III МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
КРАСНОЯРСК

APITECH
Прикладная физика, информационные технологии и инжиниринг

APITECH
Applied Physics, Information Technologies and Engineering

ДНИТ Красноярский ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

«Прикладная физика, информационные технологии и инжиниринг» - APITECH-III-2021

«Физико-технические аспекты технологии энергосберегающей сушки древесины в камерах с естественной циркуляцией агента»

Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Тихонов Е.А., Драбкина Е.В.,
Маринченко Т.Е., Калимуллин М.Н., Романюк Н.Н.

Актуальность

Сушка древесины (пиломатериалов) является энерго-затратным процессом. Поэтому, разумеется, исследователи стремятся (на сколько это возможно) снизить затраты энергии на сушку.

Радикальным способом снижения энерго-затрат на сушку является применение камер с естественной циркуляцией агента сушки, основной особенностью которых является отсутствие вентиляторов и, соответственно, отсутствие затрат энергии на их привод. При этом надо учитывать, что для современных конвективных камер в общем балансе энерго-затрат затраты электроэнергии на привод вентиляторов составляют около 40 %.

Обладая таким неоспоримым преимуществом, камеры с естественной циркуляцией имеют также и весьма ощутимый недостаток: относительно более длительный процесс сушки.

Проведенные нами исследования позволили предложить технологию энергосберегающей сушки в камерах с естественной циркуляцией при приемлемой продолжительности процесса.

Методы решения

Процесс низкотемпературной конвективной сушки древесины при анализе процессов обычно принято описывать системой дифференциальных уравнений тепломассообмена:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a\nabla_t^2 t + \frac{\varepsilon\rho}{c}\frac{\partial u}{\partial \tau} \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m \nabla_u^2 u + a_m \delta \nabla^2 t \quad (2)$$

.

где t – температура древесины;

τ – время;

a – коэффициент температуропроводности;

ε – критерий фазового перехода;

ρ – плотность древесины;

c – удельная теплоемкость;

u – влажность древесины;

a_m – коэффициент влагопроводности;

δ – термоградиентный коэффициент (или коэффициент Соре).

Результаты

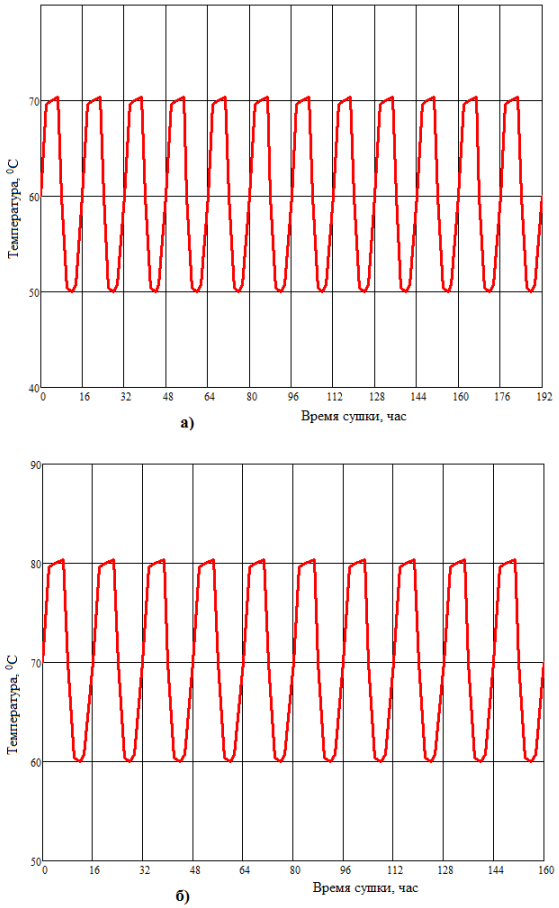


Рисунок 1 – Осцилляция температуры в камере:
а) среднее значение температуры среды 60 ^{0}C;
б) среднее значение температуры среды 70 ^{0}C.

