритма шифрования-дешифрования текстовой информации на базе хаотического отображения.....	122
РИТТЕР Д.В., БЕРГАЛЕЕВА А.С. Обзор и анализ проблемы СВЧ-облучения и нагрева	126
АВДЕЕВ Л.А. Двумерная плотность распределения нарушений уставок аварийной защиты	129
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ.....	131
ТҮСІПБЕКОВА Э.Қ. БЕЙСЕНБЕКОВА Г.Б., ИШАНОВ П.З. Педагог-психологтардың кәсіптік мәдениетін қалыптастырудың теориялық негіздері.....	131
РЕЗЮМЕ	135
Информационное сообщение	147
Правила оформления и представления статей	148

Обзор и анализ проблемы СВЧ-облучения и нагрева

Д.В. РИТТЕР, к.т.н., доцент,

А.С. БЕРГАЛЕЕВА, студентка,

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
кафедра радиоэлектроника и телекоммуникаций

Ключевые слова: СВЧ, антенна, сушка, нагрев, генератор, энергия, установка.

Разнообразие промышленных и технологических систем с использованием СВЧ крайне велико. Такое разнообразие включает многие отрасли, среди которых: сельское хозяйство, медицина, промышленность и другие. Для нужд сельского хозяйства исследования направлены на изучение всхожести, повышения урожайности, ускорения процессов сбраживания, уничтожения вредителей, обработки семян, контроля качества продуктов на предмет генной модифицированности. Широкий фронт исследований проводят в медицине по изучению влияния СВЧ на биоорганизмы, размораживание органов и тканей после криоконсервации. В промышленности СВЧ используется для ускорения процессов полимеризации смол, обработки древесины, нефтепродуктов [1, 2].

Классификация позволит в значительной степени сделать более определенный круг задач для последующего исследования. В частности, использование СВЧ-энергии видится как в чисто радиотехнических устройствах и системах, так и в промышленных и сельскохозяйственных нуждах, хотя использование в последующих двух немисливо без СВЧ-установок, способных генерировать и доставлять энергию до тех или иных объектов. Таким образом, классификация использования СВЧ-энергии выглядит следующим образом (см. рисунок).

В конечном итоге для создания определенной СВЧ-установки потребуется набор функциональных блоков и узлов, обоснованные научные и инженерные сопряжения которых позволят существенно повысить технико-экономическую эффективность разрабатываемых СВЧ установок облучения по сравнению с ранее известными. Из набора функциональных блоков и узлов выделим такие звенья, как генератор с регулируемой выходной мощностью, линия передачи мощности до объекта, распределение энергии по объему, устройства утилизации неостребованной энергии.

Важным в данном случае является факт наличия в любой установке СВЧ генератора и устройства распределения энергии по объему: свободное пространство, замкнутый объем, облучаемый объект и т.п. В зависимости от требуемой мощности воздействия выбирается генератор СВЧ колебаний, а выбор частоты определяется назначением установки. Так, бытовым СВЧ-печам выделены частоты в диапазоне 2450 ± 50 МГц, а промышленным установкам $435,92 \pm 0,88$ МГц и 915 ± 25 МГц. В этой связи от назначения СВЧ установки зависит в основном инстру-

мент распределения энергии на объекте.

Бытовые СВЧ-печи требуют небольшого замкнутого объема, в котором концентрируется электромагнитное поле.

Установки сельскохозяйственного назначения требуют либо концентрации энергии в небольших областях (исследования по обработке семян, борьбе с вредителями), либо ее распределения по длине и ширине той или иной сельскохозяйственной посадки.

Промышленные установки также весьма разнообразны в применении облучаемых объемов и поверхностей. Так, разогрев битума в цистернах требует установки излучателя СВЧ энергии непосредственно в них, тогда как открытые емкости с ним требуют разогрева на определенных площадках, определяемых шириной и длиной битумохранилища.

