

УДК 630*839:631.532.004.8

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОТДЕЛЕНИЯ ХВОИ
ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ЕЕ В СВЧ-ПОЛЕ

В.И. Посметьев

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет им. Г. Ф. Морозова»

E-mail: posmetyev@mail.ru

Древесная зелень (ДЗ) является ценным сырьем лесозаготовительного производства. Практически обосновано, что ценные вещества, содержащиеся в хвойной ДЗ, эффективно используются в парфюмерной, фармацевтической, комбикормовой, химической и в других видах промышленных производств.

Существует ряд традиционных технологий по сбору, заготовке и переработке ДЗ либо на лесосеке, либо на нижних складах, которые, однако, не обеспечивают необходимого уровня механизации процесса заготовки хвой и качества получаемого сырья.

Наиболее сложной и трудно поддающейся операцией механизации в процессе заготовки ДЗ является отделение ее от древесных частей ветви. Она же в основном определяет и качество получаемого конечного продукта.

В настоящее время прогрессивным направлением получения и обработки материалов является использование технологии СВЧ электротермии. Нагрев материалов волнами сверхвысоких частот открывает большие возможности при использовании этой технологии для промышленного отделения хвой.

Анализ результатов накопленного исследователями опыта по рассматриваемой проблеме позволил предложить принципиально новую перспективную технологию получения чистой хвой путем обработки хвойных лапок СВЧ-полем. Согласно современным представлениям, эффективность метода СВЧ-энергии основана на обезвоживании хвой, так как вода обладает аномально высокой поглощаемостью энергии электромагнитного поля в диапазоне сантиметровых волн.

ровых волн. Хвоя имеет абсолютную влажность свыше 100 % (обычно – 110 ... 140 %), что и обеспечивает ее быстрый нагрев и сушку. В месте крепления к стеблю поперечное сечение основания хвоинки в 4 ... 6 раз меньше, чем в остальной ее части, причем влажность клеток в основании также ниже. Поэтому основание прогревается и обезвоживается быстрее тела самой хвоинки. Интенсивная потеря влаги ведет к нарушению межклеточных и межтканевых связей, что резко ослабляет связь хвоинок со стеблем и обеспечивает легкость их отделения [1].

Сохранность каротина обеспечивается за счет сверхбыстрого (ударного) СВЧ-нагрева, который практически мгновенно прекращает процессы жизнедеятельности на клеточном уровне. Вместе с тем обеспечивается уменьшение времени обработки, в течение которого даже при высоких температурах не успевают полностью развиться процессы температурного разложения биологически активных веществ [2].

На рисунке 1 представлена принципиальная схема установки для отделения хвои путем обработки ее в поле СВЧ. Установка включает в себя загрузочный бункер 1 с подающим механизмом, приемную камеру 2, подпрессовывающий механизм, вращающуюся рабочую камеру 3, помещенную в камеру СВЧ-нагрева 4 и сепаратор 5. Сепаратор вращается от привода 6, а его ось вращения наклонена вниз на $10 \dots 15^{\circ}$ в сторону открытого конца. Подающий и подпрессовывающий механизмы работают синхронно от одного электропривода (на рисунке не показано), представляют собой поршни 7 и 8, движущиеся возвратно-поступательно с помощью шатунов 9 и 10 от вращающихся кривошипов 11 и 12. Рабочая камера 3 выполнена из диэлектрического материала и получает вращение от привода 6 с помощью установленных на внешней поверхности рабочей камеры поводков 13. Под сепаратором 5 установлен приемный лоток 14 для хвои, а под нижним открытым торцом сепаратора – приемный лоток 15 для веток.

Предложенный способ обработки ДЗ и техническое решение установки для отделения хвои защищены патентом РФ на изобретение [3]. Опытный обра-

зец установки был изготовлен и апробирован в ВГЛТУ на хвойных лапках различных древесных пород, а также режимах обработки СВЧ-полем и механизмов приводов.

