

Измеряемые параметры:  
температура от  $-30$  до  $+80$   $^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ;  
влажность от  $0$  до  $100$   $\% \pm 2\%$ .

Уставки:

- по температуре: верхняя – нет, нижняя – нет,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- по влажности: верхняя – нет, нижняя – нет,  $\%$

Организация «Уралтрансстрой»  
Исполнитель В.П. Агапов

Тип автономного регистратора: RHT  
Зав. номер 36. Дата изготовления: 28.02.2011 г.

## Библиографический список

1. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 400 с.
2. Селюгин Н.С. Сушка древесины / Н.С. Селюгин. – Ленинград: Гослестехиздат, 1940. – 547 с.
3. Кречетов И.В. Сушка древесины / И.В. Кречетов. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 439 с.
4. Агапов В.П. Описание полезной модели к патенту РФ 39938 / В.П. Агапов, А.Г. Гороховский.

УДК 674.047; 630.847

**В.П. Агапов**

(УралНИИПДрев, г. Екатеринбург, РФ), agapov.v.p@lenta.ru

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ВОЗДУХА С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

### IMPROVED METHOD OF AIR PREPARING WITH SPECIFIED PARAMETERS IN WOOD DRYING CAMERA

*Описан способ, позволяющий, применяя известные операции: нагрев, и увлажнение воздуха, и вентиляцию сушильной камеры, – повысить качество сушки древесины и экономить тепловую энергию.*

*Method which can improve quality of wood drying and economize on energy using air heating, air humidifying, ventilation is shown.*

Из проведенного анализа [1] традиционного способа управления сушильной камерой известно, что каждая технологическая операция: нагрев, увлажнение воздуха и вентиляции сушильной камеры – действует одновременно на температуру и влажность воздуха. Поэтому независимое регулирование температуры и влажности воздуха не может быть эффективным. Необходимо вести связанное регулирование. Как это необходимо делать, рассмотрим на отдельных примерах. Эти примеры соответствуют определенным этапам сушки древесины.

1. Совершенствование способа подготовки воздуха при прогреве пиломатериала в начале сушки. Для этого обратимся к *Id*-диаграмме прогрева древесины, изображенной на рисунке 1. Требуется нагреть воздух от исходной температуры  $T_1$  до заданной температуры  $T_2$ . При этом психрометрическая разность должна соответствовать заданной

траектории, отображенной на рисунке 1 линией 1-2. На этом и других рисунках использованы следующие сокращения в обозначениях:  $V$  – увлажнение воздуха паром;  $H$  – нагрев воздуха;  $B$  – вентиляция сушильной камеры;  $I$  – испарение влаги из древесины.