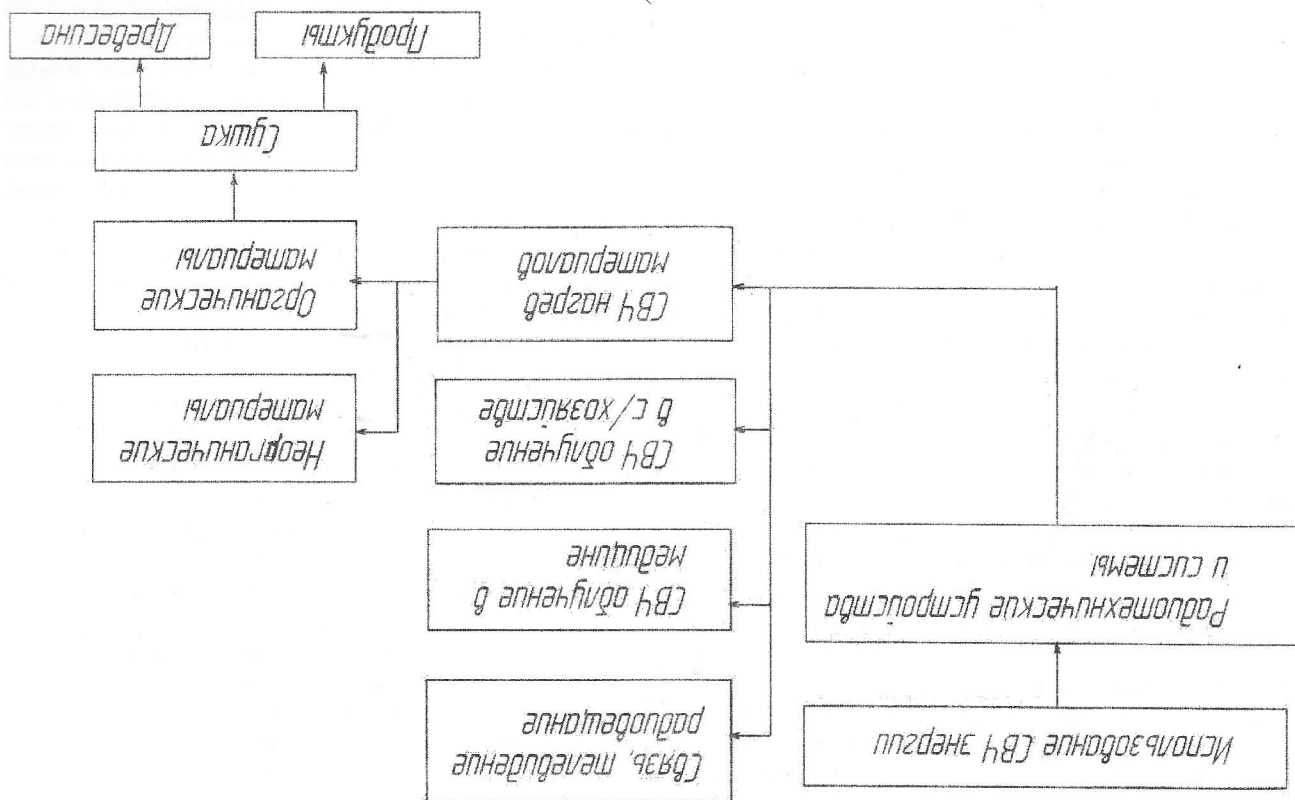
Аналогично обстоит дело при сушке древесины. Чаще всего ее сушат групповым методом в виде партий. Сушке материала с помощью СВЧ энергии посвящено достаточно большое количество работ [3]. Основная цель таких работ состоит в обеспечении эффективной термообработки лесоматериала вне зависимости от исходной влажности по поперечным сечениям, низких энергетических и экономических затратах в реализации технологического процесса сушки.

Сушку с помощью СВЧ энергии проводят в камере, в которую помещают подготовленные штабели древесных материалов. В камеру подают СВЧ излучение, а также теплоноситель. Облучение материала производят равномерно с противоположащих сторон штабеля. Для совершенствования обработки применяют различные технологические операции и режимы управления. К таким операциям относятся изменение направления подачи теплоносителя относительно штабеля с материалом; обеспечение дозированной подачи СВЧ мощности с учетом мощности калорифера, регулирующего, в свою очередь, подачу теплоносителя; выполнение режимов влаготепловой обработки и другие. При сушке учитывают породы, геометрические размеры и влажность обрабатываемых древесных материалов.

