

## ИССЛЕДОВАНИЕ УБЫЛИ ВЛАГИ ДУБОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ СУШКЕ ВАКУУМ-ИМПУЛЬСНЫМ СПОСОБОМ

Быкова Е. Л., Тракало Ю. И.

*ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37), e-mail: rublevas@mail.ru*

Проблема снижения продолжительности сушки с сохранением качества пиломатериалов является актуальной. Для сушки пиломатериалов наряду с конвективной применяют специальные способы, где сушка происходит значительно быстрее. Наиболее затруднительной является сушка твёрдолиственных пиломатериалов. При этом требуется много времени на сушку, а качество сухого пиломатериала значительно снижается. В данной статье приведены исследования дубовых пиломатериалов вакуум-импульсным способом, который можно отнести к специальному способу сушки. Приведена методика определения убыли влаги из опытных дубовых образцов. Представлена схема экспериментальной установки, где подробно описано применяемое оборудование. Учитывались следующие параметры пиломатериала: начальная влажность, масса образцов в первоначальном состоянии и масса образцов после сушки, время нахождения образцов в экспериментальной установке. Полученные результаты исследований выявили закономерность убыли влаги из опытных образцов за сравнительно небольшой промежуток времени наряду с традиционными способами сушки.

Ключевые слова: сушка пиломатериалов, убыль влаги, продолжительность сушки, вакуум-импульсный способ, конвективная сушка, начальная влажность, масса образцов, экспериментальная установка, твёрдолиственные пиломатериалы, дубовые пиломатериалы.

## STUDY ATTRITION DRY OAK TIMBER IN DRYING VACUUM IMPULSE WAY

Bykova E. L., Trakalo Y. I.

*The Ural State Forest Engineering University, Russia, Yekaterinburg, e-mail: art-sit@yandex.ru*

The problem of reducing the drying time maintaining the quality of the sawn timber is up to date. For drying timber along with convective apply special methods, where drying takes place much faster. The most difficult is the drying of hardwood lumber. This requires a lot of time for drying, and the quality of dry lumber is significantly reduced. This article discusses the analysis of oak lumber vacuum-pulse method, which can be attributed to a special method of drying. The technique of definition of a loss of moisture from experienced oak samples. Presents a schematic of the experimental setup, where the described equipment. Taken into account the following parameters timber: initial moisture, the mass of the samples in the original condition and weight of the samples after drying, the time the samples in the experimental setup. Results of the research revealed regularity loss of moisture from the prototypes for a relatively short period of time along with the traditional drying methods.

Keywords: wood drying, decrease in moisture, duration of drying, vacuum-pulse method, convective drying, initial moisture, weight of samples, experimental installation, hardwood lumber, oak saw-timbers.

### Введение

В современных условиях производства изделий из древесины существует реальная потребность в получении сухого, качественного пиломатериала. В условиях рыночной экономики и существующей конкуренции заказчика интересует как высокое качество сухого пиломатериала, так и быстрота процесса сушки. Поэтому в настоящее время наряду с конвективным способом применяются и специальные, например: вакуум-импульсный способ. Сушка вакуум-импульсным способом позволит обеспечить быстрый процесс сушки

по сравнению с конвективной сушкой в 10–15 раз с сохранением качества пиломатериала [1]. При этом речь также идёт о снижении энергозатрат на сушку, что также обеспечивает существенные преимущества данного способа сушки древесины [1].

В связи с этим в Учебном научно-производственном центре университета были проведены исследования по изучению вакуум-импульсной сушки на примере дубовых пиломатериалов.

### **Материал и методы исследования**

Сушка твёрдолиственных пиломатериалов [2], и в частности дуба, в промышленных условиях производится в соответствии с руководящими техническими материалами (далее РТМ) [5]. Продолжительность сушки дубовых пиломатериалов, особенно толстых сортиментов, составляет по расчётам РТМ до нескольких месяцев (например, дубовый пиломатериал сечением 75x180 мм, высушиваемый нормальным режимом до конечной влажности 8 %, сушится примерно 86 суток, что ориентировочно составляет 3 месяца). Предлагаемый вакуум-импульсный способ сушки позволит сократить продолжительность сушки того же сортимента сечением 75x180 мм до нескольких часов по сравнению с конвективным способом.

При этом необходимо отметить также, что дубовые пиломатериалы не только долго сохнут, но и подвержены больше, чем хвойные пиломатериалы, образованию трещин в связи со сложным строением.

Это определило актуальность в проведении лабораторных исследований при сушке дубовых пиломатериалов с целью определения убыли влаги и возможной дальнейшей разработке режимов сушки. Тем более что общепринятые режимы сушки в вакуум-импульсных камерах для сушки твердых лиственных пиломатериалов не представлены.