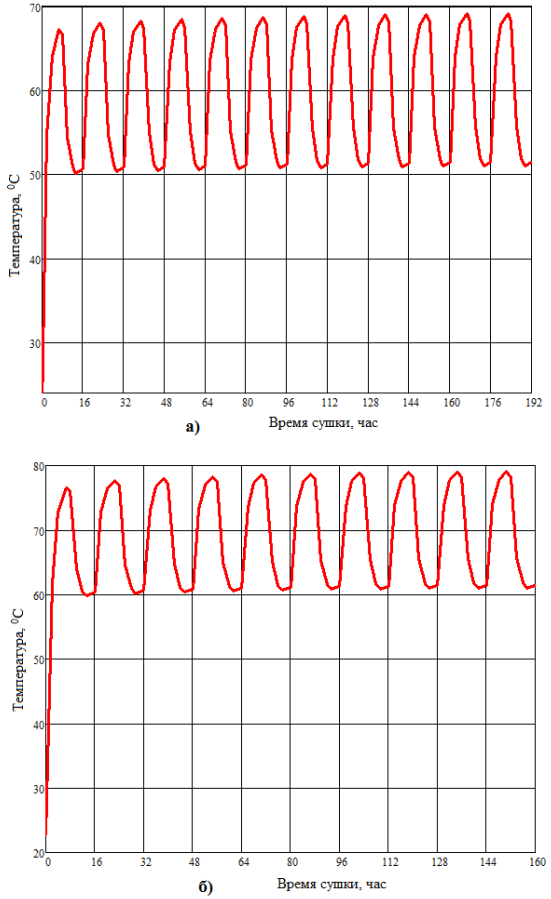


Рисунок 2 – Изменение температуры древесины в процессе сушки осциллирующим режимом (середина сортимента):
а) среднее значение температуры среды 60 ^{0}C;
б) среднее значение температуры среды 70 ^{0}C.

Результаты

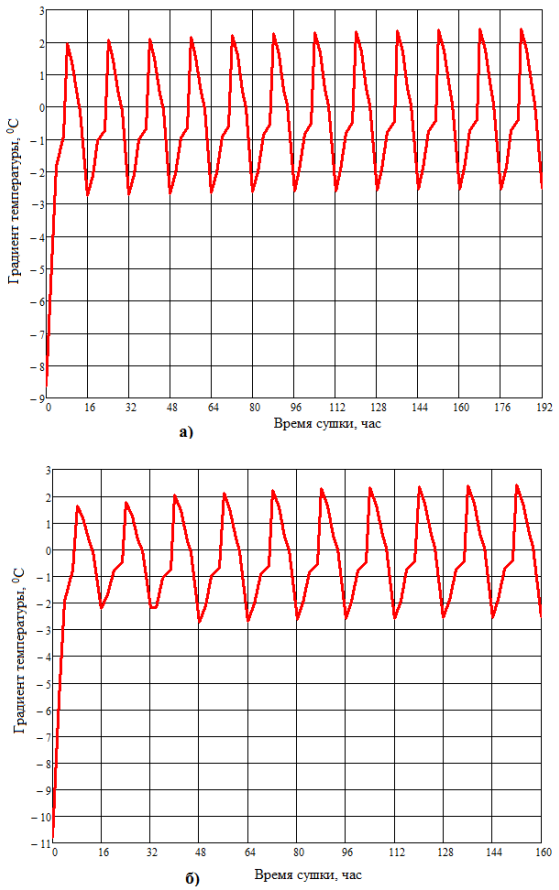


Рисунок 3 – Изменение градиента температуры в сохнущем сортименте:
а) среднее значение температуры среды 60 0С;
б) среднее значение температуры среды 70 0С..

