

V. Martynov

RATIONALE FOR THE PARAMETERS OF THE BEET TOPS CLEANING DEVICE OF ROTARY TYPE

Key words: knife, vibration, force, section, the amplitude.

Authors' personal details

Martynov Vladimir, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor at the Chair of Livestock-breeding and Processing Equipment, Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, 50-letiya Otyabrya str., 34. E-mail: m_w_m@mail.ru.

The article describes the oscillatory motion of the knife around the hinge. It reveals basic design characteristics of a plant-top remover's

rotor while there is no response in the hinge, the knife is incapable to meet a foreign object and knife's vibration dampens quickly.

© Мартынов В.М.

УДК 631. 172

М.Л. Хабибуллин, Р.С. Аипов, М.И. Тухватуллин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЭНЕРГИЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Ключевые слова: электромагнитное поле сверхвысокой частоты; энергия; объемный равномерный нагрев; рабочая камера; источник СВЧ-энергии.

Сушка диэлектрических материалов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ) является перспективным способом, так как не требует прогрева окружающего воздуха (теплоносителя) и структуры материала.

При СВЧ-сушке происходит активное обезвоживание древесины в результате воздействия электромагнитного излучения на свободную и связанную влагу. Это явление и обуславливает в несколько раз более эффективную сушку древесины и значительно сокращает расход энергии, потому что большая часть энергии поглощается непосредственно влагой внутри древесины. Выделяемая теплота расходуется на нагрев сырой древесины до температуры кипения воды и на испарение влаги. Так как влага внутри древесины находится в замкнутом пространстве, с началом кипения воды внутри древесины повышается избыточное

давление, что приводит к переносу влаги от внутренних слоев материала к его поверхности [1].

Основная доля СВЧ-энергии поглощается именно водой, состоящей из дипольных молекул, тогда как сама древесина, состоящая из весьма сложного комплекса органических молекул, поглощает лишь незначительную часть энергии волны. Таким образом, нагрев в этом случае является объемным и относительно равномерным – это основная особенность и достоинство СВЧ-нагрева [2].

При сушке обычными методами нагрев материала осуществляется постепенно, начиная с его внешних слоев благодаря явлению теплопроводности. При этом нагрев внутренних слоев материала до температуры интенсивного парообразования, по сравнению с СВЧ-нагревом, из-за низкой теплопроводности древесины требует го-

раздо большего времени. Именно относительная равномерность СВЧ-нагрева позволяет осуществить режим высокоинтенсивной и одновременно качественной сушки [3].

Примерное равенство температуры во всем объеме позволяет избежать коробления, уменьшает количество внутренних и торцевых трещин древесины.

Преимущество СВЧ-сушки становится особенно заметным при достижении гигроскопического предела. Дело в том, что наиболее трудноудаляемой является связанная влага, имеющаяся в древесине независимо от ее породы при влажности ниже 30%. При СВЧ-сушке, как показывают опыты, снижение влажности от 30% до требуемой 8-10% влажности осуществляется без затруднений.

Несомненным достоинством СВЧ-установки является то, что рабочая камера, куда помещается обрабатываемый материал, не требует теплоизоляции. Металлические стенки рабочей камеры практически не поглощают энергию падающей волны, следовательно, не нагреваются [4].

В настоящей работе рассматривается повышение эффективности сушки пиломатериалов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты за счет повышения равномерного объемного нагрева.

Один из вариантов установки, на которой проводились эксперименты по сушке образцов пиломатериалов, состоит из рабочей камеры с размерами 242×60×60 см, на боковых поверхностях которой в определенном порядке расположены источники СВЧ-энергии суммарной мощностью 5 кВт. Источники СВЧ-энергии имеют волноводный вывод энергии сечением 70×30 мм на частоте 2450 МГц. Сверху, на рабочей камере установлена крышка с фиксаторами для обеспечения электрической герметизации. Для повышения эффективности сушки пиломатериалов вдоль рабочей камеры установлен вращающийся вал, на который с двух сторон установлены рамы с креплениями для деревянных заготовок. Вращательное движение вала можно осуществлять как в ручном, так и в автоматическом режиме, за счет установленного двигателя.

