

Особенности сушки пилопродукции из древесины ясеня

ЕЛЕНА ПИНЧЕВСКАЯ, СЕРГЕЙ КОМПАНЕЦ, РОСТИСЛАВ ОЛЕЙНИК

Кафедра технологии деревообработки Национального университета биоресурсов и природопользования Украины – НУБП Украины

Abstract: *Sawn ash timber drying specifics.* It is written about the field of use and the structure features of ash, which have an influence on its moisture diffusivity. The results of experimental determination of ash basic density, hygroscopicity limit and moisture diffusion coefficient are given. Using the moisture gradient existing ash drying schedules are compared to determinate the most rational

Keywords: Sawn ash timber, moisture diffusion coefficient, drying schedule, moisture gradient

В структуре заготовки древесины в Украине часть ясеня является небольшой и составляет 2,9 %, вместе с тем изделия из него пользуются спросом. Ограниченность сырьевых запасов этой породы побуждает к более качественной подготовке древесины к обработке, особенно в контексте улучшения процесса сушки.

Древесина ясеня по своим свойствам похожа на древесину дуба, поэтому область их использования почти одинакова. Чаще всего ясень применяют для изготовления мебели, столярных изделий, паркета, строгаемого шпона, спортивного инвентаря и т. д. Такое широкое использование обусловлено качествами древесины: красивой текстурой, высокой прочностью и ударной вязкостью, долговечностью и стойкостью к загниванию. Древесина ясеня хорошо гнется, шлифуется до блеска.

В Украине растет ясень обыкновенный – *Fraxinus excelsior L.*, который занимает 1,4 % площади государственного лесного фонда. Как и дуб, ясень относится к листовенным кольцесосудистым породам, имеет светло-бурое ядро и белую заболонь, приобретающую под воздействием света темно-желтые оттенки. Годовые слои ясеня видно хорошо, а сердцевинные лучи – малозаметны. Именно по этому признаку данную породу отличают от дуба.

Высушивают пилопродукцию из древесины ясеня обычно как в виде обрезных или необрезных досок, так и в виде брусков. Ясень считается трудносохнущей породой, процесс усложняется склонностью древесины к появлению трещин. Сложность удаления влаги из древесины ясеня связана с его анатомическим строением. В отличие от дуба, сосуды ясеня длиной 150...250 мм не имеют перфораций, то есть отверстий с утолщением в местах контакта клеток, из которых построен сосуд. Наличие перфораций в сосудах усиливает их стенки и облегчает движение воды. В ядровой древесине наблюдаются тиллы – вставания клеток паренхимы, которые, попадая в сосуд через окаймленные поры, закупоривают его. Паренхимная ткань образуется полумертвыми запасными клетками, имеющими намного меньшую прочность по сравнению с клетками, выполняющими механическую функцию. Кроме того, она имеет значительно большую величину усушки, что часто приводит к появлению микротрещин. Таким образом, наличие неравномерно распределенной по объему древесной паренхимы негативно влияет на качество сушки материала.

Чаще всего для сушки древесины используют конвективные камеры с разными комбинациями подведения тепла. До введения нового стандарта на режимы сушки высушивание ясеневых пиломатериалов толщиной до 85 мм проводилось по семи

нормальным режимам [1]. За весь период сушки предусматривалось изменение состояния сушильного агента три раза в зависимости от текущей влажности древесины. Переход на каждую следующую ступень осуществлялся при достижении древесиной переходной влажности: сначала – $W_{пер.}=30\%$, а затем – $W_{пер.}=20\%$. Такая трехступенчатая структура режимов была призвана сохранить целостность высушиваемого материала в критические моменты достижения напряжениями величины своего максимума, так как непосредственный контроль изменения внутренних напряжений в древесине во время сушки пока невозможен. Значение переходной влажности зависит от ряда переменных факторов – размеров, начальной влажности пилопродукции и т. д. Поскольку эти зависимости – сложные и недостаточно изученные, то для всех режимов на основе экспериментальных данных и приближенных расчетов были приняты одинаковые усредненные значения.

В 1985 году был введен стандарт [2], согласно которому для сушки древесины ясеня установлены пятиступенчатые нормальные режимы. Изменение параметров режима на каждой ступени осуществляется по фактической влажности древесины: 35, 25, 20 и 15 %.

