

УДК 536.48

П.В. Бохан, асп., АНК “Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова” НАН Беларуси

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕРМОСИФОНОВ

Кондуктивный способ сушки пиломатериалов на сегодняшний день не находит столь широкого применения, как традиционный воздушно-конвективный, однако он позволяет получать пиломатериал более высокого качества.

Существующие сушильные установки не соответствуют требованиям сегодняшнего дня. Вакуумно-кондуктивные сушилки пиломатериалов выпускают фирмы Bollman, Hilderbrand (Германия), Segomak (Италия), Vacutherm (США).

Основные преимущества кондуктивных сушильных установок в том, что нагревается только штабель пиломатериалов, но не вся сушилка; пиломатериал зафиксирован между панелями, что значительно уменьшает деформацию.

Основными недостатками являются большая масса нагревательных панелей, усложнение коммутационной схемы установки, необходимость обеспечения принудительной циркуляции теплоносителя и неравномерность температурного поля на нагревательных поверхностях.

Лаборатория пористых сред АНК ИТМО разработала несколько вариантов тепловых панелей для вакуумно-кондуктивных сушилок, конструкция которых лишена этих недостатков. Нагревательные панели выполнены на основе термосифонов.

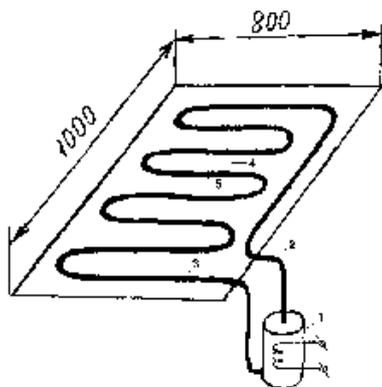


Рис 1

На рис. 1 представлен кольцевой термосифон, выполненный в виде герметически закрытого вакуумированного объема, внутри которого содержится теплоноситель. Термосифон осуществляет передачу тепла от испарителя (1) к конденсатору (3), выполненному в данном случае в виде змеевика, приваренного к нагревательной панели. Рабочая жидкость-теплоноситель испаряется благодаря подводу теплоты (ПТ) в испарителе, в виде пара движется по паропроводу (2) в конденсатор, где конденсируется с отводом теплоты на холодных стенках и в виде капельной жидкости возвращается по конденсаторопроводу в испаритель.

При этом движущей силой, побуждающей движение паровой фазы, является разность давлений пара в испарителе и конденсаторе. Термосифон обладает свойством саморегулирования: на участке поверхности конденсатора, имеющем самую низкую температуру сконденсируется наибольшее количество пара и тем самым устраняется неравномерность температуры поверхности панели и степени прогрева высушиваемого материала. Кольцевой термосифон работает при условии, что обеспечивается высота столба жидкости H , достаточная для компенсации перепада гидравлического давления при прохождении паровой фазы по каналу термосифона.

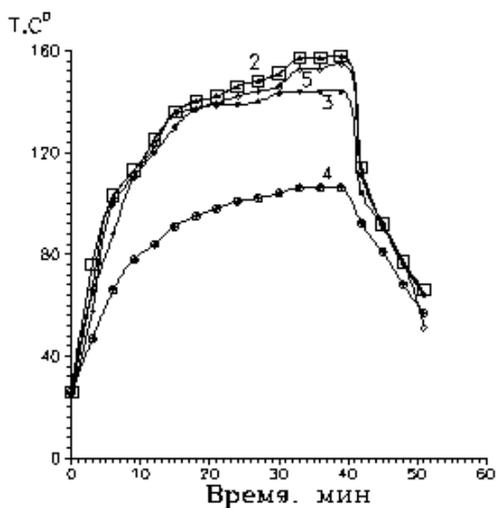


Рис. 2

незначительно ниже температура на выходе из конденсатора (3), где почти все сечение термосифона заполнено капельной жидкостью. Практически достигнута изотермичность нагревательного контура, вместе с тем, температура на поверхности панели между коленами термосифона ниже почти на 40 °С. Вывод: нагревательная панель данной конструкции позволяет осуществлять сушку насыпных или кусковых материалов при их перемешивании. Контактная сушки древесины требует создания нагревательных панелей значительных геометрических размеров с возможно меньшей неравномерностью распределения температуры по поверхности.

В рамках выполнения этой задачи нами разработаны, изготовлены и испытаны нагревательные панели из алюминиевых сплавов на основе термосифонов различной конфигурации.

