

## Секция II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

---

### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЧ-СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

О. А. Кизина

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»,  
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Научный руководитель А. Л. Адамович

**Целью** данной работы было установить факторы, влияющие на качество сушки древесины и пиломатериалов энергией СВЧ-поля и определить основные показатели технологических режимов такой сушильной технологии.

**Методы.** В работе использовались теоретический метод анализа литературных источников, экспериментальные исследования распределения областей прогрева на поверхности и в объеме пиломатериалов в макетном образце установки СВЧ-сушки древесины с помощью тепловизора FLIR ThermoCAM.

**Полученные результаты.** Согласно [1], а также ГОСТ 19773–84 и 18867–84, основные факторы, влияющие на длительность сушки: требуемое качество сушки, древесные породы, влажность древесины, толщина пиломатериалов, температура сушки, скорость сушильного агента. В [3] настоятельно рекомендуется проводить подсушку древесины на корню для древесины мягких пород – сосна, липа, ель. Вторым этапом рекомендуется проводить атмосферную сушку срубленной древесины, что позволяет с минимальными финансовыми затратами подсушить древесину до транспортной влажности в 25–35 % при времени такой сушки не менее 12 ч [2]–[4].

Выделяют 4 категории качества высушенной древесины: 0, I, II, III и две группы режимов сушки [1] – высокотемпературные (ВТ) и низкотемпературные. Последние, в свою очередь, делятся на 2 группы по породам дерева: 1 – для хвойных пород; 2 – для лиственных пород; на 3 группы по используемым температурам: на мягкие (М); нормальные (Н) и форсированные (Ф). Связь между режимами сушки и категориями качества показана в табл. 1.

Древесину хвойных пород, не относящуюся к ценным и трудносохнущим, описывают на примере сосны. Для описания лиственных лесоматериалов используют березу, ольху, ясень, дуб и бук [3], [4]. Ценные и трудносохнущие хвойные описываются на примере лиственницы. Связь между категориями качества (КК) и режимными параметрами процесса сушки древесины показана в табл. 1. Как видно из таблицы, в высушенной древесине остаточная влажность допускается не более 20 %. Именно при этой влажности древесина не портится при транспортировке и не гниет [4].

Наиболее экономичные режимы сушки могут быть обеспечены при температуре материала 60–100 °С и температуре воздуха в камере в пределах 50–70 °С, а наиболее скоростные – при температурах свыше 100 °С и ниже 50 °С, соответственно [1]. При этом при повышении температуры в пиломатериале свыше 85 °С начинается снижение прочности, скалывание и потемнение древесины редких и ценных пород [4]. Таким образом, рационально использовать мягкие и нормальные режимы для сушки древесины до категорий I–III и форсированные – для категории 0, не применяя высокотемпературных.

Для СВЧ-сушки, помимо описанного выше, очень большое значение имеет равномерность распределения СВЧ-поля по поверхности и в объеме пиломатериалов.

В экспериментах исследовались влияние на этот показатель способа укладки пиломатериалов в камере установки и непосредственно процесс их сушки.

Источники СВЧ-волн в экспериментах – магнетроны с рабочей частотой 2,465 ГГц и полезной мощностью 0,9 кВт в количестве 2 шт. Расположены в верхней стенке камеры в ее центральной части. Пиломатериалы использовались сосновые короткомерные размерами 450 × 110 × 25 мм с начальной влажностью около 30 %. Пиломатериалы укладывались в один слой.

Таблица 1

**Категории качества сушки древесины и их влияние  
на характеристики сушильного агента**

Категория качества	Остаточная влажность древесины, %	Назначение древесины	Режим сушки	Древесные породы	Температура сушки, °С	Влажность в зоне сушки, %
0	16–20	Транспортировка, в том числе, на экспорт	ВТ или Ф	Сосна, ель, пихта, кедр	100–110	60
I	6–8	Производство лыж, приборостроение, точное машиностроение и силовые конструкции	М	Ясень, дуб, бук, граб	60–70	66
II	6–10	Производство столярно-строительных изделий ответственного назначения, мебели и музыкальных инструментов	М, Н	Береза, ольха, осина	75–85	62
III	8–15	Производство столярно-строительных изделий, погонаж, товарное вагоностроение, тара	Н, Ф	Липа, тополь	85–100	60

На выбор режима сушки также оказывает влияние толщина пиломатериалов. В большей степени характерно для лиственных пород (см. табл. 2).

Таблица 2

**Значения толщины пиломатериалов и режимы сушки лиственных пород**

Порода древесины	Толщина пиломатериалов, мм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
осина	До 22	Свыше 22–32	Свыше 32–40	Свыше 40–50	Свыше 50–60	Свыше 60–75	Не используется	Не используется
Тип режима	Н, Ф				Н	Н	–	–
береза	До 22	Свыше 22–32	Свыше 32–40	Свыше 40–50	Свыше 50–60	Свыше 60–75	Свыше 75–100	Не используется
Тип режима	М, Н, Ф				М, Н		Н	–
ольха, липа тополь	До 22	Свыше 22–32	Свыше 32–40	Свыше 40–50	Свыше 50–60	Свыше 60–75	Свыше 75–100	Не используется
Тип режима	Н, Ф				Н	Н	Н	–

Термограммы экспериментов для различных способов укладки пиломатериалов на расстоянии 15 см от излучателей показаны на рис. 1. Температура центра пиломатериалов составила +16,1 °С для рис. 1, а; +21,4 °С – для рис. 1, б; +19,6 °С – для рис. 1, в и +23,3 °С – для рис. 1, г.