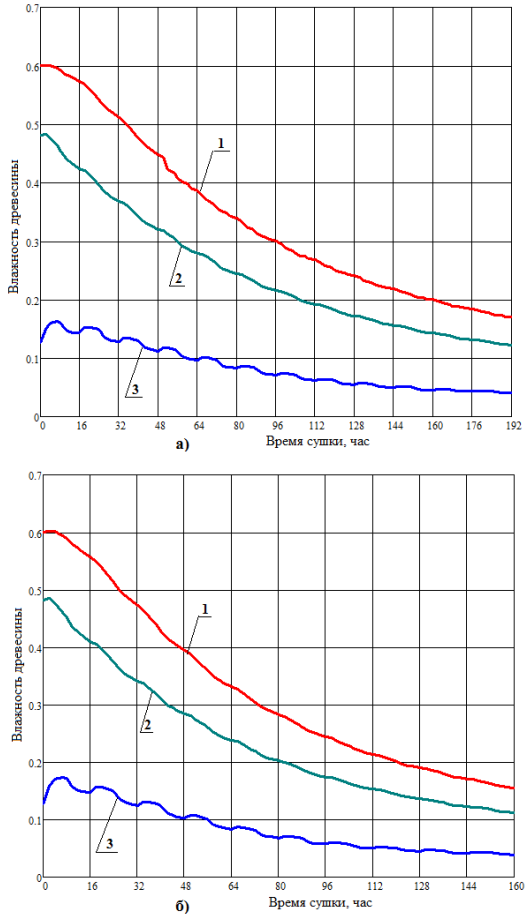
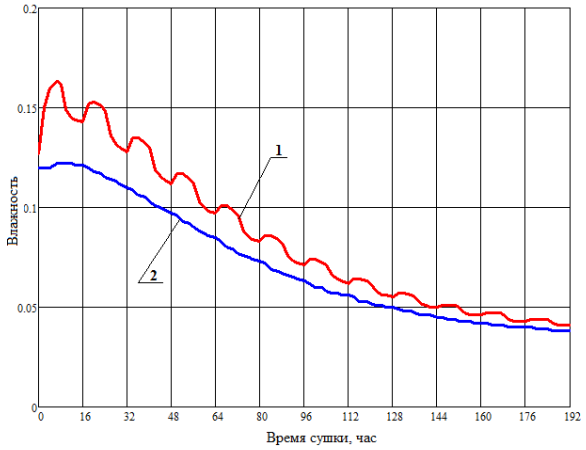
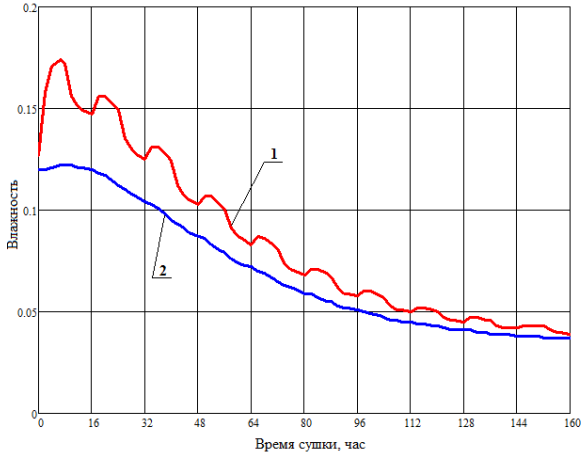


Рисунок 4 – Процесс сушки осциллирующим режимом:
а) среднее значение температуры среды 60 0С;
б) среднее значение температуры среды 70 0С.
1 – в середине доски; 2 – средняя влажность сортимента; 3 – на поверхности доски.

Результаты

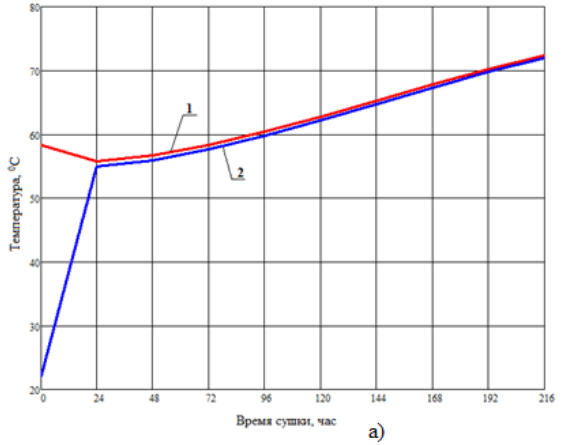


а)

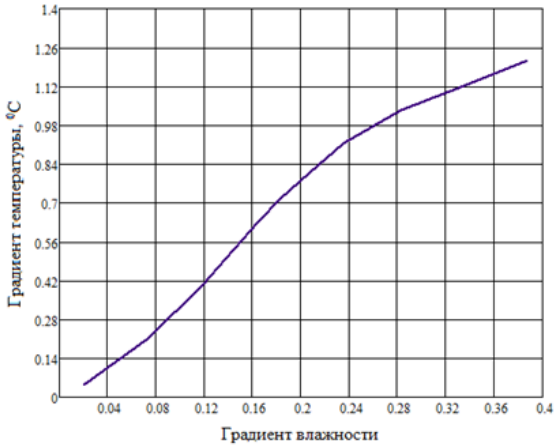


б)

Рисунок 5 – Процесс сушки осциллирующим режимом::
а) среднее значение температуры среды 60 0С;
б) среднее значение температуры среды 70 0С.
1 – влажность на поверхности сортимента;
2 – равновесная влажность древесины.



