

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРИ ПРОГРЕВЕ ДРЕВЕСИНЫ В НЕНАСЫЩЕННОЙ СРЕДЕ**

Деревообрабатывающая промышленность является одной из традиционных отраслей экономики Республики Беларусь. Пути повышения эффективности использования древесины неразрывно связаны с многочисленными исследованиями, необходимыми для разработки и внедрения прогрессивных инновационных технологий, позволяющих сокращать энергетические затраты, снижать образование значительного количества отходов и повышать качественные характеристики готовой продукции, что в конечном итоге позволяет получать конкурентоспособную продукцию с высокой добавленной стоимостью. Одним из наиболее энергозатратных этапов деревообработки является сушка пиломатериалов. При этом существенная часть энергии расходуется не на саму сушку, а на проведение обязательной операции начального прогрева. Доля энергозатрат на начальный прогрев материала варьирует в диапазоне 9–16%, существенно возрастая в зимний период.

Известно, что при прогреве древесины в ненасыщенной среде имеет место испарение влаги с поверхности пиломатериалов. Данный факт свидетельствует о том, что тепловая энергия тратится не только на прогрев, но и на испарение влаги.

С целью повышения технико-экономической эффективности процесса начального прогрева древесины в ненасыщенной среде следует установить зависимость величины расхода тепловой энергии от технологических факторов.

Технологические факторы, оказывающие прямое влияние на механизм начального прогрева, были распределены на переменные и постоянные.

В качестве *постоянных факторов* выступали:

- толщина S , мм экспериментальных образцов;
- начальная влажность образцов из древесины сосны $W_{\text{нач}}$, %;
- начальная температура образцов из древесины сосны t_0 , °С.

Переменными факторами являлись основные параметры режима прогрева – это температура $T_{\text{ср}}$, °С и степень насыщенности обрабатываемой среды φ . Кроме этого, взаимосвязь между параметрами агента обработки ($T_{\text{ср}}$ и φ) в современных системах контроля сушить-

ных камер отображена как значение равновесной влажности W_p , % (или ЕМС).

Расчетная формула для определения расхода тепловой энергии при прогреве древесины в среде с $\varphi < 1$ для среднегодовых условий имеет следующий вид:

$$q_{\text{пр}} = c' \cdot D \cdot (t_{\text{нп}} - t_{0\text{возд}}) + i \cdot D + \rho_d \cdot c_d \cdot (t_{\text{нп}} - t_{0\text{др}}) \cdot E_{\text{шт}}, \text{кДж} \quad (1)$$

где ρ_d – плотность древесины расчетного материала, кг/м³; c' – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С); c_d – удельная теплоемкость древесины в диапазоне температур от t_0 до $t_{\text{нп}}$, кДж/(кг·°С); D – масса влаги, испаряемой за время начального прогрева, кг; $E_{\text{шт}}$ – вместимость камеры в пиломатериалах, м³; t_0 – начальная температура древесины, °С; $t_{\text{нп}}$ – температура начального прогрева, °С.

При прогреве замороженной древесины количество теплоты q складывается из ее затрат на нагревание замороженной древесины от начальной отрицательной температуры до 0°С, плавление содержащегося в древесине льда и нагревание древесины до температуры начального прогрева и рассчитывается по следующей формуле:

$$q_{\text{пр}} = \rho_d \cdot c_{(-)} \cdot (-t_0) + \rho_b \cdot \frac{W_n - W_{\text{сж}}}{100} \cdot \gamma + c' \cdot D \cdot (t_{\text{нп}} - t_{0\text{возд}}) + i \cdot D + \rho_d \cdot c_d \cdot (t_{\text{нп}} - t_{0\text{др}}) \cdot E_{\text{шт}}, \text{кДж} \quad (2)$$

где $W_{\text{сж}}$ – содержание воды, оставшейся в замороженной древесине в жидком состоянии, %; γ – скрытая теплота плавления льда, 335 кДж/кг.

Результаты исследований представлены в виде диаграмм на рисунках 1-4, отражающих влияние технологических факторов на расход тепловой энергии при прогреве древесины в ненасыщенной среде.