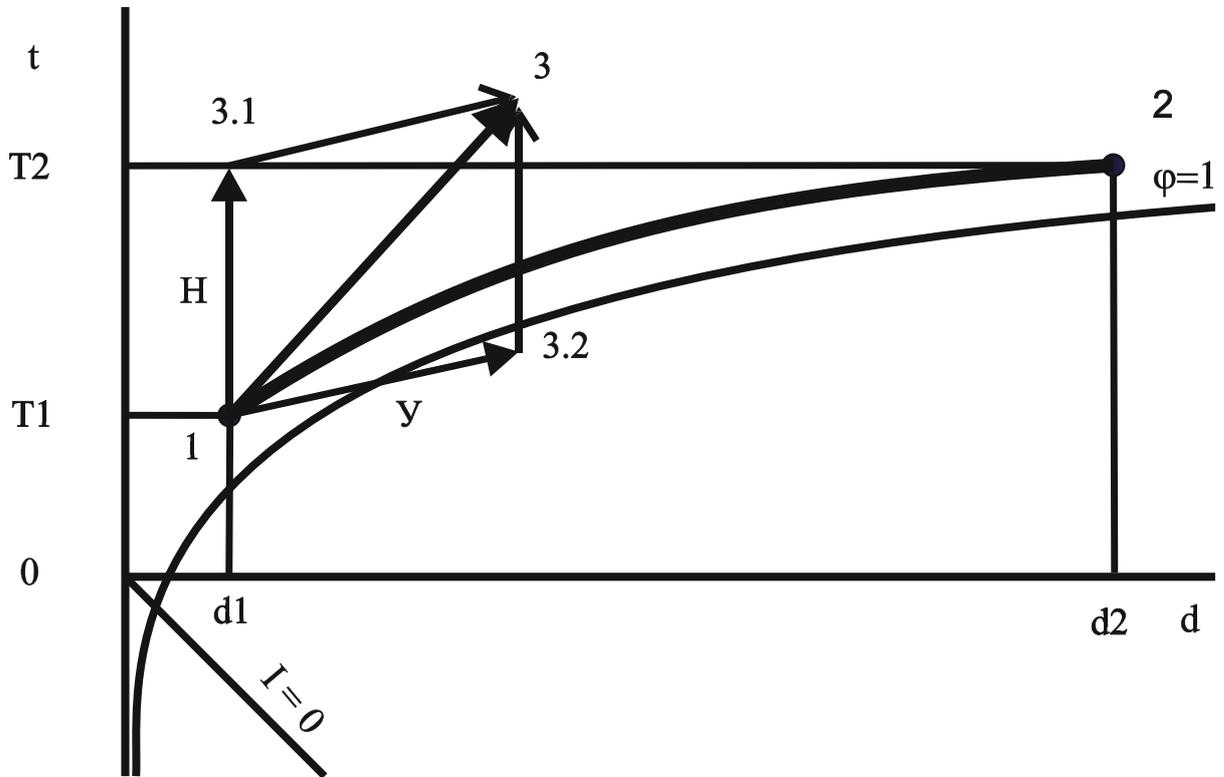


Рис. 1. Прогрев древесины традиционным способом

Согласно традиционному способу управления сушильной камерой [2] включается нагрев и увлажнение воздуха паром. Проанализируем происходящие при этом изменения параметров воздуха. Из диаграммы видно, что увлажнение воздуха паром  $U$  увеличивает температуру и уменьшает психрометрическую разность воздуха. Нагрев  $H$  увеличивает температуру и психрометрическую разность. В результате сложения векторов  $H$  и  $U$  психрометрическая разность воздуха превышает заданную величину (точка 3 выше заданной траектории 1-2). Это опасно для древесины, т.к. может вызвать образование поверхностных трещин.

Для получения требуемых параметров следует (рис. 2) сначала производить только увлажнение воздуха паром. При этом пар снижает психрометрическую разность, нагревает воздух и прогревает древесину. Увлажнение воздуха необходимо вести до тех пор, пока психрометрическая разность не станет ниже задания – линии 2-3. После этого необходимо прекратить увлажнение и производить нагрев воздуха. Нагрев продолжает повышать температуру и увеличивает психрометрическую разность воздуха. Прекратить нагрев необходимо тогда, когда психрометрическая разность превысит задание.