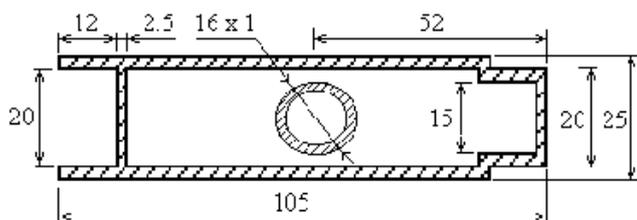


Рис. 3

центральной трубкой, ацетон нагревается, кипит и испаряется со свободной поверхности жидкости, а затем конденсируется на внутренней поверхности профиля. Термосифон обладает свойством саморегулирования: на участке поверхности конденсатора, имеющем самую низкую температуру сконденсируется наибольшее количество пара и тем самым устраняется неравномерность температуры поверхности панели и степени прогрева высушиваемого материала. Таким образом, реализуется принцип термосифона - паровой камеры, обеспечивающий максимальную изотермичность поверхности панели.

Эксперименты выполнялись на стенде с замкнутым водяным контуром с циркуляционным насосом, ротаметром для определения расхода воды (1.2 л/мин) и водогрейным электрическим котлом (подводимая мощность около 1 кВт).

На рис. 4 представлено температурное поле, снятое на поверхности нагревательной панели, содержащей 15 элементов длиной 1,4 м. Температура измерялась контактным термометром в нескольких точках по длине каждого из 15 элементов панели, а также на входе и выходе теплоносителя из нее. Выносными линиями показана последовательно-

Очевидно, что такой термосифон является удобным и надежным теплопередающим устройством, благодаря простоте конструкции и замкнутому циклу работы. Обеспечивается интенсивный перенос теплоты за счет испарения и конденсации малого количества вещества, что выгодно отличает термосифон от водяных циркуляционных теплообменных систем.

Принцип действия термосифона известен довольно давно. Наши усилия были сконцентрированы на увеличении ресурса работы и достижении изотермичности поверхности конденсатора.

На рис. 2 представлен график изменения температуры во времени для нескольких точек контура. Очевидно, что значения температуры испарителя, паропровода (линия 2) и конденсатора (5) практически идентичны,

На рис. 3 представлен поперечный разрез элемента, из которого состыкована нагревательная панель. Отрезок плоского алюминиевого профиля заполнен на 1/3 объема ацетоном, по оси проходит алюминиевая трубка с первичным теплоносителем - горячей водой или паром. Находясь в контакте с

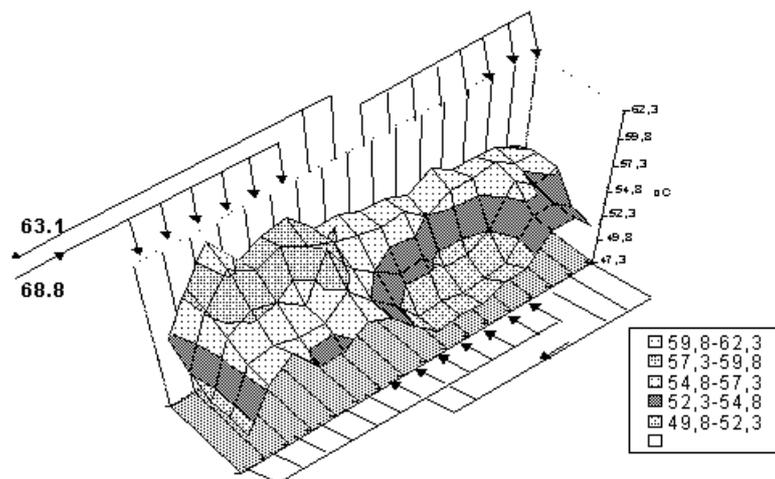


Рис. 4

нагревательных панелей размером 1.4 x 1.5 и 0.8 x 3 м. Построены графики динамики разогрева тепловой панели при различных углах наклона, расходе и температуре первичного теплоносителя, температуре окружающей среды и различных уровнях тепловой нагрузки.

На основе таких нагревательных панелей в лаборатории разработана и изготовлена установка вакуумно-кондуктивной сушки древесины. Выполнены эксперименты с пиломатериалами различных пород, опилками, легнином, получены высококачественные пиломатериалы при потреблении энергии на уровне лучших мировых аналогов.

Таким образом, нагревательные панели на основе принципа действия термосифона с паровой камерой — современной и высокоэффективное устройство для кондуктивной сушки пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горяев А.А. Сушка древесины и снижение ее энергоемкости / Обзорная информация-М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984. 92 с
2. Л.С. Пиоро и И.Л. Пиоро “Двухфазные термосифоны и их применение в промышленности. - Киев: Наука и применение, 1988. 130 с.

параллельная схема подключения элементов по первичному теплоносителю, обеспечивающая наиболее равномерный прогрев панели. На панели находился слой влажных опилок толщиной 10 мм.

Из рис. 4 видно, что 70% площади поверхности панели имеют температуру 54.8 ± 2.5 °С, что удовлетворяет технологическим требованиям к высококачественной сушке древесины.

Изготовлены и испытаны несколько вариантов