Для отвода испаряемой влаги в конструкции установки предусмотрены различ-

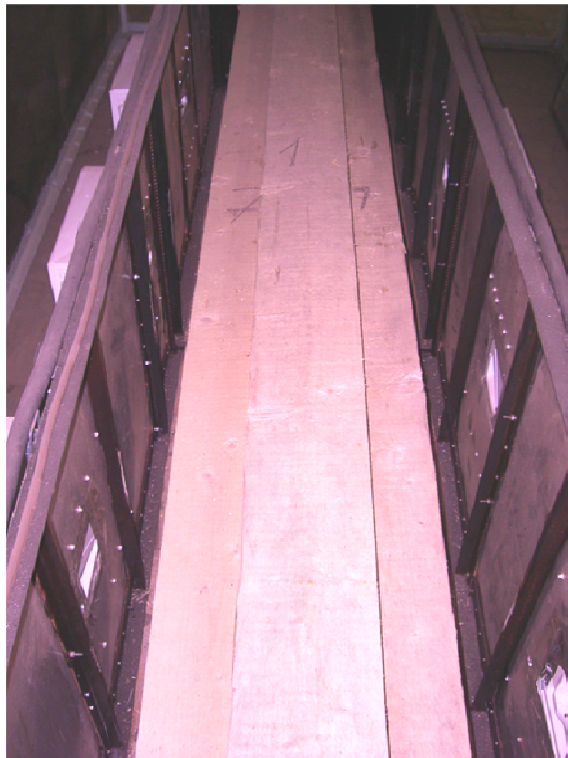
ные патрубки и отверстия для вытяжки и принудительной вентиляции. Как показали эксперименты, геометрия рабочей камеры в сочетании с вращающейся системой обеспечивают хорошую равномерность нагрева. Конструкция СВЧ-установки представлена на рисунке 1.

Кроме вышеописанной установки для проведения экспериментов была изготовлена и применена лабораторная СВЧ-установка меньших размеров мощностью 0,7 кВт.

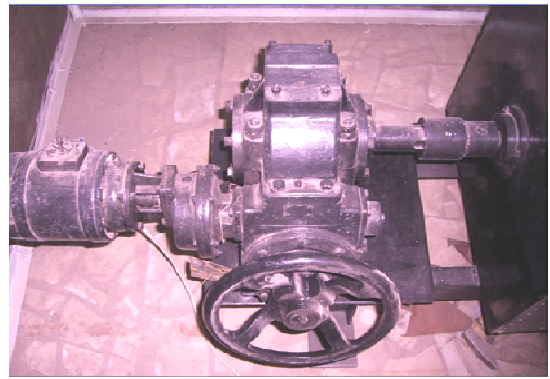
Нагреву в лабораторной установке мощностью 0,7 кВт с целью сушки подверглись бруски из березы и сосны различной степени начальной влажности от свежесрубленных до атмосферно сухих. Удаление влаги определялось взвешиванием образцов через определенные интервалы времени (обычно через каждые 30 мин.) и электровлагомером. При выполнении этой работы основной интерес представляла кинетика сушки – зависимость уменьшения влаги от времени и зависимость скорости сушки от времени.

На рисунке 2 приведена кривая сушки для образцов сосновых пород, где по оси ординат отложена влажность в процентах (W , %), а по оси абсцисс – время t . В начальный период времени равный $t_0 - t_1 = 30 - 40$ мин. влажность уменьшается незначительно, скорость сушки мала. В начальной стадии процесса сушки энергия электромагнитного поля СВЧ в основном расходуется на нагрев древесины, температура внутри материала только поднимается, и поэтому парообразование незначительно.

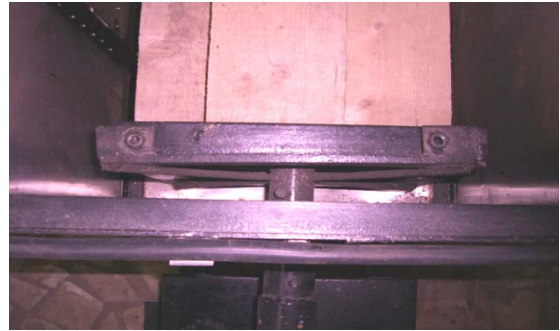
С определенного момента, при достижении температуры внутри образца около 100°C происходит интенсивное превращение воды в пар, вытесняемый путем термодиффузии на поверхность. В дальнейшем, как видно из рисунка, идет процесс равномерного удаления влаги, т.е. сушки материала с почти постоянной скоростью. Этому этапу соответствует интервал времени $t_1 - t_2$. После прекращения подачи СВЧ-энергии в момент времени t_2 процесс уменьшения влаги продолжается до тех пор, пока древесина не остынет до температуры окружающей атмосферы. Как показывают измерения, влажность образца при этом дополнительно уменьшается на 2-3%.



a



б



в

Рисунок 1

Конструкция СВЧ-установки для сушки пиломатериалов: *a* – внутренний вид установки, *б* – двигатель, обеспечивающий вращательное движение пиломатериалов, *в* – рама, с креплениями для древесных заготовок