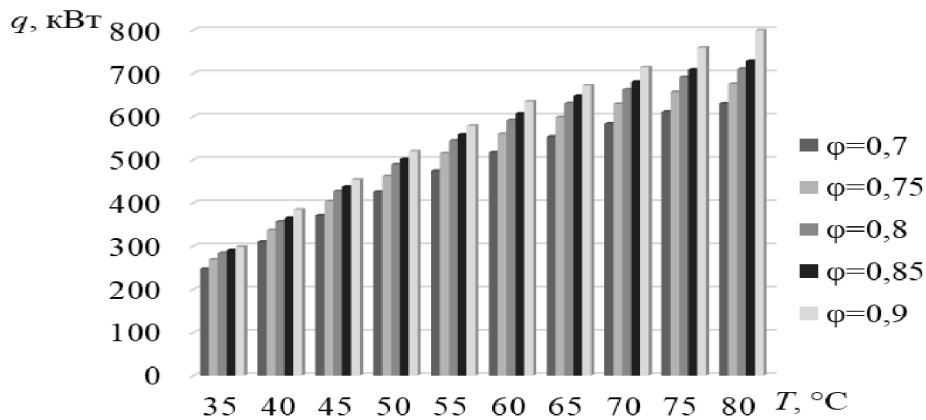


Рисунок 1 – Зависимость величины расхода тепловой энергии от параметров обрабатываемой среды: температуры прогрева T , °С и степени насыщенности φ

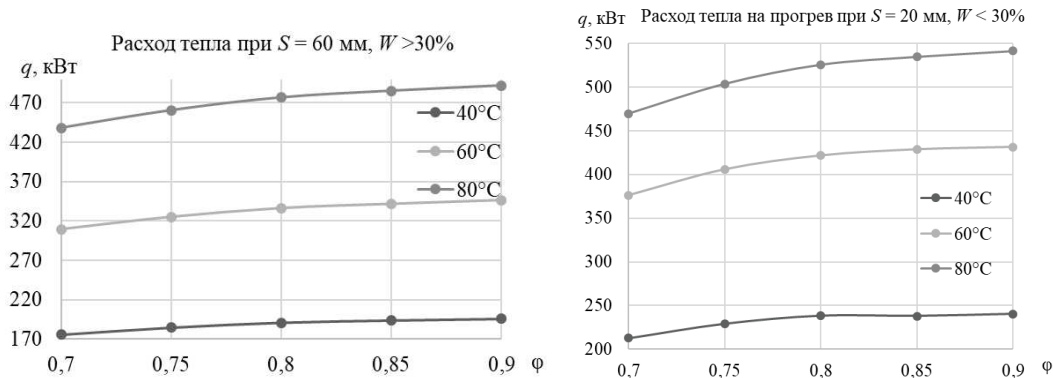


Рисунок 2 – Зависимость величины расхода тепловой энергии от толщины пиломатериала S , мм и начальной влажности $W_{нач}$, %

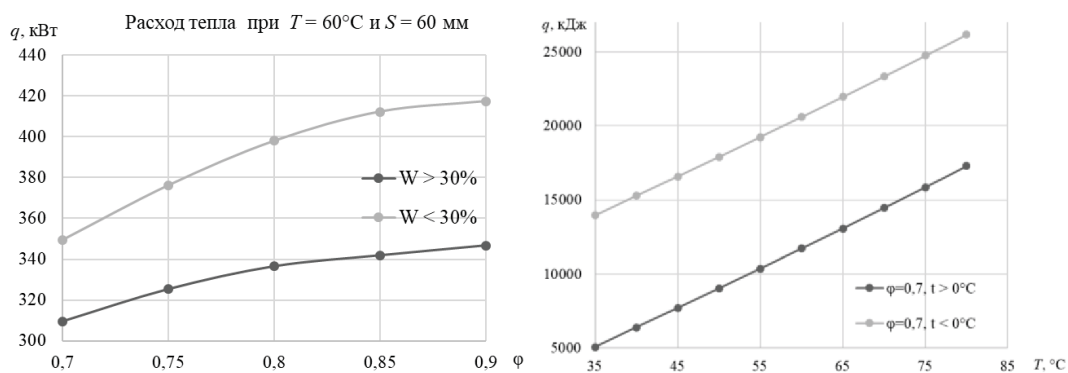


Рисунок 3 – Зависимость величины расхода тепловой энергии от начальной влажности $W_{нач}$, % и начальной температуры пиломатериалов t_0 , °C

Анализ результатов исследований свидетельствует, что наибольшее влияние на величину расхода тепловой энергии оказывает температура прогрева $T_{прог}$, °C; толщина S , мм, начальная влажность W , % и начальная температура t_0 , °C пиломатериалов. Изменение величины расхода тепловой энергии при увеличении степени насыщенности обрабатываемой среды оказалось незначительным.

Следует отметить, что при начальной влажности $W < 30\%$ расход тепловой энергии при прогреве больше на 17%, чем для пиломатериалов с начальной влажностью $W > 30\%$. Полученный результат можно объяснить тем, что в период прогрева в ненасыщенной среде значительная часть энергии тратится на испарение влаги из поверхностных слоев древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудак О. Г. Исследование параметров технологии начального прогрева древесины в ненасыщенной среде // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 268–276.