Как видно из рис. 1, наиболее приемлемое распределение СВЧ-поля, а значит, и областей прогрева по поверхности и в объеме пиломатериалов достигается при их укладке под углом в 24° относительно нижней стенки установки, при ориентации вектора  $E$  (электрическая компонента СВЧ-поля) поперек волокон древесины. При этом более влажные пиломатериалы следует располагать в левой части технологической зоны ближе к источникам излучения, так как она прогревается сильнее.

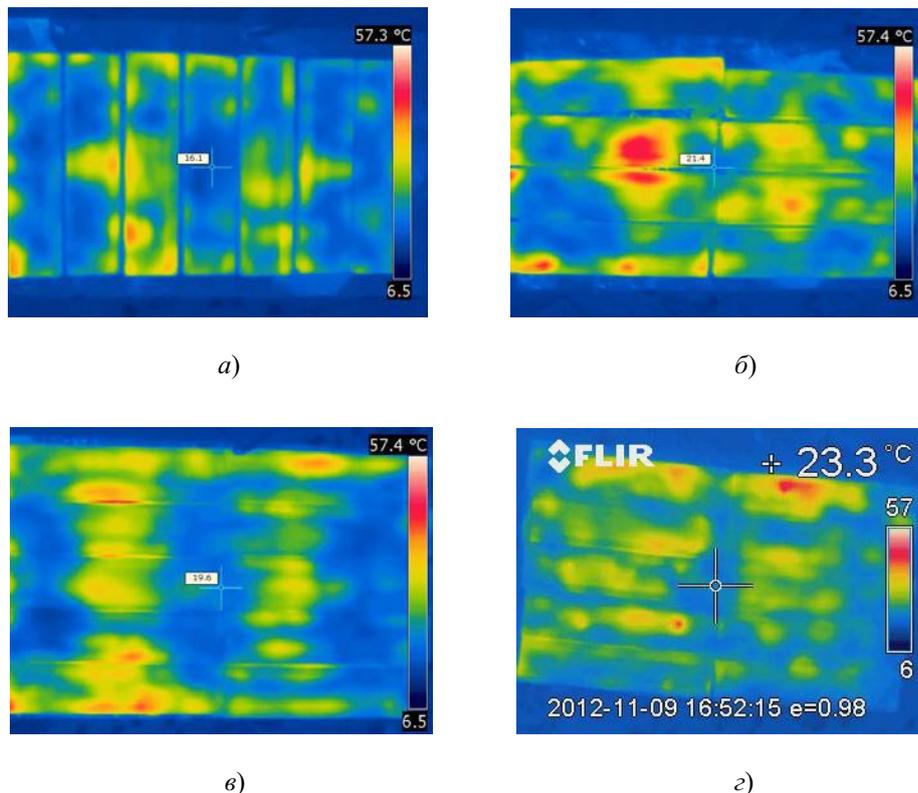


Рис. 1. Термограммы для укладки пиломатериалов в макетном образце установки: вдоль волокон древесины относительно вектора  $E$  (а); поперек волокон (б); на ровной поверхности (в); под углом в 24° (г)

**Заключение.** По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1. Основные факторы, влияющие на режим СВЧ-сушки лесоматериалов, – порода, категория качества древесины, толщина пиломатериалов и равномерность распределения СВЧ-поля в технологической зоне сушки.
2. Предпочтительно укладывать пиломатериалы при ориентации вектора  $E$  поперек волокон древесины под углом в 24° относительно нижней стенки камеры.
3. Для получения высокого качества следует ограничиваться низкотемпературными режимами сушки. Древесину мягких пород подсушивать на корню и сушить до загрузки в установку СВЧ-сушки атмосферным способом в течение 12 ч.

## Л и т е р а т у р а

1. Болдырев, П. В. Сушка древесины / П. В. Болдырев. – изд. 3-е. – СПб. : ПрофиКС, 2007. – 166 с. : ил.
2. Адамович, А. Л. Нагрев и сушка пиломатериалов в макетном образце СВЧ-установки / А. Л. Адамович, Ю. Г. Грозберг, О. А. Кизина // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В «Прикладные науки». – 2013. – № 11. – С. 82–84.
3. Богомазов, В. В. Исследование процесса скоростной сушки древесины в поле токов высокой частоты : автореф. дис. ... канд. техн. наук. по специальности 05.421 «Машины, оборудование и технология лесопильных и деревообрабатывающих производств» / В. В. Богомазов. – Минск, 1970. – 28 с.
4. Галкин, В. П. Сушка древесины в электромагнитном поле сверхвысоких частот : автореф. дис. ... д-ра техн. наук по специальности 05.21.05 «Древесиноведение, технология и оборудование деревообработки» / В. П. Галкин. – М., 2010. – 40 с.