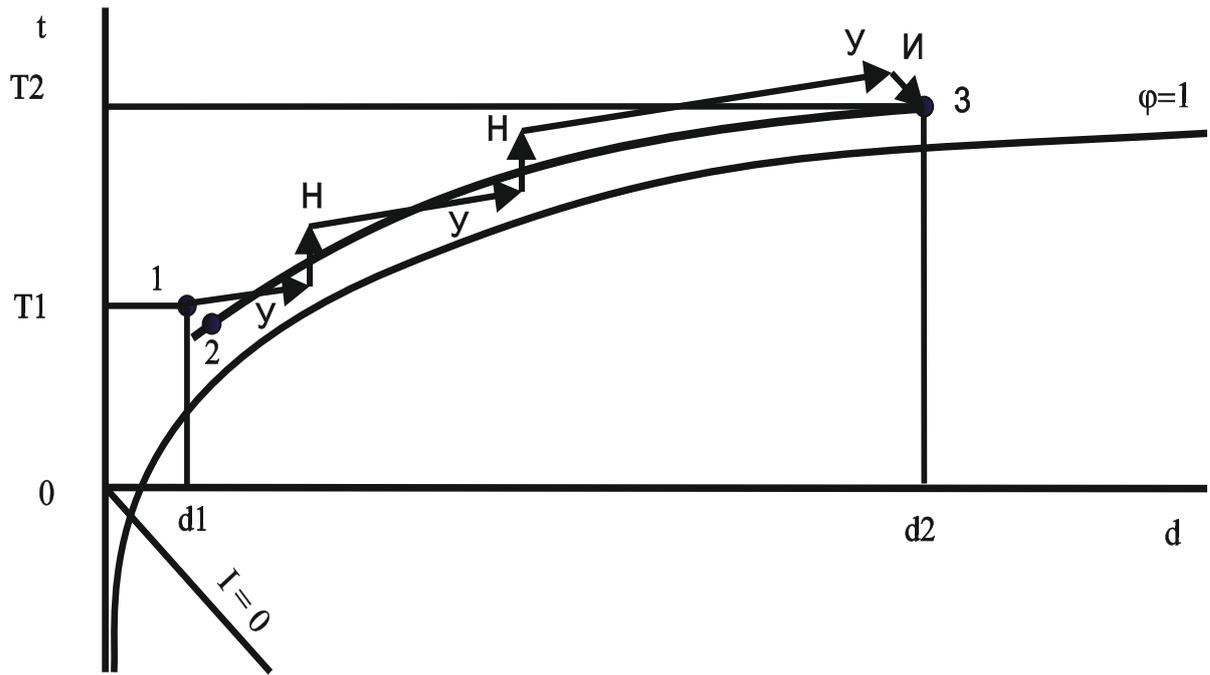


Рис. 2. Прогрев древесины новым способом

Затем необходимо начать снова увлажнение воздуха паром. Увлажнение необходимо вести до тех пор, пока психрометрическая разность не станет ниже задания. Чередование увлажнения паром и нагрев воздуха необходимо продолжать до тех пор, пока температура воздуха не превысит задание  $T_2$ .

В случае, когда и температура, и психрометрическая разность воздуха больше заданной величины, необходимо выключить и нагрев  $H$ , и увлажнение воздуха  $U$ . За счет испарения влаги из древесины (вектор  $I$ ) происходит уменьшение температуры и психрометрической разности воздуха, т.е. параметры воздуха изменяются в нужном направлении.

Из рисунка 2 видно, что при прогреве древесины данным способом обеспечиваются изменения параметров воздуха по заданной траектории, т.е. воздух нагревается от исходной температуры  $T_1$  до заданной температуры  $T_2$  при соблюдении заданной психрометрической разности.

2. Совершенствование способа подготовка воздуха при переходе на следующую ступень режима сушки. Обратимся к рисунку 3 и с его помощью проанализируем происходящие изменения параметров воздуха. Требуется изменить параметры воздуха от исходного состояния (точка 1) в новое состояние (точка 2), т.е. увеличить температуру и психрометрическую разность воздуха.

