

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В ПЕРИОД ПРОГРЕВА В НЕНАСЫЩЕННОЙ СРЕДЕ

Производство конкурентоспособной продукции из древесины невозможно без наличия качественного древесного сырья. Одним из самых важных и сложных технологических этапов подготовки сырья к производству изделий является камерная сушка древесины, отличающаяся не только разнообразием параметров, их сложной взаимосвязью, наличием внешних воздействий, но и большой продолжительностью процесса. Непосредственно процесс сушки древесины нагретым воздухом состоит из трех последовательных этапов: нагревания влажных пиломатериалов, собственно сушки и охлаждения высушенной древесины.

Отсутствие в технологическом процессе сушки этапа начального прогрева, либо неэффективная технология его проведения приводят к резкому снижению качества высушенного материала, что в последствии приводит к громадному перерасходу древесины на стадии механической обработки.

Для повышения качества высушенных пиломатериалов требуется проведение исследований механизмов начального прогрева, позволяющих прогнозировать динамику изменения тепловых свойств древесины, что в дальнейшем позволит получить конкурентоспособную продукцию при минимальных затратах энергии.

Результаты исследований особенностей прогрева в ненасыщенной среде однозначно свидетельствуют об изменении как температуры, так и влажности образцов в период нагревания, что, в свою очередь, повлечет за собой изменение и других физических свойств древесины, зависящих от температуры и влажности.

Существующие методы исследования тепловых свойств древесины дают возможность их определения лишь в конкретных стационарных условиях, т.е. в условиях, когда тепловой поток, проходящий через древесину, сохраняется постоянным во времени. Начальный прогрев древесины относится к нестационарным процессам, поскольку имеет место изменяющаяся во времени и по сечению температура самого сортамента и температура агента обработки. В данной работе был применен метод исследования, основанный на способе комплексного определения теплофизических характеристик при теплообмене тел в среде с линейно изменяющейся температурой [1].

Один из способов комплексного определения теплофизических характеристик в режиме линейного нагрева состоит в использовании системы тел, одно из которых имеет известные теплофизические свойства. Описанный способ позволяет определить в любой выбранный момент времени перепады температур по толщине металлических пластин $\Delta T = T_1(l_1, \tau) - T_2(0, \tau)$ и образца из древесины $\Delta T_0 = T_4(l_1 + l_2, \tau) - T_3(l_1, \tau)$. Используя результаты измерений, по специальным формулам были рассчитаны тепловые характеристики древесины в выбранный момент времени в период прогрева.

Проведенные вычисления позволили выявить закономерности изменения теплофизических свойств древесины сосны в период прогрева в ненасыщенной среде с учетом совместного влияния технологических факторов.

Закономерности изменения тепловых свойств древесины в период прогрева в ненасыщенной среде отражены в виде графических зависимостей на рис. 1–3.

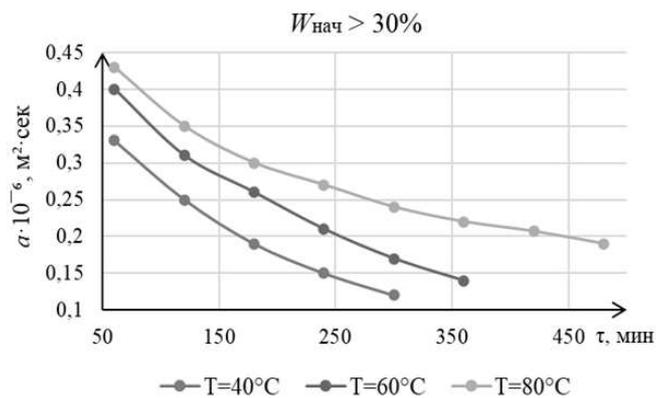


Рисунок 1 – Закономерность изменения коэффициента температуропроводности α при прогреве древесины с $W_{нач} > 30\%$

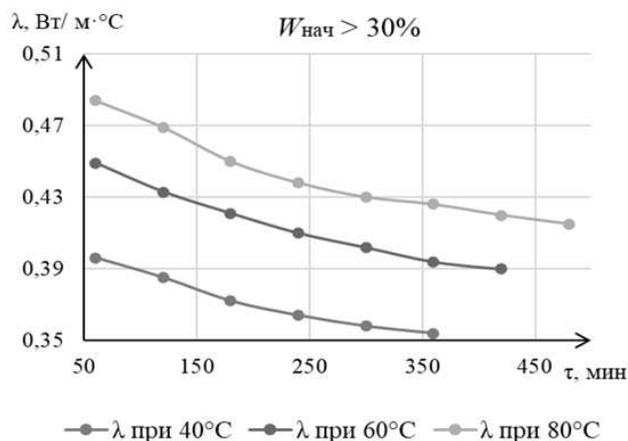


Рисунок 2 – Закономерность изменения коэффициента теплопроводности λ при прогреве древесины с $W_{нач} > 30\%$