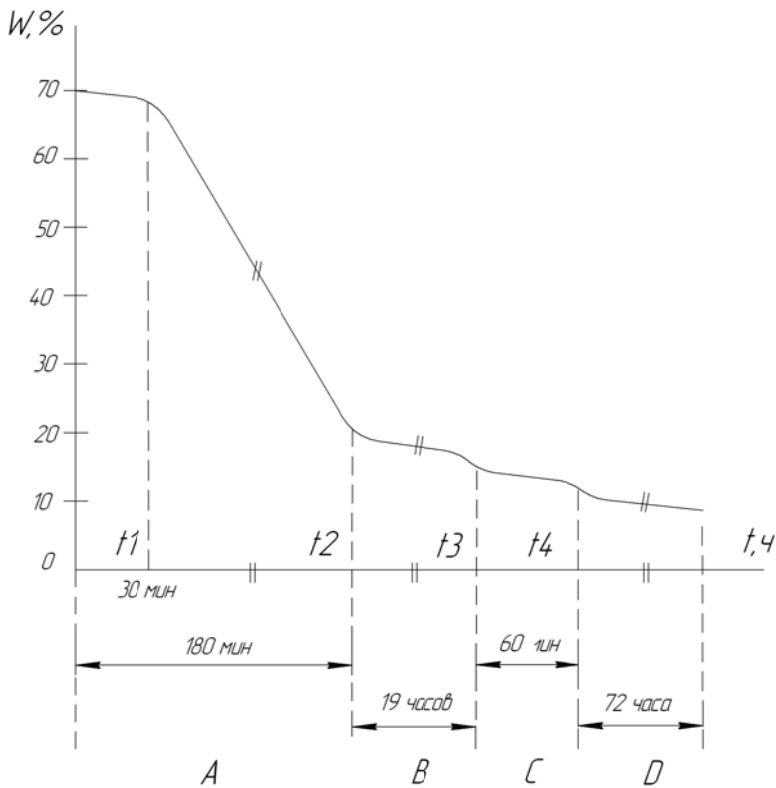


Рисунок 2

Кривая сушки образцов древесины хвойных пород (сосна): интервал *A* – СВЧ-нагрев, интервал *B* – интервал остывания без воздействия поля, интервал *C* – интервал повторного СВЧ-нагрева, интервал *D* – интервал выдержки

После 19-часового перерыва в момент времени t_3 образцы снова помещались в СВЧ-камеру на 60 мин., где наблюдался

процесс интенсивной сушки, скорость сушки несколько снизилась. Уменьшение скорости может быть объяснено тем, что при

второй сушке происходит удаление трудно выводимой связанной влаги. Процесс сушки был завершен при достижении 12% влажности в момент времени t_4 . После процесса сушки за образцами продолжалось наблюдение в течение трех суток. Влажность стабилизировалась на уровне 8-9%.

На рисунке 3 приведены кривые сушки березы при комнатной температуре в помещении и в СВЧ-установке. СВЧ-сушка осуществлялась, как и в предыдущем случае, в два приема с промежутком между периодами в 19 часов.

Сравнение кривых позволяет оценить степень эффективности сушки пиломате-

риалов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты за счет повышения равномерного нагрева, который обеспечивается вращением пиломатериалов по оси при СВЧ-нагреве. На рисунке 4 приведена зависимость температур древесины от времени. После 45 минутного нагрева в поле волны температура в центре образца становится больше, чем на его поверхности. Меньшее значение температуры на поверхности древесины объясняется тем, что с поверхности идет интенсивный процесс испарения, что приводит к ее охлаждению. Перепад температур невелик, по мере остывания температуры выравниваются.

