

УДК 630*839

В.И. Посметьев, О.С. Алимова

Воронежская государственная лесотехническая академия

Посметьев Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1978 г. Воронежский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства, ремонта и эксплуатации машин Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет свыше 240 научных работ в области повышения эксплуатационных свойств машин лесного комплекса.
E-mail: posmetyev@mail.ru



Алимова Ольга Сергеевна родилась в 1982 г., окончила в 2004 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ВГЛТА. Имеет 20 научных работ в области разработки технологического процесса получения и переработки древесного сырья.
Тел.: (4732) 53-74-11



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТДЕЛЕНИЯ ХВОИ ТРАДИЦИОННЫМИ И ПЕРСПЕКТИВНЫМИ СПОСОБАМИ

Изложены результаты лабораторных экспериментов по отделению хвои способами СВЧ-обработки, нагрева и глубокого охлаждения.

Ключевые слова: отделение хвои, СВЧ-обработка, глубокое охлаждение, термический нагрев.

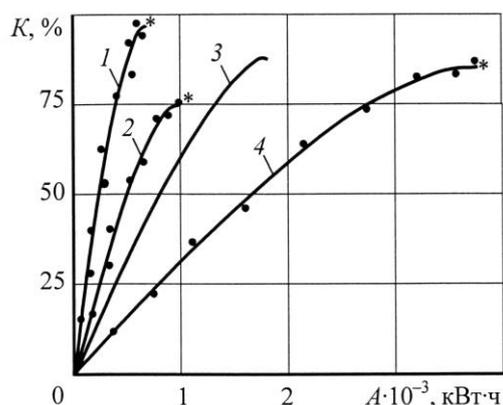
Комплексное использование биоресурсов планеты является актуальной задачей современных науки и производства. В лесном комплексе решение этой проблемы заключается в создании эффективных технологий по глубокой переработке лесного сырья и, в частности, получение высококачественной хвои [4]. Многолетний опыт по разработке и широкому внедрению оборудования для отделения древесной зелени деревьев хвойных пород (сосна, ель, пихта и др.) не дал желаемых результатов в связи с низкой эффективностью традиционной технологии [1, 5]. В настоящее время нет фундаментальных научных разработок как механизма отделения хвои с учетом ее биологических особенностей и физико-механических свойств, так и новых перспективных технологий. Поэтому представляют интерес выполненные в ВГЛТА экспериментальные исследования, результаты которых позволяют надеяться на положительное решение задачи [2].

Предварительные эксперименты заключались в укрупненной оценке эффективности и возможности практической реализации следующих технологий отделения хвои: воздействием высокой температуры в термошкафу, глубокого охлаждения в среде жидкого азота, методом СВЧ-обработки в микроволновой печи. Методика проведения экспериментов и обработки полученных данных подробно изложена авторами в работе [2]. Здесь на рис. 1 представлены графики зависимости качества K отделения хвои от затрачива-

емой работы A .

Анализ кривых свидетельствует о явном преимуществе СВЧ-обработки (кривая 1) как по энергозатратам (0,007 кВт·ч), так и по качеству отделения хвои (3 % неотделившихся хвоинок). Так, энергозатраты этого способа в среднем в 1,7; 2,8 и 5,8 раза ниже аналогичных показателей других способов отделения хвои (кривые 2–4). Высокие энергозатраты низкотемпературного воздействия на хвою (кривая 4) объясняются повышенными сложностью и дороговизной получения жидкого азота, а механического (кривая 3) – необходимостью неоднократного повтора операции отделения и очистки хвои для получения заданного качества конечного продукта. Оба эти способа все же не обеспечивают должного качества получаемого сырья, оно не превышает соответственно 85 и 90 %. Основными недостатками способа высокотемпературного воздействия (кривая 2) является низкая степень отделения хвои, не более 75 %, а также трудность обеспечения ее равномерного прогрева. Показатель качества нельзя улучшить, увеличивая температуру или продолжительность теплового воздействия на хвою, так как в этом случае неизбежны ее ожоги и снижение содержания полезных каротина и витаминов.

Рис. 1. Зависимость качества K отделения хвои от затрачиваемой работы A : 1 – СВЧ-обработка; 2 – нагрев; 3 – механический способ (по данным [4]); 4 – глубокое охлаждение. Звездочками отмечено минимальное содержание каротина 70 мг/кг