Упомянутые режимы разработаны на основе теоретических и экспериментальных исследований напряжений и теплофизических характеристик древесины, которые были проведены для основных промышленных пород (дуб, бук, берёза, сосна и т. п.). Для ясеня такие исследования не проводились, поэтому в таблицах режимов он был объединен с другими породами, которые имеют близкую по значению базисную плотность: сначала – с грабом [1], а затем – с ильмом [2]. Это часто вызывало появление дефектов сушки. Поэтому возник вопрос исследования влагопроводности ясеня с целью определения рациональных режимов его сушки.

Ключевым показателем, который определяет длительность сушки, является коэффициент влагопроводности древесины a' , см²/с. Предыдущие исследования показали, что значительное влияние на его величину имеют следующие свойства: порода и плотность, температура, влажность, местонахождение образца в стволе, направление потока влаги относительно волокон. С повышением температуры коэффициент влагопроводности увеличивается за счёт роста коэффициента диффузии водяного пара и снижения вязкости воды в капиллярах. Влияние породы обуславливается особенностями строения клеток и величиной пористости, с повышением которой растёт удельный объём капилляров. Коэффициент влагопроводности ядровой зоны ниже, чем заболони, что объясняется закупоркой окаймленных пор тиллами. Анизотропное строение древесины является причиной неодинаковой влагопроводности древесины в разных направлениях относительно волокон, при этом наибольшая величина коэффициента a' наблюдается вдоль волокон. Поперек волокон он значительно меньше, при этом в радиальном направлении a' выше, чем в тангенциальном, за счёт наличия сердцевинных лучей.

Для определения коэффициента влагопроводности существует несколько методов: стационарного тока влаги, нестационарного тока влаги, опытных сушек, контактного увлажнения. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, но наиболее удобным и эффективным считается последний, поскольку он основан на сходстве перемещения влаги через древесину во время сушки и увлажнения.

В связи с этим нами были проведены эксперименты по определению коэффициента влагопроводности ясеня разной толщины и распиловки при температурах 25°C, 40°C, 60°C и 80°C, которые охватывают широкий диапазон режимов сушки. Для каждой температуры был определен усредненный предел гигроскопичности $W_{н.з.ср.}$ (по массе в абсолютно сухом и максимально увлажненном

состояниях). Обнаружено, что с повышением температуры он снижается от 34,71 % до 28,35 % (рис. 1).

С помощью полученных экспериментальных данных сначала рассчитывался условный, а затем – действительный коэффициент влагопроводности. Было установлено, что с повышением температуры t , °С, коэффициент влагопроводности a' , см²/с, изменяется по логарифмической зависимости:

- для радиального направления:

$$a'_p = (2,1 \cdot \ln t - 5,93) \times 10^{-6},$$

- для тангенциального направления:

$$a'_m = (1,91 \cdot \ln t - 5,54) \times 10^{-6}.$$

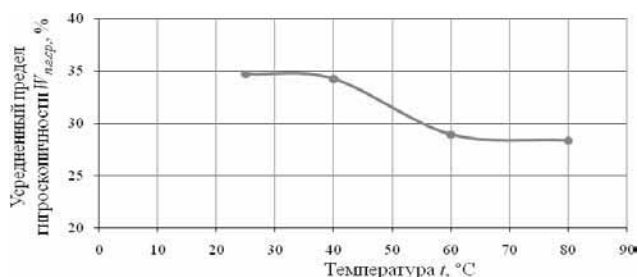


Рис. 1. График зависимости $W_{n,ср.}$ древесины ясеня от температуры

Установлено, что влагопроводность древесины ясеня в радиальном направлении больше в 1,2 раза, чем в тангенциальном.

Средняя базисная плотность, $\rho_6=596$ кг/м³, исследуемых образцов оказалась большей, чем приведенная в литературе [3] для древесины ясеня – $\rho_6=550$ кг/м³. Расхождения свидетельствуют об отличиях между условиями произрастания.

Сравнение полученных экспериментальных данных a' с ожидаемыми для данной базисной плотности (по диаграмме П.С. Сергоского [4]) показало, что фактическая влагопроводность исследованной древесины меньше в среднем на 10 %. Учитывая значительную изменчивость свойств древесины, эта величина может колебаться. Для полного представления о значении коэффициента влагопроводности ясеня следует провести масштабные исследования древесины этой породы, произрастающей на территории Украины.

