

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМ – ИМПУЛЬСНОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА

Описана технология вакуум-импульсной сушки древесины дуба и даны рекомендации по ее совершенствованию.

Принцип удаления влаги в вакуумных сушилках, практически не отличается от механизма в конвективных камерах при атмосферном давлении. Основное отличие в том, что процесс вакуумирования происходит при более низкой температуре и большей скорости массопередачи, что, в результате, снижает энергозатраты на сушку. На сегодня такие затраты - это единственный и самый объективный показатель эффективности работы сушильного оборудования.

Механизм вакуум-импульсной сушки принципиально отличается от камерной вакуумной сушки.

Отличительным является нагрев древесины в герметичной, изолированной от атмосферы камере сушки, поскольку в других способах и конструкциях нагрев древесины производят в сушильной камере, соединённой с атмосферой, не учитывая, что теплоемкость пара воды значительно выше теплоемкости воздуха. В результате, данная технологическая операция приводит к увеличению времени нагрева и удлинения всего процесса сушки.

Ключевые слова: конвективные сушильные камеры, вакуумная сушилка, вакуум-импульсная сушка, скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, сушка сосновых пиломатериалов, глубокая пропитка древесины, механизм удаления свободной и связанной влаги, механизм вакуум импульсной сушки.

В деревообрабатывающей промышленности наиболее широко распространены камерные конвективные сушильные камеры, механизм сушки древесины в которых изучен очень детально и подробно описан в литературе. В последние десятилетия расширяется сфера применения различных вакуумных сушилок для сушки древесины. Принцип удаления влаги в вакуумных сушилках, практически не отличается от механизма в конвективных камерах при атмосферном давлении. Основное отличие в том, что процесс вакуумирования происходит при более низкой температуре и большей скорости массопередачи, что, в результате, снижает энергозатраты на сушку. На сегодня такие затраты - это единственный и самый объективный показатель эффективности работы сушильного оборудования.

По сравнению с другими сушильными установками, по своим низким удельным тепловым затратам на сушку, резко выделяется оборудование и способ импульсной сушки пиломатериалов. Учитывая неизбежные тепловые потери реального технологического процесса сушки в промышленном сушильном оборудовании, можно смело утверждать, что эта разница еще больше. Проверка электрических средств контроля и измерения государственными лабораториями энергонадзора, большой набор статистических данных показали полную достоверность полученных результатов. Объяснение данному факту может быть только одно: процесс сушки происходит со значительной долей удаления влаги в виде жидкой фазы (тумана) без ее испарения. Данный факт подтверждается незначительным нагревом ресиверов и сборника, в которых улавливается основная масса жидкости в процессе сушки.

Существенными отличительными признаками данного сушильного оборудования и способа сушки древесины от всех существующих, является скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, которое осуществляется при помощи ресивера, быстродействующих клапанов и трубопроводов, диаметр которых рассчитывается по

уравнению, полученному авторами на основании законов теоретической физики и экспериментальных результатов.

Сушка сосновых пиломатериалов в различных камерных конвективных и вакуумных сушилках хорошо отработана и при сушке пиломатериала толщиной от 25 до 50 мм не бывает особых трудностей. Основными их недостатками являются высокие энергозатраты и длительное время сушки, например, для сосны – 12 суток. Увеличение толщины пиломатериала до размеров бруса 150 x 100 мм и 150 x 150 мм значительно увеличивает время сушки и, самое главное, не обеспечивает их качественных показателей по геометрии и наличию трещин сушки. В реальности это делает сушку бруса в конвективной сушильной камере невозможной. Уменьшение времени сушки за счет увеличения температуры сушки приводит к еще большему короблению, неравномерности влажности по толщине пиломатериала и по высоте расположения в сушильной камере, появлению внутренних напряжений. Применение нижеописанного способа и оборудования импульсной сушки практически полностью устраняет недостатки конвективных и вакуумных камерных сушилок.

Механизм вакуум-импульсной сушки принципиально отличается от камерной вакуумной сушки.

Основные преимущества: низкая энергоемкость - энергозатраты на сушку в два раза ниже теоретических; малая длительность процесса сушки (от 15 до 24 часов), а отсюда и высокая производительность при малом объеме загрузки сушильных камер; обеспечение высокого качества сушки материала; не требует замораживания больших оборотных средств.