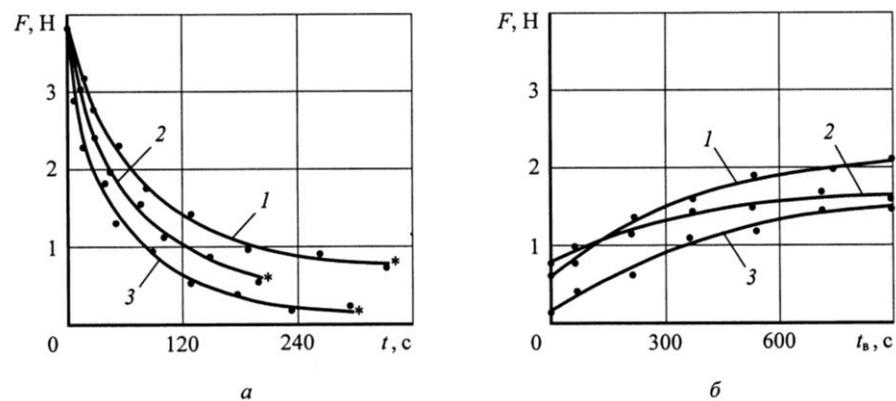
Результаты экспериментов показали все же явное преимущество всех трех исследуемых способов перед механическим, обеспечение относительно высокой самоотделяемости хвои. Это позволяет существенно снизить дополнительные энергозатраты на доотделение хвои путем последующей механической обработки. При этом, как следует из графика, при СВЧ-обработке доотделение хвои практически не требуется, что, естественно, повышает экономичность способа.

На первой стадии исследований было выявлено, но не изучено влияние на усилие отрыва хвои от стебля таких факторов, как динамические воздействия, ориентация хвоинки относительно стебля, местоположение хвоинки на ветке (на одревеневшей и неодревеневшей ее частях). Таким образом, анализ результатов предварительных экспериментов в целом подтвердил возможность и перспективность исследуемых способов отделения хвои, но не позволил однозначно установить наиболее эффективный из них.

С учетом выявленных особенностей процесса отделения хвои на

следующем этапе были определены приоритетные задачи и выполнены соответствующие лабораторные эксперименты. Для этого разработаны методика углубленных исследований и оборудование, позволяющие более детально изучить влияние перечисленных факторов на усилие отрыва хвои от стебля для разных способов.

Серии опытов на экспериментальной установке выполняли в определенной последовательности. Вначале для каждого способа отделения хвои определяли максимально возможные температуру и продолжительность нагрева, охлаждения и СВЧ-обработки. При этом основным критерием годности после термообработки считалась хвоя с содержанием каротина не менее 70 мг/кг. Опыты проводили при естественных углах между осями хвоинки и стебля (45°). Затем определяли усилие отрыва хвоинки при нагреве и охлаждении в выявленном допустимом диапазоне температур. Кроме этого, были выполнены серии опытов по определению влияния релаксации (частичного восстановления утраченных свойств) на усилие отрыва хвоинки. Для этого после каждой операции термообработки до момента включения механизма отрыва делали выдержки во времени продолжительностью от 0 до 900 с (с интервалом 60 с). Каждый опыт повторяли трехкратно с последующим усреднением значений пара-



мет] Рис. 2. Зависимость усилия F отрыва хвоинки от продолжительности воздействия t (а) и выдержки во времени t_b (б): 1 – нагрев; 2 – глубокое охлаждение; 3 – СВЧ-обработка

Анализ кривых свидетельствует о существенном влиянии времени воздействия нагрева или охлаждения. Продолжительность такого воздействия при нагреве, глубоком охлаждении и СВЧ-обработке составила соответственно 350, 200 и 300 с. Усилие отрыва хвоинки после СВЧ-обработки значительно снизилось по сравнению с нагревом и глубоким охлаждением – соответственно в 6,3 и 4,8 раза, а без тепловой обработки – в 19 раз. Минимальные усилия отрыва хвоинки от стебля были зафиксированы в опытах с СВЧ-обработкой, которые составили 0,2 Н (кривая 3 на рис. 2, а) против 0,8 и 0,6 Н при нагреве и глубоком охлаждении (кривые 1 и 2).

Выявлена значительная зависимость восстановления прочности связи хвоинки со стеблем от времени выдержки в период от конца нагрева или

охлаждения до включения механизма отрыва установки. Опытами определено, что среднее время частичного восстановления прочности крепления хвоинки к стеблю (релаксации) составило 600 с при глубоком охлаждении, 800 с при СВЧ-обработке и 900 с при нагреве (кривые 2, 3 и 1 на рис. 2, б). За это время усилия отрыва хвоинки увеличились в 3,5; 2,2 и 7,5 раза, а максимальные в конце релаксации составили 2,1; 1,6 и 2,4 Н соответственно при нагреве, глубоком охлаждении и СВЧ-обработке. Эти усилия в 1,8; 2,4 и 1,6 раза меньше, чем у контрольного образца хвоинки и стебля в нормальных условиях без воздействия нагрева и охлаждения.

Экспериментально исследовано также влияние влажности окружающей среды в месте крепления хвоинки со стеблем на параметры релаксации (время и усилие отрыва хвоинки). В частности, при зафиксированных условиях проведения опытов в лаборатории (давление 0,1013...0,1014 МПа, температура 16...18 °С, влажность воздуха 40...45 %) продолжительность времени релаксации с увеличением относительной влажности на 10, 20 и 30 % уменьшилась в среднем соответственно на 7, 12 и 20 %. При этом влияние способа нагрева или охлаждения хвоинки и стебля оказалось несущественным. В аналогичных условиях усилие отрыва хвоинки возросло незначительно, в среднем на 3, 5 и 9 %, т. е. находилось в пределах ошибки измерений.

