

Обоснование использования вакуум - импульсной сушки древесины

Зубов Д. М. – аспирант, Хамитова Л. В. – магистр, Тракало Ю.И. – доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

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 время 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.

Grounds for the use of pulse-vacuum wood drying

D.M. Zubov (Post-Graduate Student), L.V. Khamitova (Master of Science),

Yu.I. Trakalo (Assistant Professor)

FGBOU VPO "Ural State Forestry Engineering University"

The concept of moisture removal in vacuum driers doesn't much differ from the mechanism of convective chamber under standard pressure. The main difference is that the vacuumization process occurs under lower temperature and higher mass transfer, resulting in lower power consumption for drying. Today, this consumption is the only and the most objective efficiency factor for drying equipment.

The mechanism of vacuum-pulse drying differs fundamentally from vacuum chamber drying.

Wood heating in a hermetic drying chamber isolated from the atmosphere is the distinctive feature of this mechanism, as for other methods and systems, wood heating takes place in a drying chamber connected to the atmosphere without taking into account that the steam heat capacity is much higher than the air heat capacity. As a result, this technological operation leads to the increase in the time of heat and overall drying process.

Keywords: convective drying chambers, vacuum dryer, vacuum-pulse drying, high-speed vacuumization of free room of drying chamber, pine carving wood drying, deep wood impregnation, removal mechanism of free and bound moisture, mechanism of vacuum-pulse drying.

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 объёме 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 характерным является 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 время нагрева и удлинения всего процесса сушки.

Библиографический список

1. Голицын В. П. Технология и оборудование вакуум-импульсной сушки и пропитки древесины. – Барнаул: Изд-во ООО «Акция-Информ-Плюс», 2006. – 333 с.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. – Архангельск, 2000. – 119 с.
3. Б.Н. Бобкова– “Способ импульсно–вакуумной сушки строительных материалов“, 26.08.81 г.
4. Молокеев В.А., Абрамов Я.К., Терентьев С.Г. Патент № 2056602 “Способ сушки древесины“, 01.09. 1994 г.

Bibliography

- 1 . Golitsyn of Accusative. Technology and equipment of vacuum and pulse drying and wood impregnation. – Barnaul: JSC Aktion-Inform-Plus publishing house, 2006. – 333 pages.
- 2 . Leading technical materials on technology of chamber drying of wood. – Arkhangelsk, 2000. – 119 pages.
- 3 . B.N. of Bobkova-"Way of pulse and vacuum drying of construction materials", 26.08.81.
- 4 . Molokeev V.A. Abramov YA.K. Terentyev S.G. Patent No. 2056602 "Way of drying of wood", 01.09. 1994.