

Ш. Р. Мухаметзянов, А. З. Каримов, Р. Р. Сафин,
М. К. Герасимов

ИССЛЕДОВАНИЯ ВАКУУМНО-ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

Ключевые слова: вакуум-осциллирующая сушка, пиломатериал, установка.

Разработана установка для вакуумно-осциллирующей сушки с тепловым насосом. Проведены исследования по сушке пиломатериалов в осциллирующем режиме.

Keywords: vacuum-oscillating drying, lumber, installation.

Vacuum-oscillating drying installation with heat pump is developed. The research of drying of wood material in oscillating mode has been carried out.

Введение

Установка вакуумно-осциллирующей сушки и гидратации предназначена для ускоренной и щадящей переработки древесных и коллоидных материалов, а также для разделения многокомпонентных жидкостей. В процессе обработки обеспечивается автоматическое поддержание заданного режима по температуре и вакууму [1].

Принцип работы основан на передачи тепловой энергии обрабатываемому телу с помощью теплового насоса.

Применение вакуума обеспечивает высокое качество продукта при одновременном снижении продолжительности процесса в 4-6 раз, приводит к снижению энергозатрат и позволяет отказаться от использования дорогостоящего пара, а также упрощает управление процессом [2].

1. Устройство установки для вакуумно-осциллирующей сушки с тепловым насосом

Экспериментальная установка (рис.1) работает следующим образом. Первоначально проверяется работа всех отдельных частей сушильной установки. Исследуемые образцы древесины укладываются в камерах сушки в виде штабеля с прокладками. При этом с целью предотвращения интенсивного удаления влаги с торцов древесины последние закрашиваются быстросохнущей краской. Для замера температуры в центре образца, в него вводят одну из хромель-копелевых термопар, другая регистрирует температуру поверхности материала. Значения указанных температур автоматически регулируются. Далее камеры герметизируются с помощью крышек. Включением нагревательной плиты с жидкостным теплоносителем 8 происходит нагрев образца в верхней камере. При необходимости включается плита с электрообогревом. Прогрев древесины продолжается до тех пор, пока температура внутри образца не достигнет заданного значения. При этом фиксируется время прогрева материала. После прогрева верхняя камера подвергается вакуумированию и выдержке до остывания

пиломатериала. Во время вакуумирования верхняя камера нижняя камера подвергается нагреву, который после сменяется вакуумированием.

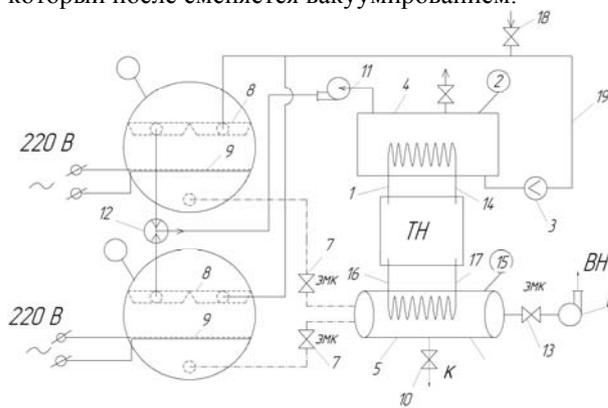


Рис. 1 - Схема установки вакуумно-осциллирующей сушки с тепловым насосом

Вакуумно-осциллирующую сушку проводят до тех пор, пока влагосодержание пиломатериалов не достигнет заданного конечного значения (6%). После завершения процесса сушки древесины корпуса камер разгерметизируют.

Также установка обладает функцией программирования терморегулятора. 4-х разрядный цифровой индикатор в режиме РАБОТА отображает значение измеряемой величины, а в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ – значение программируемых параметров прибора.

2. Анализ исследований на вакуумно-осциллирующей установке с тепловым насосом

С целью исследования процесса сушки были построены зависимости влажности от времени для серий режимов сушки в вакуумно-осциллирующей установке.

Анализируя графики можно увидеть что в сериях с режимами осциллирующей сушки эффективными циклами являются с нагревом до 40-50 С с последующим вакуумированием до 40 – 60 кПа. Значения влагосодержания падают до 18,6 – 19,3 % в течении 4 – 4,5 часов.

В серии по 12 часов наиболее эффективными показали себя режимы проходившие в постоянном разряжении, где влагосодержание в материале достигло минимального значения 4,8 %. Однако более резкий сьем влаги наблюдался в режиме со стационарным вакуумом, где нагрев происходил по 2 часа за цикл.

Проведенные экспериментальные исследования по вакуумно-осциллирующей сушке на установке указали на необходимость регулирования глубины вакуума при удалении связанной влаги, т.е. при влажности материала ниже предела гигроскопичности (30%). Это объясняется невозможностью кипения связанной влаги и, как следствие, отсутствием процесса молярного переноса влаги. Поэтому существенное понижение давления на этой стадии приводит к интенсивному испарению влаги с поверхностных слоев, что при сушке толстых пиломатериалов вызывает большой перепад влажности по толщине и, как следствие, развитие внутренних напряжений выше допустимых пределов [4]. С этой целью были построены зависимости величины влагосъема от времени и остаточного разряжения (рис. 2).