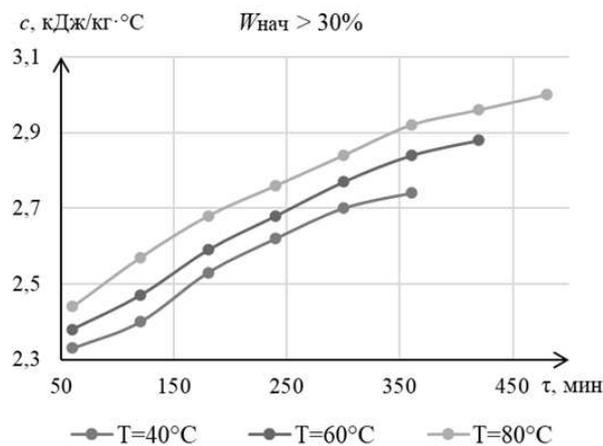


Рисунок 3 – Закономерность изменения коэффициента теплоемкости c при прогреве древесины с $W_{нач} > 30\%$

Анализируя результаты исследования [2], отметим, прежде всего, что полученные значения всех теплофизических характеристик древесины не противоречат сведениям, известным в литературе [3]. При этом, удельная теплоемкость (c) и коэффициент теплопроводности (λ), измеренные у древесины с начальной влажностью $W_{нач} > 30\%$, больше, чем у более сухой древесины ($W_{нач} < 30\%$), что также согласуется с современными представлениями о тепловых свойствах древесины.

Прогрев древесины сопровождается увеличением удельной теплоемкости (c) на 18% и снижением коэффициента теплопроводности (λ) в 1,1–1,3 раза. Коэффициент температуропроводности (a) также уменьшается в 2,3–2,8 раз.

Следует отметить, что характер изменения величины тепловых коэффициентов в период прогрева носит нелинейный характер. В начале процесса, когда перепад температур по толщине древесины достаточно велик, наблюдается заметное падение величины коэффициентов теплопроводности и температуропроводности (рис. 1 и 2).

В период прогрева, когда при постоянной температуре поверхностных слоев увеличивается только температура внутри образца как рост удельной теплоемкости, так и снижение коэффициентов теплопроводности и температуропроводности замедляется.

Поскольку теплоемкость характеризует способность древесины поглощать теплоту от обрабатывающей среды при нагревании, то увеличение значения удельной теплоемкости древесины c во времени в период прогрева отражает повышение затрат тепловой энергии, необходимой для нагревания древесины.

Характер изменения коэффициента теплопроводности и температуропроводности во времени в период прогрева свидетельствует о

снижении способности древесины проводить теплоту и снижении скорости нагревания. Данный факт подтверждает гипотезу о том, что начальный прогрев древесины происходит за два этапа – быстрого и медленного нагревания.

Анализируя закономерности изменения тепловых свойств древесины в период прогрева, следует обратиться к знаниям о ее строении. В общем древесина состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза – древесинное вещество (клеточные стенки), жидкая – связанная и свободная влага, газообразная – воздух (паровоздушная смесь) в полостях клеток [3]. Каждая фаза имеет свою величину коэффициента теплопроводности (λ):

- древесинное вещество – 0,5 Вт/м °С,
- вода – 0,58 Вт/м °С,
- паровоздушная смесь полостях клеток – 0,025 Вт/м °С.

Коэффициент теплопроводности сухой древесины составляет $\approx 0,2$ Вт/м °С. Во время прогрева в ненасыщенной среде влажность поверхностных слоев образцов уменьшается, соответственно влага в клетках древесины частично заменяется воздухом, теплопроводность которого в более чем 20 раз ниже.

Исследование характера изменения удельной теплоемкости имеет практическую значимость, поскольку тепловая энергия, необходимая для нагревания, является важным ресурсом. Рост величины коэффициента теплоемкости на протяжении всего периода начального прогрева свидетельствует об увеличении затрат теплоты на данный процесс. Результаты исследований закономерностей теплофизических свойств древесины в период прогрева в ненасыщенной среде следует учитывать при разработке новых и совершенствовании существующих технологий сушки пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудак, О. Г. Изменение тепловых свойств древесины в период прогрева в ненасыщенной среде / О. Г. Рудак, В. Б. Снопков // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2012. – № 2 (149). – С. 161–164.
2. Рудак О. Г., Снопков В. Б. Изменение тепловых свойств древесины в период прогрева в ненасыщенной среде / Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды VII междунар. евразийского симпози. / под науч. ред. В.Г.Новоселова. Екатеринбург, 2012. С. 141–148.
3. Болдырев П. В. Сушка древесины. Практическое руководство. С.-Петербург: Профикс, 2002. – 158 с.