### **Результаты исследования**

Особенность вакуум-импульсного способа сушки древесины заключается в том, что удаление влаги происходит сбросом давления при довольно низких температурах [1]. Циклы нагрева и сброса давления чередуются, глубина вакуума увеличивается. При этом пиломатериал во время сушки находится в среде насыщенного пара. Благодаря этому влага из пор древесины удаляется в основном в виде тумана с возможным фазовым переходом [1].

Именно принцип чередования циклов *прогрев – вакуум – атмосферное давление – импульс* применялся в проведенных исследованиях.

Для проведения лабораторных исследований была использована экспериментальная установка, в которую входит вакуумный сушильный шкаф (1), манометр (2), емкость с сорбентом (3), вакуумный насос (4), ресивер (5).

На рис. 1 представлена структурная схема лабораторной сушильной установки.

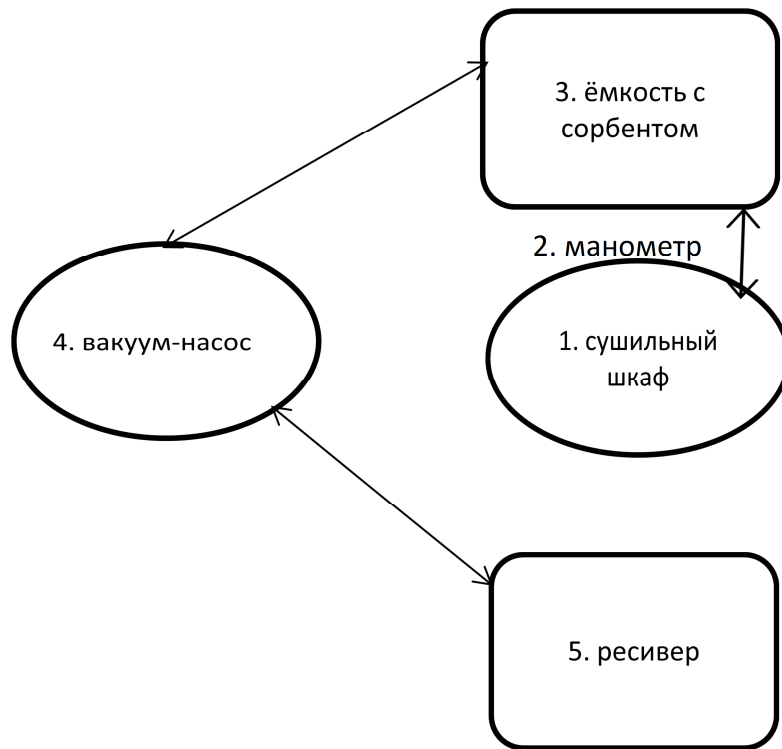


Рисунок 1. Схема лабораторной сушильной установки



Рисунок 2. Экспериментальная установка

1 – сушильный шкаф; 2 – манометр; 3 – ёмкость с сорбентом; 4 – вакуум-насос; 5 – ресивер.

Опытные образцы помещались в вакуумный сушильный шкаф (1), который представляет собой теплоизолированный контур, внутри которого установлен электрокалорифер. Движение воздуха организовано по принципу естественной циркуляции агента сушки. Дверь шкафа герметична за счет вакуума, создаваемого внутри в процессе сушки. Температура сушильного агента регулируется электронным измерителем терморегулятором, встроенным в корпус камеры. Начальная влажность пиломатериала измерялась влагомером ИВ-1 [3].

Регулирование атмосферного давления в камере производится манометром (2) ВПЗ-УУ2 с пределом измерения до 1 МПа.

При сушке пиломатериалов образуется большое количество пара, которое необходимо удалить из камеры. Для этого за сушильным шкафом предусматривается

емкость с силикогелем. Он способен поглощать излишки жидкости, поступающие из камеры в виде нагретого пара, что также было зафиксировано при сушке опытных образцов дуба. Вакуумирование пиломатериала обеспечивалось с помощью вакуум-насоса GLLtd, 4,66 CFM(4), который соединяется со шкафом прорезиненным шлангом. Ресивер позволяет создать импульс.

Принцип работы установки заключается в следующем: сушильный шкаф прогревается при  $t=60^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут. Затем проводится выдержка пиломатериала в вакууме в течение 15 минут (в дальнейшем продолжительность всех последующих операций будет составлять 15 минут). Для этого включается вакуум-насос, который углубляет воздействие вакуума в древесине, давление в камере доводится до 0,8 МПа (давление поддерживается на уровне 0,8 МПа в течение всего процесса сушки). Затем путем открывания клапана за сушильным шкафом проводится операция выдержки при атмосферном давлении. Следующая операция – создание импульса и выдержка образцов. После импульса образцы снова выдерживаются при атмосферном давлении.