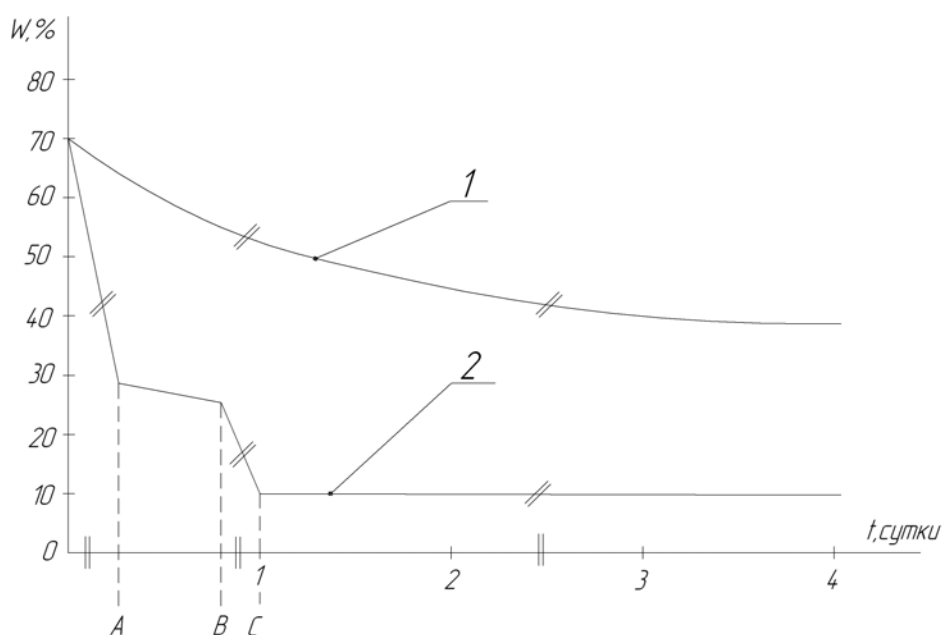


Рисунок 3
Кривые сушки древесины березы: 1 – сушка при комнатной температуре в помещении, 2 – сушка в СВЧ-поле с вращающимся валом

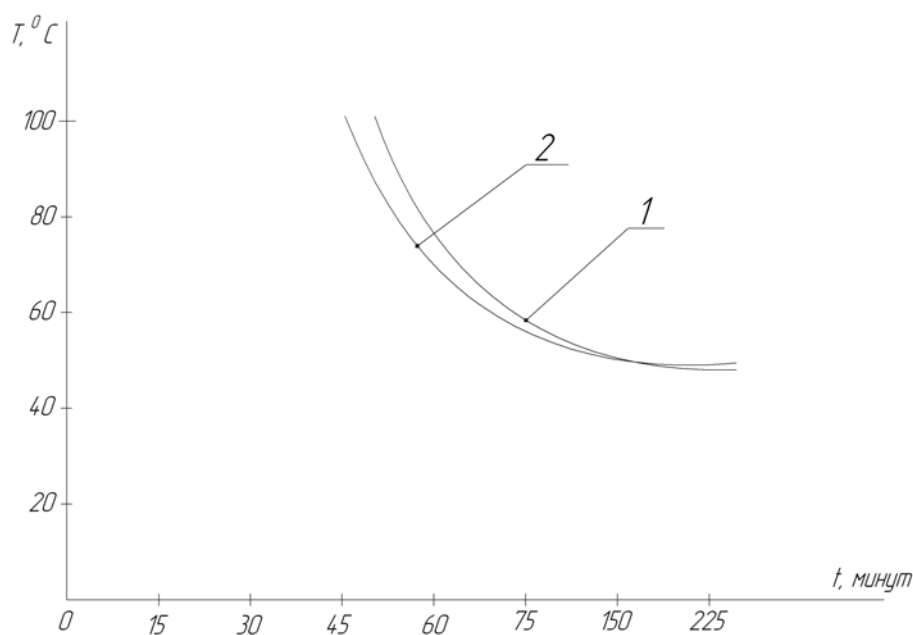


Рисунок 4
Зависимость температур древесины от времени: 1 – температура на поверхности образца, 2 – температура внутри древесины

СВЧ-установка мощностью 5 кВт предназначена для отработки технологии сушки пиломатериалов с целью внедрения подобных установок в производство.

Использование механизма вращения пиломатериалов в СВЧ-установке мощностью 5 кВт и равномерное расположение СВЧ-источников на ее боковых поверхностях приводит к обеспечению равномерного термооблучения штабеля, вследствие этого происходит повышение скорости и качества сушки пиломатериалов.

Средний удельный расход энергии исследуемой СВЧ-установки составляет 250-300 кВт.час/м³, что значительно меньше, чем при сушке классическим методом.

Использование СВЧ-установки для сушки ценных и трудно сохнущих пород (дуб, бук и др.), лесоматериалов, где требуется высокое качество сушки и высокая производительность процесса при малых объемах сушки [5] является перспективным.

Библиографический список

1. Гареев Ф.Х. СВЧ-плюс вакуум: от сложного к простому // Леспром. – 2010. – № 4. – С. 102-104.

2. Хабибуллин М.Л. Сушка пиломатериалов в электромагнитном поле СВЧ // Электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 1. – С. 57-62.

3. Архангельский Ю.С. СВЧ-электротермия. – Саратов.: Гос. техн. ун-т., 1998. – 408 с.