Еще одним из важных преимуществ является возможность совместно с сушкой проводить глубокую пропитку древесины летучими и труднолетучими антисептиками и антипиренами.

Существенными отличительными признаками данного сушильного оборудования и способа сушки древесины от всех существующих является скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, которое осуществляется при помощи ресивера, быстродействующих клапанов и трубопроводов.

Необходимо пояснить, что равновесное давление водяного пара образовавшегося в процессе сушки древесины при данной температуре, следует понимать как равенство давлений пара внутри древесины и давления пара в свободном объеме сушильной камеры, при котором уже не происходит извлечения влаги из древесины. Это равновесное состояние зависит от температуры внутри камеры и от температуры древесины.

Механизм воздействия вакуумного импульса на удаление свободной и связанной влаги древесины состоит из следующих периодов:

Первый период - предварительный прогрев материала до заданной температуры сушки.

Второй период - удаление свободной влаги древесины с начальной до 30%. В этом случае циклы нагрева и вакуумирования древесины в сушильной камере идентичны. В ресивере и сушильной камере циклы изменения давления также абсолютно идентичны.

Переходный период – снижение влажности древесины с 30% до 25- 24%, завершение удаления свободной влаги, начало удаления влаги капиллярной конденсации и влаги полимолекулярной адсорбции, начало процесса поверхностной усушки, проведение процесса пропарки-пропитки. Это один из наиболее ответственных этапов.

В этом случае:

- а) возрастает время прогрева материала до заданной температуры,
- б) возрастает градиент температуры во время вакуумного импульса,
- в) резко уменьшается равновесное давление насыщенного пара воды древесины,
- г) происходит усушка поверхностных слоев древесины, поэтому, чтобы не допустить усушку выше допустимых пределов ее деформации, проводится пропарка-пропитка поверхностных слоев древесины на глубину 2 - 4 мм., приводящая к раскрытию

пор на поверхности древесины. Это приводит к резкому возрастанию давления пара связанной влаги до давления пара свободной влаги и ускорению процесса сушки.

Третий период-удаление связанной влаги с 24-25% до 8%, т.е. осмотической, полимолекулярной адсорбции. Этот период характерен в начальной стадии увеличением времени прогрева древесины, градиента температуры при вакуумировании и последующим уменьшением этих параметров к концу периода. Очень показательным и характерно уменьшение равновесного давления насыщенного пара древесины, которое характеризует абсолютное влагосодержание древесины и является истинным критерием ее влажности.

Заключительный период – кондиционирование. Процесс включает пропарку-пропитку поверхностных слоев, выравнивание влажности по толщине пиломатериала и снятие внутренних напряжений, полученных в результате усушки древесины и неравномерной влажности.

Реальный технологический процесс сушки пиломатериала сосны толщиной 50 мм вместе с предварительным прогревом не превышает 24 часов.

Загрузка второй камеры сушки и включение ее в работу обеспечивает синхронность операции: первая камера-сушка; вторая камера-нагрев и т.д.

Постоянная выдержка при вакуумировании, независимо от уровня влагосодержания, обеспечивает активированную диффузию влаги из объема древесины к ее поверхности и зависит от ее физико-химических свойств: плотности, капиллярности и др. В дальнейшем процесс удаления связанной влаги при контроле по заданной температуре, саморегулируется. Аналогично происходит сушка древесины других хвойных пород.

Отличительным, существенным, по нашему мнению, является и нагрев древесины в герметичной, изолированной от атмосферы камере сушки, поскольку в других способах и конструкциях нагрев древесины производят в сушильной камере, соединённой с атмосферой, не учитывая, что теплоемкость пара воды значительно выше теплоемкости воздуха. В результате, данная технологическая операция приводит к увеличению времени нагрева и удлинения всего процесса сушки.

Библиографический список

1. Голицын В. П. Технология и оборудование вакуум-импульсной сушки и пропитки древесины; Барнаул. Изд. ООО «Акция-Информ-Плюс», 2006. 333 с.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. Архангельск, 2000. 119 с.
3. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев М.: Лесная промышленность, 1987. 360с.