

## РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОГРЕВЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В НЕНАСЫЩЕННОЙ СРЕДЕ

В настоящее время в условиях постоянного повышения цен на энергоносители весьма актуальной представляется задача экономии тепловой энергии в процессе обработки древесины. Как известно, одной из наиболее энергозатратных операций деревообработки является сушка пиломатериалов. При этом существенная часть энергии расходуется не на саму сушку, а на проведение начального прогрева.

В таблице 1 представлена структура расхода тепловой энергии при проведении цикла сушки сосновых досок толщиной  $S = 25$  мм в камере периодического действия марки СМ–35 фирмы «Incorplan» (Италия) для среднегодовых условий Минской области.

**Таблица 1 – Структура расхода тепловой энергии при проведении цикла сушки в камере СМ–35«Incorplan» (Италия)**

Статья расхода теплоты	Доля расходуемой тепловой энергии, %	
	Для среднегодовых условий	Для зимних условий
Прогрев материала	8,9	16,9
Испарение влаги	82,1	70,2
Потери через ограждения	9,0	12,9
Итого:	100	100

Как видно из таблицы, доля энергозатрат на начальный прогрев материала варьирует в диапазоне 9–16%, существенно возрастая в зимний период [1].

Основным фактором, влияющим на расход тепловой энергии, является режим, по которому производится прогрев пиломатериалов. Режимы прогрева пиломатериалов в сушильных камерах периодического действия с теплоносителем пар регламентируются ГОСТ 19773–84. Кроме стандартных, на большинстве предприятий нашей страны используют нестандартные режимы прогрева, которые рекомендованы зарубежными производителями сушильных камер, которые в качестве теплоносителя используют горячую воду. Соответственно, в таких

условиях прогрев проводится в ненасыщенной среде. Целью данной работы являлось определение расхода тепловой энергии на прогрев пиломатериалов при использовании различных режимов, а также определение влияния параметров режима на расход энергии

Для проведения расчетов были приняты следующие исходные данные. Сушильная камера – LAUBER, которая имеет внутренний объем  $V = 477 \text{ м}^3$  и вместимость  $E = 100 \text{ м}^3$ . В качестве прогреваемого материала рассматривали сосновые пиломатериалы толщиной 40 мм, имеющие начальную влажность  $W_n = 60\%$ . Прогрев проходил при температуре агента обработки  $40^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$  и при степени насыщенности  $\varphi=0,7; 0,8; 1$ .

Известно, что при прогреве в ненасыщенной среде имеет место испарение влаги с поверхности пиломатериалов, что говорит о том, что тепловая энергия тратится не только на прогрев, но и на испарение влаги [2]. Расчетные формулы для определения расхода тепловой энергии при прогреве в среде с  $\varphi=1$  и  $\varphi=0,7; 0,8$  имеют следующий вид:

Для насыщенной среды:

$$q = \rho_d \cdot c_d \cdot (t_{\text{нп}} - t_0) \cdot E_{\text{шт}}, \text{кДж} \quad (1)$$

Для ненасыщенной среды:

$$q = c \cdot D \cdot (t_2 - t_1) + i \cdot D + \rho_d \cdot c_d \cdot (t_{\text{нп}} - t_0) \cdot E_{\text{шт}}, \text{кДж} \quad (2)$$

где  $\rho_d$  – плотность древесины расчетного материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c'$  – удельная теплоемкость воды,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $c_d$  – удельная теплоемкость древесины в диапазоне температур от  $t_0$  до  $t_{\text{нп}}$ ,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $D$  – масса влаги, испаряемой за время начального прогрева,  $\text{кг}$ ;  $E_{\text{шт}}$  – вместимость камеры,  $\text{м}^3$ ;  $t_0$  – начальная температура древесины,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{нп}}$  – температура начального прогрева,  $^\circ\text{C}$ .

Результаты расчета представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Результаты расчетов**

Температура начального прогрева, $t_{\text{нп}}, ^\circ\text{C}$	40	60	80
Расчетная температура, $^\circ\text{C}$	22,75	32,75	42,75
Удельная теплоемкость древесины $c_d$ , $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{K}$	2,77	2,805	3,08
Удельная энтальпия пара, $\text{кДж}/\text{кг}$	2574	2609	2643

Относительная влажность воздуха $\phi$	1	0,8	0,7	1	0,8	0,7	1	0,8	0,7
Масса влаги в камере $D$ , кг	0	15,25	13,202	0	43,6	37,18	0	130,87	106,4
Расход энергии на прогрев древесины, тыс кДж	6116,2	6157,6	6152,1	9783,8	9907,548	9889,332	14685,44	15072,18	14999,87

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать следующие выводы: наибольшее влияние на расход энергии при прогреве оказывает температура обрабатываемой среды. Степень насыщенности  $\phi$  практически не оказывает влияние на величину расхода тепловой энергии.

Эти данные могут быть использованы при разработке энергосберегающих режимов начального прогрева в ненасыщенной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рудак О. Г., Снопков В. Б. Исследование начального прогрева древесины без дополнительного увлажнения обрабатываемой среды // Труды БГТУ. 2011. № 2: Лесная и деревообаб. пром-сть. С. 212–214.
2. Рудак О. Г., Гуз Ю. А., Снопков В. Б. Исследование напряженно-деформированного состояния древесины при прогреве в ненасыщенной среде // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. Гродно: ГрГУ, 2011. С. 30–31.