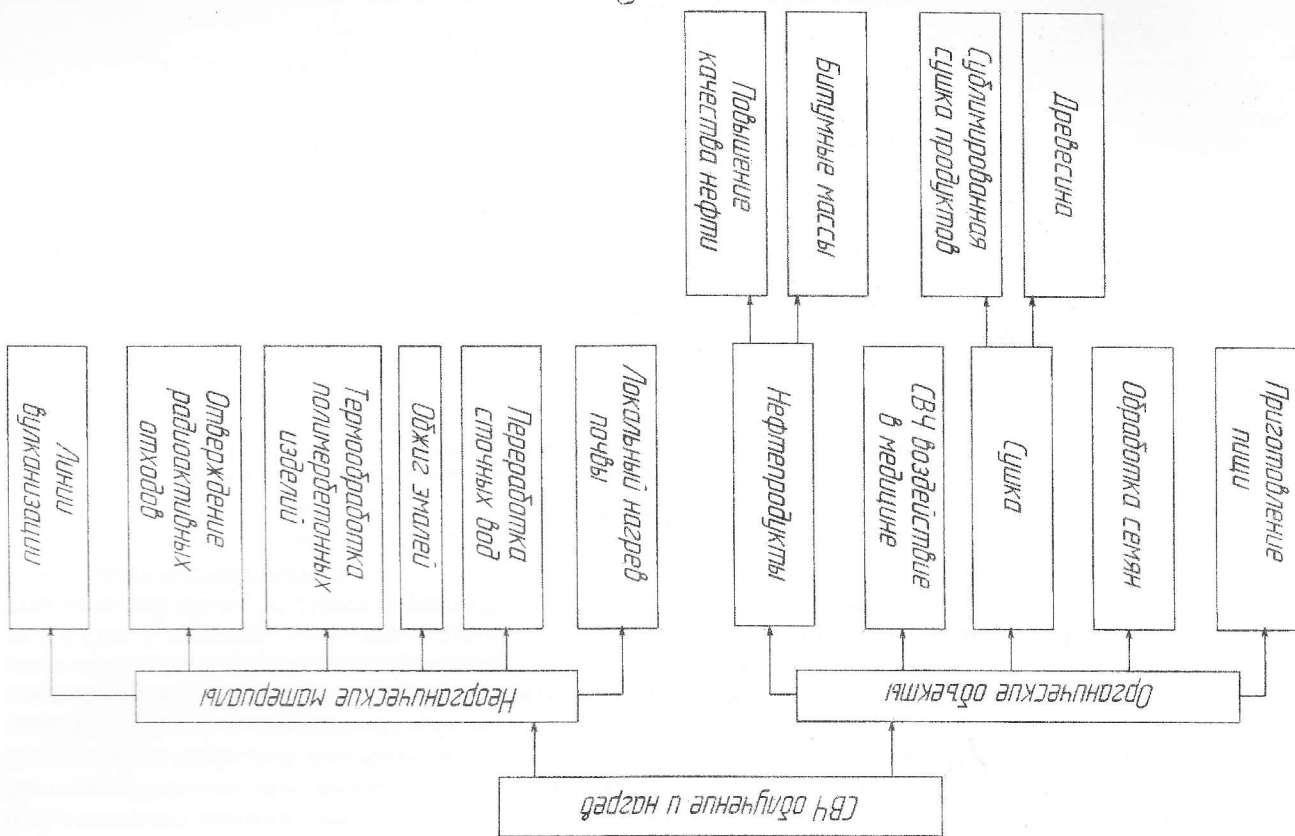
При сушке учитывают физические явления, лежащие в основе процесса. Так, влага перемещается в волокнах древесины из зоны более нагретой в менее нагретую, а также из более влажных локальных объемов к менее влажным (сухим). Такое перемещение влаги требует создания равномерного нагрева мате-

Отметим, что для крупных лесоматериалов характерна значительная неравномерность распределения влажности по поперечным сечениям, что при СВЧ сушке приводит к термическому недогреву центральных слоев древесины и перегреву наружных слоев.

риата, чтобы исключить образование внешних и внутренних повреждений.
Создание режима равномерного нагрева материала является непременной задачей и обычно обеспечивается увеличением количества СВЧ генераторов.