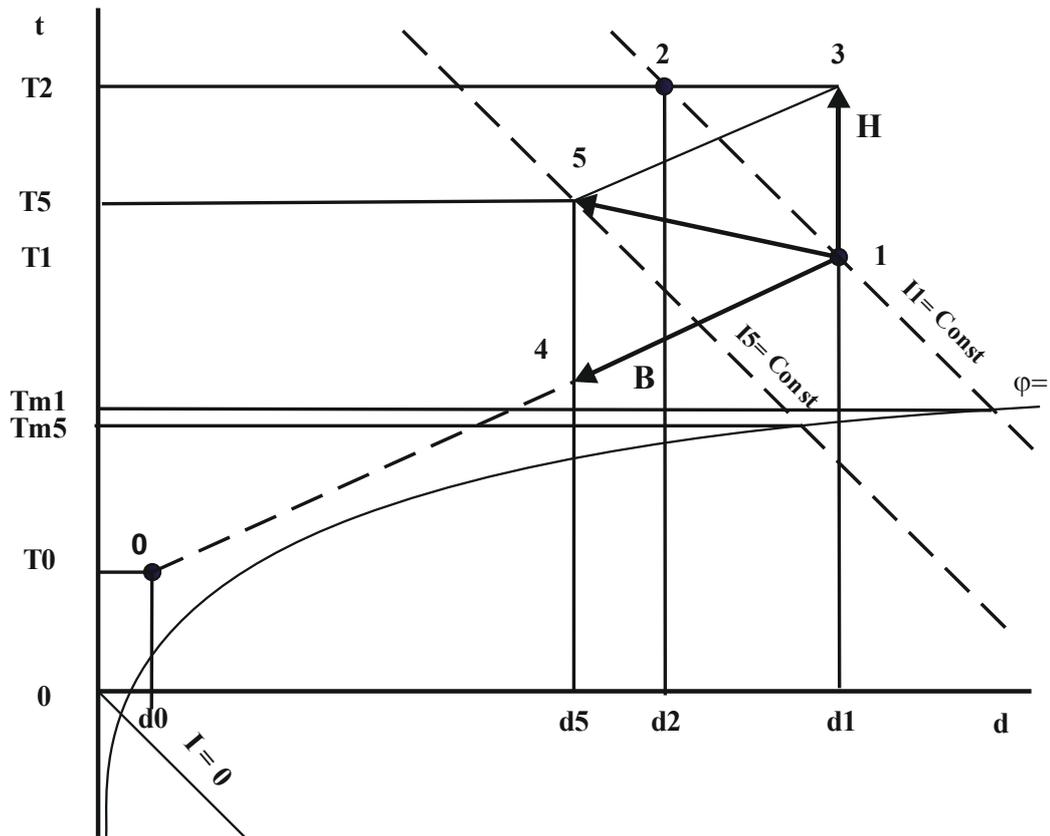


Рис. 3. Переход на следующую ступень режима сушки традиционным способом

Согласно традиционному способу производится одновременно нагрев (вектор  $H$ ) и вентиляция сушильной камеры (вектор  $B$ ). Нагрев увеличивает температуру и психрометрическую разность воздуха. Это полностью соответствует требуемым изменениям параметров воздуха. Вентиляция камеры уменьшает температуру и психрометрическую разность воздуха. Это противоположно требуемым изменениям параметров воздуха. В результате суммарный вектор 1-5 не ведет параметры воздуха в заданную точку 2.

Происходит впуск в сушильную камеру холодного наружного воздуха (точка  $O$ ), его нагрев до температуры  $T5$  и выброс снова на улицу. Это ведет к перерасходу тепловой энергии, снижению темпа нагрева воздуха сушильной камеры и скорости сушки древесины. В результате возрастает стоимость сушки.

Из приведенного анализа следует, что в рассматриваемом случае нужно вести нагрев без вентиляции сушильной камеры. Нагрев необходимо вести до тех пор, пока температура не превысит задание. После этого необходимо прекратить нагрев и произвести вентиляцию сушильной камеры. Вентиляцию необходимо производить до тех пор, пока температура воздуха не будет ниже задания. После этого необходимо прекратить вентиляцию и начать нагрев воздуха. Нагрев необходимо вести до тех пор, пока температура не превысит задание. Таким образом, необходимо продолжать чередование нагрева воздуха и вентиляции камеры до тех пор, пока температура воздуха и психрометрическая разность не превысят задание.

Протекающие при этом изменения параметров воздуха отображены на рисунке 4. Из рисунка видно, что при переходе описанным способом с одной ступени на следующую заданная психрометрическая разность обеспечивается в основном за счет нагрева воздуха. Приток в сушильную камеру наружного воздуха минимален. Этим обеспечивается ускорение выхода на новые заданные параметры воздуха, снижение до минимума расхода тепловой энергии на нагрев наружного воздуха и снижение стоимости сушки.