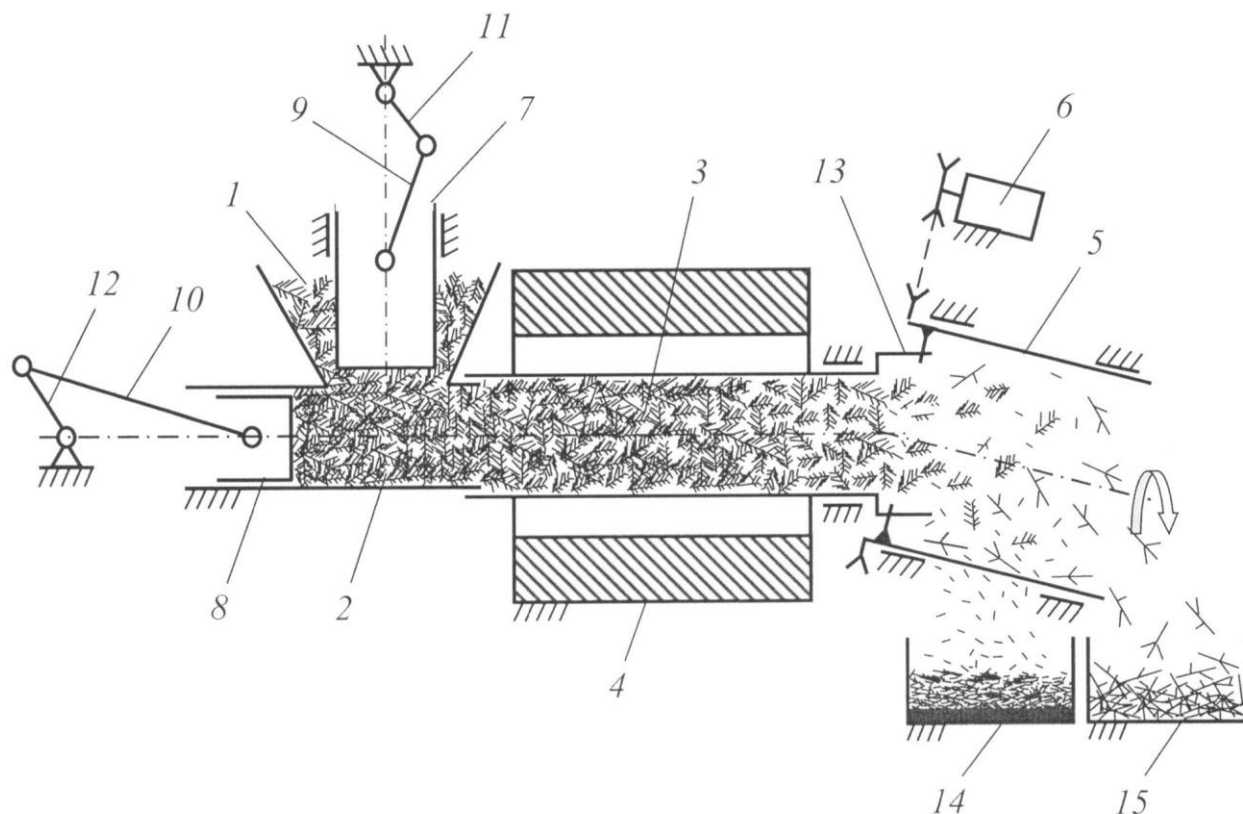


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для отделения хвои

Основной задачей разработанной технологии является получение чистой хвои, не содержащей древесных включений, а также достижение наибольшего процента отделения хвои от ветвей при наименьших энергозатратах.

В качестве критерия эффективности отделения ДЗ используем величину удельной поглощенной энергии W в виде известного выражения [4]

$$W = \int_0^{T_{обр}} \sigma(t) |E(t)|^2 dt,$$

где $T_{обр}$ – время обработки, $E(t)$ – распределение электромагнитного поля в материале.

