

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ШТАБЕЛЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ СУШКЕ

При управлении процессом сушки пиломатериалов изменение степени насыщенности агента сушки происходит в функции текущей влажности древесины [1].

В этой связи вопрос об оперативном контроле влажности становится весьма актуальным. Известно достаточно много способов оперативного контроля влажности древесины в процессе ее сушки. Основными, доведенными до практической реализации способами, являются:

1. Контроль влажности по усадке штабеля.
2. Контроль влажности кондуктометрическими влагомерами.
3. Контроль влажности по температуре древесины.
4. Контроль влажности по массе штабеля.

Однако применение этих способов требует либо специальных датчиков и измерительных устройств, либо специальной механо-электрической системы и электронных контролирующих устройств.

В работе [2] предлагается производить контроль текущей влажности по разности температур агента сушки на входе в штабель и выходе из него. Технически это намного проще, по сравнению с указанными выше способами, так как требует установки всего одного дополнительного датчика температуры (как правило, термометра сопротивления), который подключается к уже имеющимся контрольно-измерительным и регулирующим приборам (рисунок). Однако применение данного метода требует, с одной стороны, теоретической проработки метрологических основ метода, и с другой – его экспериментальной проверки.

В работе [3] предложена следующая зависимость для определения величины перепада температуры на штабеле:

$$\Delta t = -B \frac{\rho_6 S_2 (W - W_p) (d + 1000)}{100 \rho_1 \omega_u T \left(\frac{S_1}{\pi^2 a_m} + \frac{1}{2\alpha_m} \right)}, \quad (1)$$

где ρ_6 – базисная плотность древесины, кг/м³;

S_2 – ширина сортимента, м;

S_1 – толщина сортимента, м;

T – толщина прокладки, м;

- ρ_1 – плотность сушильного агента на входе в штабель, кг/м³;
- $\omega_{ц}$ – скорость циркуляции сушильного агента, м/с;
- a_m – коэффициент влагопроводности древесины, м²/с;
- α_m – коэффициент влагообмена, м/с;
- d – влагосодержание сушильного агента на входе в штабель, г/кг;
- Δt – разность температуры сушильного агента на входе и выходе из штабеля, °С.

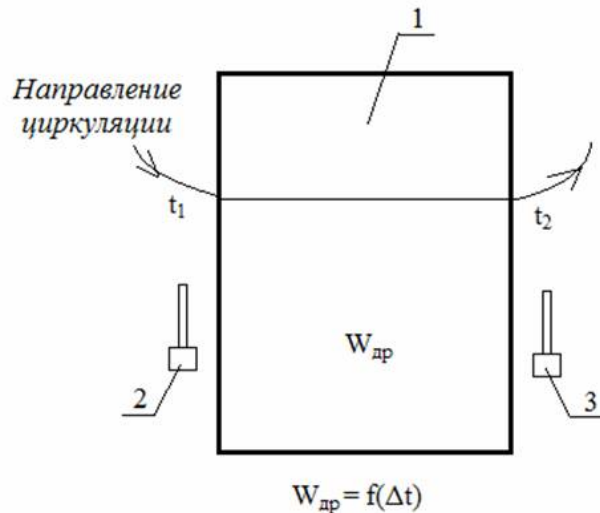


Схема контроля влажности древесины по величине перепада температур на штабеле: 1 – штабель пиломатериалов; 2, 3 – датчики температуры

Коэффициент B в (1) определяется как:

$$B = \frac{1,93 \cdot 10^{-3} t + 3,7249 \cdot 10^{-6} t \cdot d + 4,8057 \cdot 10^{-3}}{(1,0 + 1,93 \cdot 10^{-3} d)^2}, \quad (2)$$

где t – температура сушильного агента на входе в штабель, °С.

Для частной количественной оценки ошибки определения текущей влажности был произведен ее расчет при следующих условиях:

- порода древесины – сосна;
- $\rho_6 = 400$ кг/м³;
- режим сушки – 5Н (РТМ – 85);
- скорость циркуляции агента сушки $\omega_{ц} = 2,0$ м/с;
- толщина сортиментов $S_1 = 0,05$ м;
- ширина сортиментов $S_2 = 0,15$ м;
- толщина прокладок $T = 0,025$ м;
- влажность древесины:
 - начальная $W_n = 35$ %;
 - переходная $W_n = 25$ %;
 - конечная $W_k = 8$ %.

Результаты расчета приведены в таблице.

Ошибка определения влажности древесины по перепаду температур
на штабеле

Влажность древесины, %	$\Delta W = \sum_{i=1}^{12} \Delta W_i, \%$	$\Delta W^* = \sqrt{\sum_{i=1}^{12} \Delta W_i^2}$
8	1,36	0,66
25	2,49	1,22
35	4,97	2,29

Суммарная предельная (среднеквадратическая) ошибка определения текущей влажности находится в пределах от 1,36 (0,66) % в конце сушки до 4,97 (2,29) % в конце первой ступени сушки.

Общую метрологическую оценку метода следует считать вполне удовлетворительной.

Проведенная экспериментальная проверка метода имела своей целью определение фактической точности метода при использовании нормативных режимов сушки. При этом ошибка определения влажности составляет от 5 % (при $W_{др} = 35 \%$) до 2 % (при $W_{др} = 12 \%$).

Общий вывод по работе:

Метрологические характеристики метода контроля влажности древесины по перепаду температуры на штабеле можно считать вполне удовлетворительными.

Библиографический список

1. Шишкина Е.Е. Энергосберегающая технология конвективной сушки пиломатериалов на основе управляемого влагопереноса в древесине: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Шишкина Елена Евгеньевна. Архангельск: САФУ им. М.В. Ломоносова, 2016. – 336 с.

2. Способ сушки древесины: а.с. 953399 СССР / Агапов В.П., Калужный А.П. (СССР). 1982, Бюл. № 31.

3. Гороховский А.Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Гороховский Александр Григорьевич. СПб.: СПбГЛТА им. С.М. Кирова, 2008. – 263 с.