Выявленная релаксация, очевидно, объясняется частичным восстановлением внутренней структуры (форма и геометрические размеры клеток и других элементов) ножки хвоинки и стебля в результате интенсивного насыщения их влагой, вытесненной ранее из окружающей среды. В то же время изменение влажности в аналогичных опытах с контрольными образцами хвоинок и стеблей не вызвало заметной релаксации.

Отдельно на установке была исследована зависимость усилия отрыва от угла между осями хвоинки и стебля (угол отрыва) как в продольном, так и в поперечном относительно оси стебля направлениях. С этой целью поворотную монтажную площадку, стебель и ложе фиксирующего устройства установки монтировали и закрепляли в определенном положении. Устанавливали следующие углы отрыва хвоинки: в продольном направлении 10, 45° (естественное положение хвоинки на стебле), 90 и 170°; в поперечном 90° (естественное положение хвоинки на стебле), 135 и 180°. Результаты опытов показали, что наибольшее усилие отрыва хвоинки достигается при ее естественном положении на стебле и уменьшается с увеличением отклонения от этого положения как в продольном, так и в поперечном направлениях. В продольном направлении усилие отрыва при углах 10, 90 и 170° уменьшалось соответственно на 20, 30 и 50 %, а в поперечном при углах 135 и 180° – на 25 и 40 %.

Обобщение результатов комплексного экспериментального исследования по отделению хвои различными способами позволило сделать следующее заключение:

СВЧ-обработка хвойных лапок в 1,7; 2,8 и 5,8 раза менее энергозатратна, чем нагрев, механический способ и глубокое охлаждение;

наиболее высокое качество отделения хвои обеспечивается при СВЧ-обработке, оно составляет 97 % против 85, 75 и 90 % соответственно при

глубоком охлаждении, нагреве и механическом способе;

СВЧ-обработка обеспечивает высокое качество отделения хвои за одну операцию, тогда как другие способы требуют повторных операций для доочистки хвои;

при прочих равных условиях усилие отрыва хвоинки от стебля после СВЧ-обработки в 4,8; 6,3 и 19,0 раз меньше, чем соответственно при глубоком охлаждении (до -120°C), нагреве (до 300°C) и механическом отделении;

на усилие отрыва хвои существенно влияет процесс релаксации, который в значительной степени определяется влажностью окружающей среды, временем выдержки между концом теплового воздействия и моментом отрыва хвоинки и в меньшей степени способом отделения;

за время релаксации (600...900 с) усилия отрыва хвоинки увеличились в 3,5; 2,2 и 7,5 раза и в конце релаксации составили 2,1; 1,6 и 2,4 Н соответственно при нагреве, глубоком охлаждении и СВЧ-обработке;

для устранения отрицательного влияния релаксации в проектируемой установке необходимо исключать или сводить к минимуму время выдержки, а влажность снижать путем интенсивной вентиляции рабочей камеры хвоеотделителя;

наибольшее усилие отрыва хвоинки достигается при ее естественном положении на стебле и уменьшается на 20...50 % с увеличением отклонения от этого положения как в продольном, так и в поперечном направлениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кевиньш, Ю.Ю.* Механизация заготовки древесной зелени и щепы из лесосечных отходов [Текст]: обзор / Ю.Ю. Кевиньш. – Рига: ЛатНИИЛХ, 1980. – 39 с.
2. *Посметьев, В.И.* К моделированию процесса СВЧ-нагрева древесной зелени [Текст] / В.И. Посметьев, О.С. Калашникова // Лесн. вестн. – 2006. – С. 3–5. – (Препринт 103).
3. *Посметьев, В.И.* Обоснование способа и схемы установки для отделения хвои [Текст] / В.И. Посметьев, О.С. Калашникова // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Вологда: ВоГТУ, 2006. – С. 28–30.
4. *Свиридюк, К.А.* Механизированная заготовка древесной зелени [Текст] / К.А. Свиридюк [и др.] // Лесн. пром-сть. – 1984. – № 6. – С. 14.
5. *Торговников, Г.И.* Сверхвысокочастотный способ обработки древесной зелени [Текст] / Г.И. Торговников, Т.В. Минакова // Лесн. журн. – 1983. – № 2. – С. 52–55. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 18.06.08

V.I. Posmetjev, O.S. Alimova
Voronezh State Forestry Engineering Academy

Efficiency Assessment of Needles Separation by Traditional and Perspective Methods

The results of laboratory experiments are provided for the needles separation by superhigh frequency processing, heating and deep freezing.

Keywords: needles separation, superhigh frequency processing, deep freezing, thermal heating.
