

Введение Установка вакуумно-осциллирующей сушики 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 сушики с тепловым насосом

Экспериментальная установка (рис.1) работает следующим образом. Первоначально проверяется работа всех отдельных частей сушильной установки. Исследуемые образцы древесины укладываются в камерах сушики 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 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 верхней камеры нижняя камера подвергается нагреву, который после сменяется вакуумированием. Рис. 1 - Схема установки вакуум-осциллирующей сушики с тепловым насосом

Вакуумно-осциллирующую сушику проводят до тех пор, пока влагосодержание пиломатериалов не достигнет заданного конечного значения (6%). После завершения процесса сушики 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 вакуум-осциллирующей установке с тепловым насосом

С целью исследования процесса сушики были построены зависимости влажности от времени для серий режимов сушики в вакуум-осциллирующей установке. Анализируя графики можно увидеть что в сериях с режимами осциллирующей сушики 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). а б в 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 30оС. Для получения оптимального результата следует придерживаться следующих требований:

- Температура воздуха в помещении не менее 18оС и не более 25 оС;
- 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 29-30оС, 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.