4. Хабибуллин И.Л., Хабибуллин М.Л. Исследование динамики нагрева и сушки в электромагнитном поле СВЧ // Межвузовский научный сборник, БГУ. – 2004. – С. 47-55.

5. Тетерин Л.А., Паничев Г.П. Процесс сушки лесоматериалов с применением энергии СВЧ // Окна, двери, витражи. – 2006. – № 6. – С. 1-7.

Сведения об авторах

1. **Хабибуллин Мелис Лутфраханович**, ст. преподаватель кафедры автоматики и электроники энергетического факультета ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: рабоч. 8(347)252-66-10., сот. 8-903-351-70-07.

2. **Аипов Рустам Сагитович**, доктор технических наук, профессор кафедры электрических машин и электрооборудования, декан энергетического факультета ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: рабоч. 8(347)252-66-10., сот. 8-917-407-15-63.

3. **Тухватуллин Мидхат Ильфатович**, аспирант кафедры электрических машин и электрооборудования энергетического факультета ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: 8-937-310-53-57, e-mail: midhat555@mail.ru.

В статье приводятся результаты исследования сушки березовых брусков в СВЧ-установке с улучшенными параметрами. СВЧ-установка включает механизм вращения пиломатериалов и 7 магнетронов, рас-

положенных на боковых поверхностях установки. Равномерное облучение штабеля энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты приводит к повышению скорости и качества сушки пиломатериалов.

M. Khabibullin, R. Aipov, M. Tukhvatullin

IMPROVING THE EFFICIENCY OF DRYING LUMBER BY THE ENERGY OF THE ULTRAHIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD

Key words: *electromagnetic field of ultrahigh frequency; energy; the bulk uniform heating; working chamber; source of ultrahigh frequency energy.*

Authors' personal details

1. **Khabibullin Melis**, Senior Lecturer of Automatics and Electrical Engineering Chair, Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, 50-letiya Otyabrya str., 34. Phone: 8-903-351-70-07.

2. **Aipov Rustam**, Doctor of Technical Sciences, professor of Electrical Machinery and Apparatus Chair, Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, 50-letiya Otyabrya str., 34. Phone: 8-917-407-15-63.

3. **Tukhvatullin Midhat**, Assistant teacher of Electrical Machinery and Apparatus Chair, Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Bashkir State Agrarian University, Ufa, 50-letiya Otyabrya str., 34. Phone: 8-937-310-53-57, e-mail: midhat555@mail.ru.

The paper presents the results of birch sticks drying study in a microwave apparatus with improved parameters. The microwave apparatus includes the mechanism for rotating lumber and 7 magnetrons located on the sides

of the device. Uniform irradiation of stacks with ultrahigh frequency electromagnetic field energy results in higher speed and quality of lumber drying.

© Хабибуллин М.Л., Аипов Р.С., Тухватуллин М.И.

УДК 630*453(470.57)

Е.А. Воробьев, К.М. Габдрахимов

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ОЧАГОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: непарный шелкопряд; очаг; вредитель; листовые насаждения.

Непарный шелкопряд распространен в Европейской части России до северной границы произрастания дуба, в Крыму и на Кавказе, в зонах мягколиственных лесов и лесостепи Сибири, в горах Средней Азии, на Алтае и в Саянах, в Приамурье, на Сахалине и Приморье [5].

В различных частях своего обширнейшего ареала непарный шелкопряд связан с различными лесными формациями, разнообразными древесными и кустарниковыми породами. Он может кормиться многими не только листовыми, но и хвойными породами и, прежде всего, местными лесообразующими породами. За географическими и экологическими пределами дубрав основными кормовыми породами непарного шелкопряда являются осина и береза [2].

На территории Республики Башкортостан насаждения с преобладанием в составе мягколиственных и твердолиственных по-

род составляют 4015,8 тыс. га или 77% от покрытой лесом площади (по данным учета лесного фонда на 01.01.2009 г.). При этом насаждений, в которых мягколиственные и твердолиственные породы не являются преобладающей породой, но принимают участие в составе, значительно больше [4].

Первичные очаги вспышек непарного шелкопряда возникали в более старых изреженных насаждениях, редианах, ползащитных полосах и по южным опушкам более полных древостоев, состоящих из ранней формы летнего дуба или березы. В дубравах такие насаждения относились в основном к типам злаково-осоковых и осоковых (очень сухих и сухих) дубрав, состоящих из ранней формы летнего дуба [5].

Еще чаще резервации непарного шелкопряда, превращающиеся в первичные очаги, приурочены к насаждениям, расположенным в непосредственном соседстве с