Основными параметрами, которые характеризуют режимы сушки на разных ступенях, являются температура сухого термометра t , относительная влажность φ сушильного агента, равновесная влажность древесины W_p , значения переходной влажности W_i . Для сравнения режимов между собой по интенсивности удаления влаги из пилопродукции при сушке используют градиент Gr , который определяется по формуле [5]:

$$Gr_i = \frac{W_i}{W_p}$$

где Gr_i – градиент сушки для данной ступени;

W_i – переходная влажность древесины для данной ступени, %;

W_p – равновесная влажность древесины для данной ступени, %.

По его величине можно оценить жесткость того или иного режима: чем выше является Gr , тем более форсированным он является. Когда значение равновесной влажности W_p достигает величины переходной влажности W_i для данной ступени, Gr равен единице – и высыхание древесины прекращается, поскольку достигается состояние гигроскопического равновесия. Поэтому для продолжения процесса удаления влаги параметры сушильной среды – температуру t , относительную влажность φ – нужно поддерживать такими, чтобы равновесная влажность древесины при данных условиях была ниже текущей.

Нами были рассчитаны значения градиентов сушки, Gr , при сушке ясеневых пиломатериалов толщиной 25 мм по разным режимам: 6-А [1], Я2 [2] и Т7-С3 [6]. Графики зависимости соответствующих градиентов от средней текущей влажности древесины изображены на рис. 2.

В рассмотренных режимах сушки пиломатериалов из древесины ясеня используются почти одинаковые диапазоны параметров сушильного агента. Характерным является постепенное снижение Gr от влажности древесины $W_i \geq 40\%$ до влажности, соответствующей пределу гигроскопичности, а затем наблюдается его резкое увеличение,



Рис. 2. Графики зависимости Gr от средней текущей влажности древесины ясеня для разных режимов сушки

которое может быть связано с необходимостью увеличения расходов тепла на удаление связанной влаги. Однако, такой резкий перепад, как у пятиступенчатого режима Я2, является небезопасным, поскольку значительно повышает его жесткость.

Мягче является трёхступенчатый режим 6-А, что дает возможность надеяться получить материал с наименьшими внутренними напряжениями. Но вместе с тем увеличивается длительность и себестоимость процесса сушки.

Режим Т7-С3 характеризуется наиболее низким уровнем температуры агента сушки и более плавным увеличением градиента в диапазоне влажности $W_i=40...20\%$. Такая структура режима способствует достижению лучшего конечного результата в контексте получения более равномерного распределения влаги по объему материала.

После переходной влажности W_i в 15-20 % градиенты всех режимов начинают уменьшаться, достигая в конце процесса почти одинаковых значений.

Из рассмотренных режимов, последний является более щадящим и может быть рекомендован как достаточно эффективный для сушки отечественного ясеня.

REFERENCES:

1. Серговский П. С. 1976: Режимы и проведение камерной сушки пиломатериалов. М.: Лесн. пром-сть. 136 с.
2. Смыка Т. В. 1990: Пиломатериалы, заготовки, деревянные детали. Сборник стандартов. М.: Изд-во стандартов. 464 с.
3. Уголев Б. Н. 2001: Древесиноведение с основами лесного товароведения. Учебник для лесотехнических вузов. М.: Изд-во МГУЛ. 340 с.
4. Серговский П. С. 1975: Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесн. пром-сть. 400 с.
5. Пінчевська О. О. 2010: Прогнозування якості сушіння пиломатеріалів. К.: Аграр Медіа груп. 228 с.
6. Denig Joseph; Wengert, Eugene M.; Simpson, William T. 2000: Drying hardwood lumber. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–118. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 138 p.

Streszczenie: *Specyfika procesu suszenia tarcicy jesionowej.* Artykuł prezentuje specyfikę drewna jesionowego i jej wpływ na przewodność wody. Zaprezentowano wyniki analizy gęstości, higroskopijności i współczynnika przewodności wody. Obecne procedury suszenia tarcicy jesionowej zostały porównane z użyciem gradientu wilgotności, w celu ustalenia najlepszej.

Corresponding authors:

Olena Pinchewska, Sergey Kompanetz, Rostislaw Olejnik
Department of Wood Processing
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, vul. Geroiv Oborony 15, 03041, Ukraine
OPinchewska@gmail.com