Для определения убыли влаги опытные образцы перед сушкой и после окончания процесса взвешивались на лабораторных весах с точностью до 0,001 гр. Определение убыли влаги определяли по формуле

$$M = M_{\text{н}} - M_{\text{к}}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{н}}$  – масса образца в первоначальном состоянии, гр.;

$M_{\text{к}}$  – масса образца после сушки, гр.

Результаты опытных сушек представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты опытных вакуум-импульсных сушек образцов породы дуб

Номер образца	Параметры сушки		Масса образца, гр.			Количество циклов сушки <sup>***</sup>
	t, °C	P, МПа	M <sub>н</sub>	M <sub>к</sub>	M <sub>н</sub> -M <sub>к</sub>	
1	60	0,8	118,41	110,03	8,38	11
2	60	0,8	110,78	102,62	8,16	11
3	60	0,8	100,75	92,3	8,45	13
4	60	0,8	96,29	88,66	7,63	13
5	60	0,8	141,48	132,85	8,63	6
6	60	0,8	143,40	134,03	9,37	6
7	60	0,8	111,60	105,68	5,92	4

8	60	0,8	108,22	102,51	5,71	4
9	60	0,7	121,32	106,32	15	7
10	60	0,7	127,13	111,26	15,87	7
11	60	0,7	143,35	136,43	6,92	6
12	60	0,7	134,915	128,08	6,83	6

\*\*\* – 1 цикл: атмосферное давление – вакуум – атмосферное давление – импульс,  
 $M_H$  – масса образца в первоначальном состоянии,  
 $M_K$  – масса образца после сушки.

В таблице 2 представлены изменения влажности опытных образцов.

Таблица 2. Изменение влажности опытных образцов

Номер образца	Параметры сушки		Влажность образцов, %		Количество циклов сушки ***
	t, °C	P, МПа	$W_H$	$W_K$	
1	60	0,8	18,2	9,72	11
2	60	0,8	18,1	9,27	11
3	60	0,8	15,3	2,76	13
4	60	0,8	17,5	5,33	13
5	60	0,8	17,6	7,5	6
6	60	0,8	20,38	8,6	6
7	60	0,8	13,5	5,59	4
8	60	0,8	14	5,57	4
9	60	0,7	12,38	7,57	7
10	60	0,7	7,9	4,3	7
11	60	0,7	17,9	6,4	6
12	60	0,7	16,8	5,8	6

Согласно полученным результатам (по данным таблицы 1) в процессе опытных сушек наглядно наблюдается изменение массы представленных образцов, а это в свою очередь демонстрирует реальную убыль влаги из древесины.

Режимом сушки называется расписание параметров по времени или по другим параметрам (например, по влажности) [5]. Согласно этому в табличных значениях РТМ параметрами режима сушки является: температура, психрометрическая разность, относительная влажность воздуха.

В связи с этим полученные данные исследований позволяют учитывать в дальнейшем первый режимный параметр сушки – температуру, которая составляет по опытным сушкам 60 °С.

В соответствии с РТМ [5] рациональным считается режим, применение которого обеспечивает наименьшую продолжительность процесса сушки и его экономичность при сохранении целостности сортиментов, заданной прочности и других естественных свойств древесины.

В результате продолжительность сушки опытных образцов дубовых пиломатериалов незначительная, что подтверждается опытными данными, и при этом целостность опытных образцов сохраняется.

### **Заключение**

Проведенные лабораторные исследования показывают, что в процессе вакуум-импульсной сушки дубовых образцов убыль влаги происходит значительно быстрее, чем при конвективном способе сушки [3,4].

Следовательно, полученные результаты лабораторных исследований позволят в дальнейшем выбрать режимы сушки для твердого листового пиломатериала породы дуб в условиях вакуум-импульсной сушки, которые смогут обеспечить наименьшую продолжительность сушки при сохранении качества пиломатериала.

### **Список литературы**

1. Голицын В. П. Технология и оборудование вакуум-импульсной сушки и пропитки древесины. – Барнаул: Изд-во ООО «Акция-Информ-Плюс», 2006. – 333 с.
2. ГОСТ 2695-83. Пиломатериалы лиственных пород. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 13 с.
3. ГОСТ 16588-91. Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 13 с.
4. Лыков А. В. Теория сушки. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1967. – 599 с.
5. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. – Архангельск, 2000. – 119 с.

### **Рецензенты:**

Старжинский В. Н., д.т.н., кафедра охраны труда Уральского государственного лесотехнического университета, г. Екатеринбург.

Уласовец В. Г., д.т.н., профессор кафедры механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета, г. Екатеринбург.