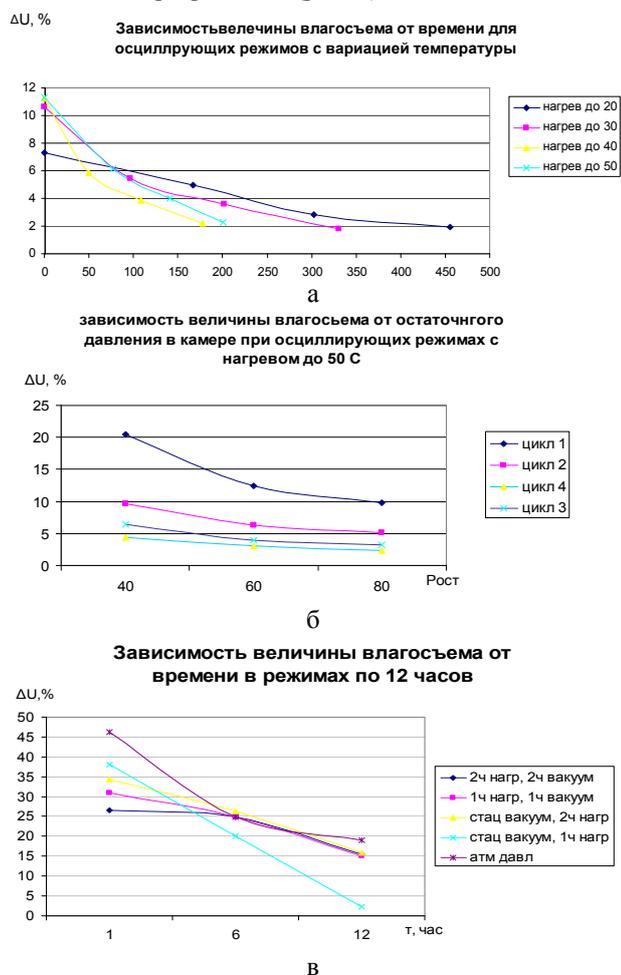


Рис. 2 - а – зависимость влагосъема от времени для осциллирующих режимов с вариацией температуры; б – зависимость влагосъема от остаточного разряжения в камере при осциллирующих режимах с нагревом до 50 С; в – зависимость величины влагосъема от времени в режимах по 12 часов

При снижении остаточного давления в аппарате влагосъем возрастает более чем в 2 раза в первом цикле. Это объясняется возникновением значительных градиентов температуры и давления по сечению материала и, как следствие, увеличением плотности потока влаги к поверхности тела [3]. При достижении предела гигроскопичности влагосъем резко сокращается вследствие отсутствия в древесине свободной влаги.

3. Проведение эксперимента для разделения бинарных смесей в вакуум-осциллирующей установке

Для начала следует пояснить, что в пищевой промышленности применение вакуума необходимо не только для снижения расходов на электроэнергию, но и для сохранения качества продукта. Создавая вакуум, мы понижаем температуру кипения летучих соединений, при этом пониженная температура практически не влияет на свойства биологически активных веществ. Температура в камере должна быть не более 30°C.

Для получения оптимального результата следует придерживаться следующих требований:

- Температура воздуха в помещении не менее 18°C и не более 25°C;
- рабочая камера установки должна быть теплоизолирована;

Таким образом, если придерживаться описанных выше требований, то в результате вакуумирования бинарных смесей при низких температурах можно достичь оптимальных результатов. В частности, создавая вакуум на уровне 0,1 кгс/см² при температуре 29-30°C, из смеси этилового спирта и воды (с концентрацией этилового спирта в смеси 20 % об.) можно отделить до 14-15 % об. этилового спирта.

Заключение

Экспериментальные исследования позволили выявить наиболее эффективные режимы вакуум-осциллирующей сушки с конденсационным оборудованием. Анализ полученных результатов показал, что наибольший влагосъем с сохранением качественных характеристик материала достигается при нагреве до 50С с последующим вакуумированием до 40 кПа.

Исследование стадии вакуумирования показало, что величина влагосъема в первом периоде сушки зависит от остаточного давления в камере, в то время как во втором периоде скорость удаления влаги определяется процессами внутреннего тепломассопереноса. Поэтому, с целью предотвращения разрушения материала или его деформации, скорость понижения давления над поверхностью материала должна быть соразмерна со скоростью релаксации давления в зоне испарения. Продолжительность стадии вакуумирования должна лимитироваться определенной величиной градиента температуры по

толщине образца, до которой выдерживается материал при пониженном давлении.

Данная работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации

Литература

1. Галяветдинов Н.Р., Сафин Р.Г., Иманаев Р.М. , Исследование процессов совмещенной сушки-пропитки массивных капиллярно-пористых коллоидных материалов / Вестник Казанского государственного технологического университета, Казань, 2006 г., № 6, ч. II. С. 78-85. /
2. Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Р., Сафин Р.Г. , Математическая модель конвективной сушки коллоидных капиллярно-пористых материалов при давлении ниже атмосферного (статья) // Вестник Казанского государственного технологического университета. Казань. - 2005. - №1. - С. 266-273. /
3. Р.Г. Сафин, Перспективы развития лесопромышленного комплекса республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ / Р.Г. Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. №3. С. 22-27.
4. Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Галяветдинов Н.Р., Валиев Ф.Г., Экспериментальные исследования осциллирующей сушки древесины в гидрофильных жидкостях / Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2008 г. – Т. 51. Вып. 12. – С. 104-106. /
5. Сафин Р.Р., Сафин Р.Г., Юнусов Л.Р., Ахметова Д.А. , Вакуумно-кондуктивная сушка капиллярнопористых коллоидных материалов с периодическим подводом тепловой энергии / Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2007 г. – Т. 50. Вып. 11. – С. 88-89.

© **Ш. Р. Мухаметзянов** – асп. каф. АрД КНИТУ; **А. З. Каримов** – студ. КНИТУ; **Р. Р. Сафин** - д-р техн. наук, проф., зав. каф. АрД КНИТУ, joker775.87@mail.ru; **М. К. Герасимов** - д-р техн. наук, проф. каф. ОПШ КНИТУ.