

3. 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. Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. 336 с.

4. Гороховский А. Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Гороховский Александр Григорьевич. Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. 263 с.

5. Сергеев В. В. Повышение эффективности сушки пиломатериалов в камерах малой мощности : дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Сергеев Валерий Васильевич. СПб. : СПбЛТА им. С. М. Кирова, 1999.

Научная статья  
УДК 674.047

## К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВЛАГООБМЕНА ПРИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Артем Сергеевич Агафонов<sup>1</sup>, Александр Григорьевич Гороховский<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> agafonovas@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> gorokhovskyag@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Приведен обзор общих сведений о процессе влагообмена в древесине. Рассмотрены способы интенсификации сушки древесины.

**Ключевые слова:** влагообмен, конвективная сушка древесины

Scientific article

## ON THE ISSUE OF INTENSIFICATION OF MOISTURE EXCHANGE DURING CONVECTIVE DRYING OF WOOD

Artem S. Agafonov, Aleksandr G. Gorokhovsky

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> agafonovas@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> gorokhovskyag@m.usfeu.ru

**Abstract.** An overview of general information about the process of moisture exchange in wood is given. Methods of intensification of wood drying are considered.

**Keywords:** moisture exchange, convective drying of wood

Сушка влажных материалов (например древесины) или тепло- и влагообмен между высушиваемым пиломатериалом и средой является процессом, в котором существенно изменяются свойства высушиваемого материала. Для интенсивной влагоотдачи с поверхности высушиваемых пиломатериалов необходимо добиться постоянного поступления влаги из центра сортимента. Эта проблема в некоторой степени преодолевается повышением температуры и снижением влажности агента сушки. Однако подобное решение проблемы возможно лишь при учете величины текущей влажности древесины, пороговым значением которой является точка насыщения волокна. Если влажность ниже этой величины, то древесина не содержит свободной влаги. Все полости клеток в этом случае заполнены воздухом. Влага в древесине движется и в виде пара, и в виде жидкости по трём группам влагопроводящих путей [1]:

- 1) в виде жидкости – по непрерывным межмицеллярным капиллярам;
- 2) в виде пара по заполненным воздухом капиллярным каналам, состоящим из последовательных рядов клеточных полостей и пор, перегороженных мембранами;
- 3) в виде пара и жидкости, последовательно переходя из одного агрегатного состояния в другое, – по мицеллярным капиллярам и полостям клеток.

Суммарный количественный эффект, создаваемый этими влагопроводящими путями оценивается величиной коэффициента влагопроводности, который в значительной степени зависит от породы, плотности, особенности строения, влажности и температуры древесины. К технологическим факторам относятся последние два. По имеющимся данным [2] влагопроводность древесины в диапазоне влажности от 5 до 30 % меняется незначительно. В тоже время, интенсивность движения влаги по всем группам влагопроводящих путей в древесине резко увеличивается. Это является результатом значительного повышения интенсивности диффузии водяного пара в воздухе и снижением вязкости жидкой влаги. В древесине при влажности выше точки насыщения волокна может передвигаться только свободная влага в жидкой фазе по системе микроскопических капилляров за счёт разности капиллярных натяжений.

Совершенно другая картина имеет место быть, если часть древесины имеет влажность ниже точки насыщения волокна, что и наблюдается в процессе сушки. В начальный момент сушки испарение влаги происходит лишь из поверхностного ряда клеток. Появляющаяся разность между капиллярными давлениями на поверхности испарения и внутри древесины заставляют свободную влагу из последующих рядов клеток двигаться к поверхности испарения. Далее эта поверхность будет постепенно продвигаться внутрь древесины, а в клетках, расположенных наружу от нее, уста-

новится описанный выше механизм диффузного продвижения влаги по трём группам проводящих путей. Следует отметить, что описанный механизм движения свободной влаги имеет место только при сушке древесины.

Так как при конвективной сушке древесины наружные слои пиломатериала быстро достигают влажности, близкой к равновесной, то интенсивность теплообмена уменьшается. Значение разности температуры по сечению пиломатериала  $\Delta t'$  точно так же уменьшается и к концу следующей ступени находится на уровне 0,2...0,4 °С. Это, в свою очередь, приводит к тому, что во внутренние слои пиломатериала поступает недостаточное количество тепла для фазового перехода воды в пар и процесс сушки заметно замедляется, невзирая на наличие психрометрической разности и то, что влажность внутри материала еще достаточно существенная.

Контролировать разницу возможно, меняя влажность сушильного агента и температуру. Для примера, можно повысить степень насыщенности среды в сушильных камерах, оснащая их разнообразными системами в виде распылителей влаги или устройствами подачи пара в сушильную камеру.

Существуют разные способы интенсификации процесса сушки древесины, в том числе повышение температуры сушильного агента, предварительная обработка пиломатериалов растворами гигроскопических веществ [3] и прочие. Как правило, многие попытки ускорить процесс приводят к снижению качества высушенной древесины. Для повышения качества материала, подвергаемого обработке, необходимо поддерживать относительно высокий уровень влажности сушильного агента в течение всего процесса конвективной сушки в соответствии с равновесной влажностью древесины, то есть непрерывно управлять влагообменом между древесиной и сушильным агентом.

## *Список источников*

1. Шишкина Е. Е. Энергосберегающая технология конвективной сушки пиломатериалов на основе управляемого влагопереноса в древесине : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Шишкина Елена Евгеньевна.. Архангельск : Сев. (Арктический) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2016.
2. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М. : Лесн. пром-сть, 1975.
3. Платонов А. Д. Структура и физико-механические свойства химически обработанной древесины: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Платонов Алексей Дмитриевич. Воронеж, 2006.