а)



б)

1. Македонский Д. Опыт применения однопроводных линий поверхностной волны // Электросвязь. 1978. № 5. С. 25-26.
2. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Установка для изучения характеристик линейной антенной решетки // Приборы и техника эксперимента. 1995. № 4. С. 89-92.
3. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Моделирование линейной антенной решетки на основе однопроводной линии передачи // Приборы и техника эксперимента. 1996. № 5. С. 85-86.
4. Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Нетрадиционное построение всенаправленных и направленных антенн // 7-я Международная Крымская конф. «СВЧ — техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, 1996. 16-19 сентября // Мат. конф. Т. 2. С. 531-533.
5. Македонский Д. Опыт применения однопроводных линий поверхностной волны // Электросвязь. 1978. № 5. С. 25-26.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

С другой стороны, обработку семян целесообразно проводить конвейерным способом, что не всегда согласуется с конструкцией резонатора камеры. Здесь также требуется нормировка уровня поля. При сушке дровесины на первый план выступают проблемы создания равномерного электромагнитного поля по всей длине и ширине объекта. При этом длина может достигать нескольких метров, а ширина не достигать 0,5 м. При традиционных способах сушки значительная часть мощности теряется (уходит «впустую») из-за неравномерности по длине и из-за большой апертуры облучателей. При сублимированной сушке продуктов необходимо обеспечить воздействие СВЧ энергии на локальный объем объекта, что требует установив аналогичной бытовой СВЧ печи, но большего объема. Обычный интерес представляет СВЧ воздействие на нефтепродукты. В частности, в зимнее время требуется разогрев битумных масел для придания им текучести. Сегодня это осуществляется в подавляющем большинстве случаев сухим перегретым паром. Отдавая часть тепла, пар выходит безвозвратно в свободное пространство, при этом нагрев длится до нескольких суток. Освобождаемые емкости еще не решают проблему, т.к. слитая битумная масса снова застывает, а следовательно, требуется повторного нагрева. В данном случае СВЧ нагрев в значительной степени снижает энергозатраты с 4-х суток до 18 часов, но при этом требуется специальный инструментальный для организации технологического процесса. В частности, требуется нагревание полей непосредственно в системе, в битумохранилище и т.д.

В настоящее время появилась информация о повышении качества нефти при обработке сверхвысоко-частотными полями определенной интенсивности. СВЧ технологии внедряются в повседневную практику горного дела. В частности, за счет разности проводимости происходит нагрев одних составляющих и инертность других. Так, за время 100 мкс при напряженности поля 1 МВ/м температура квапура из-меняется на 0,005 К, тогда как минерала магнетит на 500 К. При этом затраты энергии СВЧ сопоставимы с механическими.

Для подачи СВЧ излучения в камеру обычно используются рупорные апертурные антенны, которые размещают с торцевых концов камеры. Размеры дровесных материалов варьируются в широких пределах и, соответственно, камеры для сушки должны учитывать имеющиеся размеры материала. Все чаще требуется сушка небольших по ширине длинномерных образцов дерева. В обычных промышленных установках это не представляется возможным по целому ряду причин. В этой связи системы распределения и концентрации энергии СВЧ являются предметом исследования.

Рассмотрим основные технические звенья, которые делают возможной реализацию данного процесса. Весь процесс СВЧ-нагрева можно разделить на облучение, сушку и нагрев, хотя облучение сопровождается выделением влаги, т.е. сушкой, а последнюю сопровождает нагрев. Поэтому в каждом случае мерой является время облучения и уровень облучаемой мощности. От процесса традиционного нагрева с помощью печи СВЧ нагрев осуществляется во всем объеме практически одновременно. Естественно, СВЧ воздействие на материалы органические и неорганические в значительной степени зависит от их физических свойств. Так, выделяемая в них мощность зависит и от частоты, и от тангенса угла диэлектрических потерь. При больших значениях тангенса угла диэлектрических потерь в большой степени проявляется потеря роли глубина проникновения поля. На этом основании при большой толщине облучаемого образования все более будет проявляться скин-эффект.

Существующие системы, связанные с облучением, в значительной степени зависят от назначения. Так, бытовая СВЧ-печь обеспечивает нагрев пищевых продуктов до требуемой температуры в электрически замкнутом объеме с относительно небольшими размерами (500x200x300) мм³. В такой печи используются резонансные свойства объема резонатора на частоте 2,4 ГГц. К примеру, для медленных целей требуется меньший объем, но строго нормируемый уровень поля и более высокая частота.