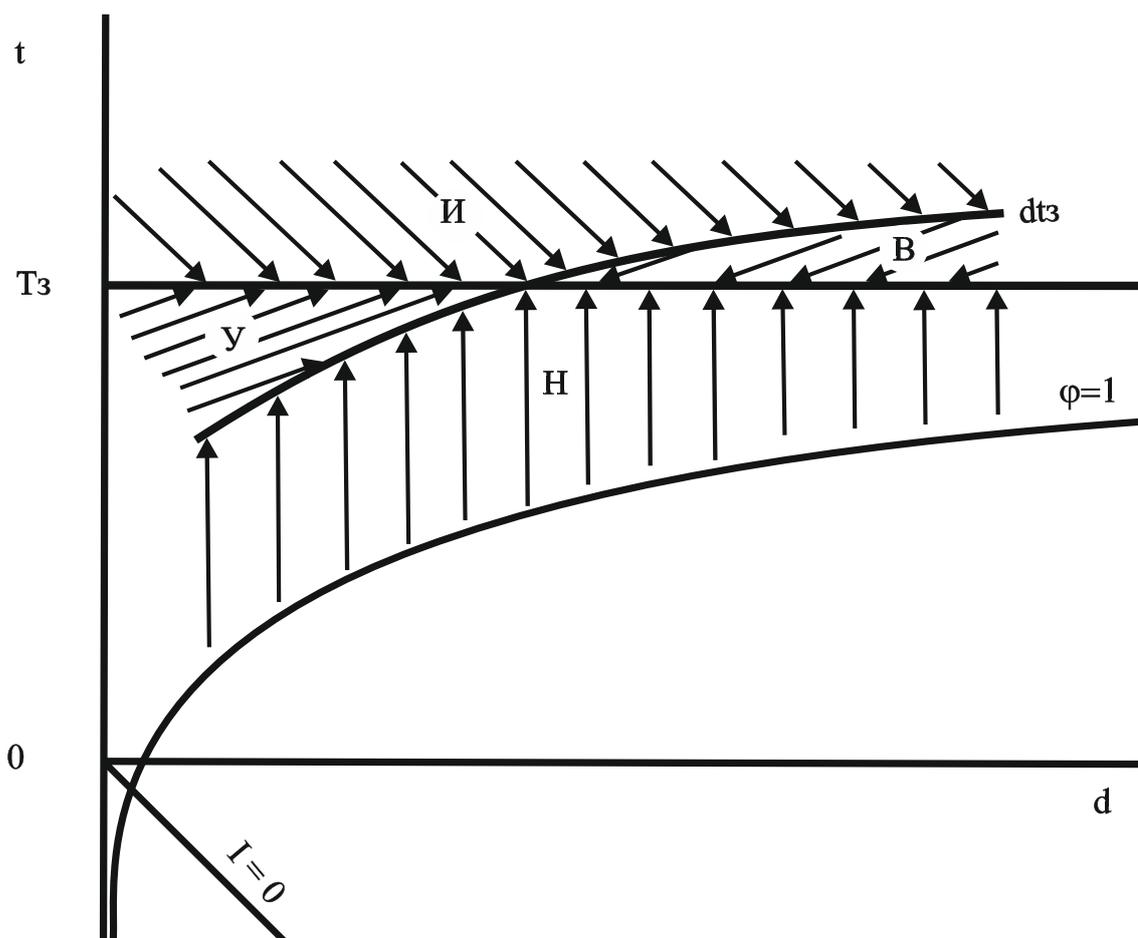


Рис. 5. Графическое представление нового способа управления сушильной камерой ( $T_z$  – заданная температура,  $d_{tz}$  – заданная психрометрическая разность)

Из рисунка 5 следует, что при управлении сушильной камерой по данному способу достичь заданных параметров воздуха возможно всегда. При этом исключен перерасход тепловой энергии на нагрев избыточно впускаемого наружного воздуха. В результате обеспечиваются условия для получения высокого качества сушки древесины со снижением ее стоимости.

#### Библиографический список

1. Агапов В.П. Исследование стандартного способа получения в лесосушильной камере воздуха с заданными параметрами: доклад на 9-м Междун. евразийском симпозиуме, 23–26 сентября 2014 / В.П. Агапов. – URL: [http://symposium.forest.ru/article/2014/2\\_tehnology/pdf/Agapov2.pdf](http://symposium.forest.ru/article/2014/2_tehnology/pdf/Agapov2.pdf).
2. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 400 с.
3. Регулятор процесса сушки РОСА-2: описание экспоната междун. выставки «Лесдревмаш-79». Советский раздел. – Москва: ВНИПИЭИлеспром, 1979.
4. Агапов В.П. Изготовить экспериментальный образец программного регулятора процесса сушки древесины по ее текущей влажности «Прогресс» и провести экспериментальные исследования: отчет СвердловНИИПДрев по теме № 27 / В.П. Агапов. – IV.27.81. – Свердловск, 1981. – 35 с.