а)



б)

Рисунок 6 – а) Изменение температуры среды и древесины в камере при сушке мяг-ким режимом:
1 – температура агента сушки, 0С;
2 – средняя температура сохнущего сортимента, 0С.
б) Градиент температуры в функции градиента влажности по сечению сохнущего сортимента (мягкий режим сушки)

Результаты

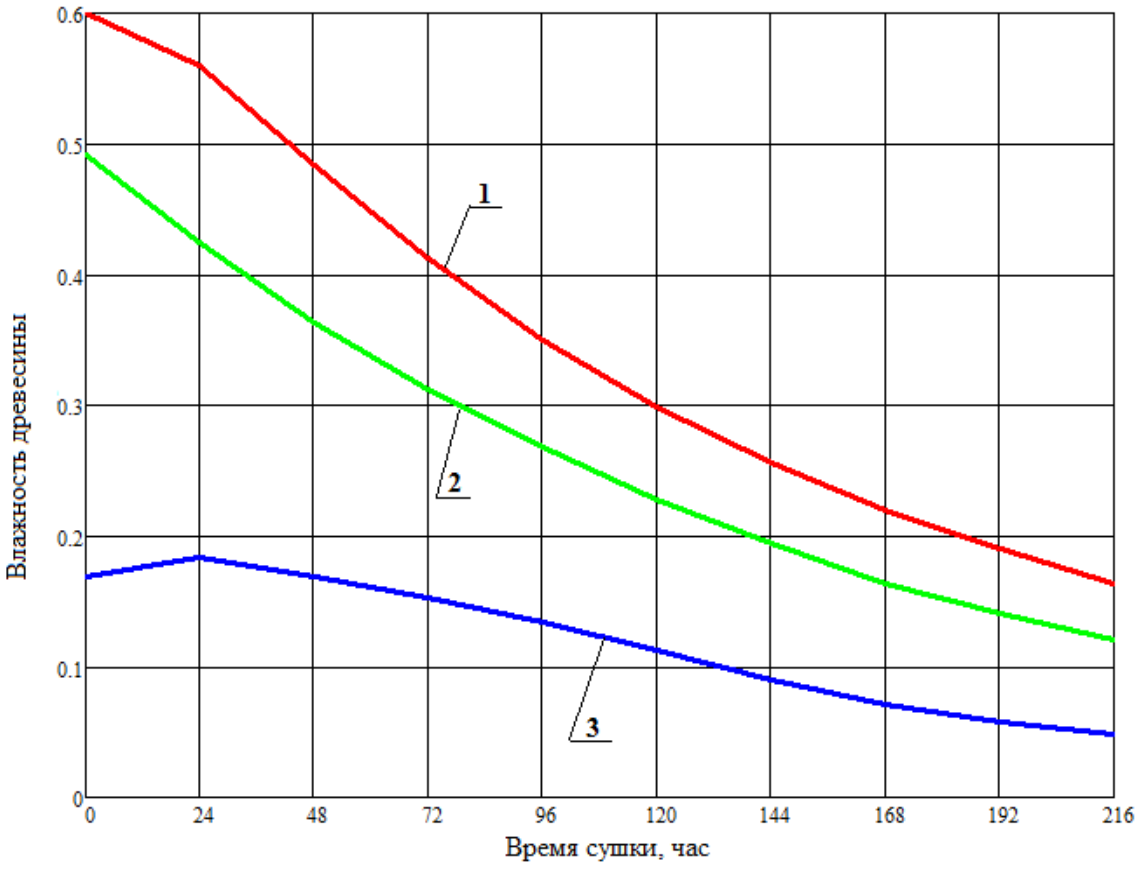


Рисунок 7 – Процесс сушки мягким режимом:
1 – в середине доски; 2 – средняя влажность сортимента; 3 – на поверхности доски.

Выводы

Анализ результатов эксперимента показывает, что:

• изменение температуры древесины во времени при сушке осциллирующим режимом практически повторяет осцилляцию температуры среды (рисунки 1 и 2). Амплитуда осцилляции температуры древесины заметно (на 10 – 20 %) меньше, чем среды, что на наш взгляд, объясняется существенно большей теплоемкостью древесины, а, следовательно, и инерционностью тепловых процессов.

• максимальное значение отрицательных величин градиента температуры составляет 2 – 2,5 ^{0}С, а их суммарная продолжительность составляет от 30 до 40 % общей продолжительности сушки осциллирующим режимом. Это показывает, что параметры данного режима определены весьма точно (рисунки 3 и 4).

• величина положительного градиента температуры при сушке мягким режимом достигает величины 1 ^{0}С и более, что, безусловно, тормозит процесс сушки (рисунок 6 б).

• колебательный характер влажности поверхности древесины (рисунок 5) при сушке осциллирующим режимом свидетельствует, на наш взгляд, о периодическом интенсивном влагоудалении из глубины сортимента за счет работы термовлагопроводности.

• процесс сушки стандартным мягким режимом оказывается практически на 20 % продолжительнее, чем сушка такого же материала осциллирующим режимом.

• натурные лабораторные и промышленные эксперименты [1] подтвердили эффективность применения режимов осциллирующей структуры.

Контакты

Гороховский А.Г.

Уральский государственный лесотехнический университет

E-mail: **gorokhovskyag@m.usfeu.ru**