Нагрев хвои СВЧ-полем ведут до определенной температуры, причем недостаточная ее величина не обеспечивает требуемого качества, а избыточная –

ведет к утрате некоторых полезных качеств обрабатываемого материала, например, к уменьшению в хвое ценных биологически активных веществ. Условие обработки электромагнитным полем (ЭМП) определяется соотношением:

$$W_{\text{задmin}} \leq W(r) \leq W_{\text{задmax}},$$

где $W_{\text{задmin}}$ и $W_{\text{задmax}}$ – соответственно нижняя и верхняя границы значений поглощений мощности, соответствующее приемлемому качеству обработки $Q \geq Q_{\text{дон}}$.

Оценку среднего качества обработки можно осуществить с использованием вероятностных методов формирования электромагнитных полей. При известной зависимости $w(W)$ для элементарного объема материала и функции плотности распределения вероятностей $w(W)$ среднее значение показателя качества обработки может быть представлено как

$$mQ = \int_0^{\infty} w(W)Q(W)dW,$$

где $w(W)$ – функция плотности распределения вероятностей, $Q(W)$ – зависимость качества обработки от величины W .

Конкретный вид функции $w(W)$ при заданных параметрах материала и типе рабочей камеры может быть установлен с использованием вероятностных моделей [3].

Удельная мощность потерь энергии (q_v) в результате сушки может быть представлена в виде

$$q_v = \frac{N \cdot P_2}{\eta \cdot a \cdot d \cdot L},$$

где N – количество волноводных излучателей, расположенных на стенке рабочей камеры, P_2 – мощность одного СВЧ-генератора, η – КПД СВЧ генератора, a , d – ширина и толщина слоя, L – длина волновода.

Выполненные расчеты и лабораторные эксперименты в СВЧ-печи показали, что оптимальными параметрами, обеспечивающими приемлемое качество хвои (отсутствие признаков ожогов) при существенном самоотделении хвоинок от стеблей (до 50 %) явились: мощность волноводной камеры – 750 W; время облучения – 2 мин; оставшаяся на стеблях хвоя после облучения имела очень

слабую связь с древесной частью стебля, причем тем меньшую, чем меньше диаметр стебля. Как следует из представленных зависимостей, производительность предлагаемой установки в основном зависит от мощности используемого генератора камеры СВЧ-нагрева.

По сравнению с традиционными, предлагаемый способ отделения ДЗ при одинаковой производительности, как минимум вдвое менее энергозатратен и обеспечивает высокое качество получаемой хвои. При этом обработка СВЧ-полем одновременно обеспечивала обеззараживание хвои, что также повышает качество получаемого продукта, увеличивает сроки его хранения и исключает дополнительную обработку.

Библиографический список

1 Посметьев, В. И. Состояние и пути решения проблемы заготовки древесной зелени на лесных объектах [Текст] / В. И. Посметьев, И. Ф. Яковенко, О. С. Калашникова // Межвуз. сб. научн. трудов «Технология и оборудование деревообработки XXI века», вып. 3. – Воронеж : ВГЛТА, – 2005. – С. 55-57.

2 Бородин, И. Ф. Применение СВЧ-энергии в сельском хозяйстве [Текст] / И. Ф. Бородин, Г. А. Шарков, А. Д. Горин. – М. : ВНИИТЭагропром, 1987. – 49 с.

3 Патент на изобретение 2308827 РФ, МПК А01G23/00. Способ обработки древесной зелени и устройство для его осуществления [Текст] / В. И. Посметьев, О. С. Калашникова, Л. Т. Свиридов, Т. В. Посметьева ; патентообладатель ГОУ ВПО ВГЛТА. – № 2006106075/12 ; заявл. 26.02.2006 ; опубл. 27.10.2007, Бюл. № 30.

4 Низкоинтенсивные СВЧ-технологии (проблемы и реализации) [Текст] / Под ред. Г. А. Морозова и Ю. Е. Седельникова. – М. : Радиотехника, 2003. – 112 с.