

ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СУШКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Марущак А.С., асп., Жерносек С.В., к.т.н., доц.,
Ольшанский В.И., к.т.н., проф.**

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. *Статья посвящена исследованию процесса сушки капиллярно-пористых многокомпонентных материалов с применением акустических колебаний кавитационного спектра. Описывается интенсификация технологического процесса сушки исследуемых материалов за счёт ультразвукового воздействия.*

Ключевые слова: сушка, ультразвуковые колебания, композит, кавитация, капиллярно-пористые материалы.

Композиционный материал или композит – многокомпонентный материал, изготовленный из двух или более компонентов с различными физическими и/или химическими свойствами, которые, в сочетании, приводят к появлению нового материала с характеристиками, отличными от характеристик отдельных компонентов. При этом отдельные компоненты остаются таковыми в структуре композитов, отличая их от смесей и твёрдых растворов. В составе композита принято выделять матрицу и наполнитель. Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Многие композиты превосходят традиционные материалы по своим механическим свойствам и в то же время они легче. Использование композитов обычно позволяет улучшить характеристики изделий, снижая себестоимость производства [1].

В процессе сушки происходит регулируемое улучшение физико-механических свойств, что позволяет получать необходимые потребительские свойства капиллярно-пористых композиционных материалов.

Под ультразвуковой сушкой понимают удаление влаги из материала под влиянием интенсивных акустических колебаний. В значительной мере эффективность ультразвуковой сушки связана с ускорением процессов теплообмена в ультразвуковом поле. При этом высушиваемый материал подвергается со стороны газовой среды воздействию ультразвукового поля с уровнем интенсивности 145 дБ. Механизм воздействия упругих волн на влагу зависит от агрегатного состояния материала, его влажности, размера частиц высушиваемого материала, типа связи влаги с ним и характеристик акустического поля. При очень высоком влагосодержании многокомпонентных материалов имеет место механическое удаление влаги. Это происходит вследствие дробления капель при возникновении у поверхности материала сильных акустических потоков и появления капиллярных волн. Механическое воздействие зависит от интенсивности акустической волны, сильно возрастающая при увеличении ее уровня выше 165 дБ, наиболее сильно оно проявляется в пучностях скорости стоячей волны, где акустические потоки максимальны.

При умеренной влажности композиционных материалов (10–70 %) воздействие акустических колебаний на процесс сушки проявляется с высокой и малой степенью интенсификации на первой и второй стадии, соответственно.

Первая стадия, характеризующаяся постоянной скоростью сушки, отличается тем, что удаляемая с поверхности высушиваемого материала влага непрерывно восполняется поступающей из его внутренних слоев. Скорость сушки определяется в этой стадии градиентом концентрации жидкости в диффузионном пограничном слое. Под воздействием ультразвука процесс испарения жидкости с поверхности резко ускоряется, поскольку во влажной поверхности возникают акустические потоки, вызывающие деформацию диффузионного пограничного слоя, при этом слой становится тоньше, градиент концентрации растёт, что и приводит к ускорению удаления влаги с поверхности. Существенное влияние акустических потоков в первый период сушки связано с относительно малой толщиной их пограничного слоя.

Вторая стадия сушки, обозначаемая обычно как период падающей скорости,

характеризуется малой влажностью материала и слабым поступлением жидкости изнутри, в связи с чем не восполняется ее убыль на поверхности и воздействие акустических колебаний сводится к увеличению коэффициента диффузии жидкости в результате ее нагрева при поглощении ультразвука внутри материала [2].

Для проведения исследований были выбраны материалы, производимые ООО «Акотерм Флакс», Витебская область, Оршанский район, пос. Ореховск. Этот материал изготавливается из льна, полиэфирных и смешанных регенерированных волокон путем прессования разогретых составляющих.

Для исследования процесса сушки были выбраны пробы материалов согласно ГОСТ [3] размерами 100x100 мм. Климатические параметры лаборатории по ГОСТ [4]. Процесс пропитки материалов осуществлялся 10 % раствором поливинилацетата, с последующим отжимом через валки до достижения равновесного влагосодержания 205–215 %.

Сушка проводилась на установке, описанной в статье [2] при мощности ультразвука 90 Вт. Изменение влагосодержания образцов определялось весовым методом. Полученные кривые влагосодержания для различных частот ультразвука показаны на рисунке 1.

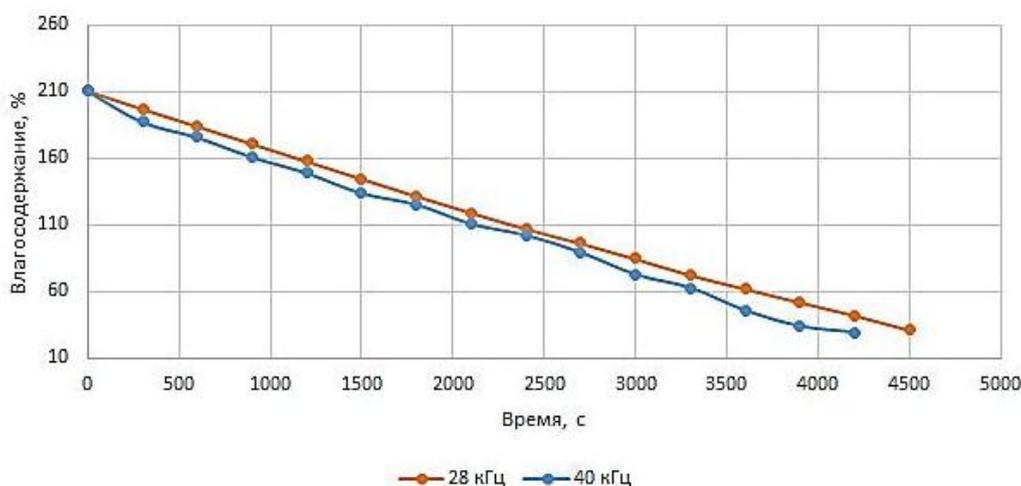


Рисунок 1 – Изменение влагосодержания для исследуемого материала

Для упрощения расчётов дифференциальных уравнений тепломассопереноса применяется теория регулярного режима. Основным признаком регулярного режима для процесса сушки является зависимость:

$$-\frac{d\bar{u}}{d\tau} = m_u (u_0 - \bar{u}) \quad (1)$$

где $d\bar{u}/d\tau$ – скорость убыли влагосодержания, m_u – темп убыли влагосодержания в материале. u_0, \bar{u} – начальное и текущее влагосодержание материала.

Величина m_u играет центральную роль в теории регулярного режима и определяется экспериментально при построении зависимости [5]:

$$m_u = \frac{\ln(W_0 - W_2) - \ln(W_0 - W_1)}{\tau_2 - \tau_1} \quad (2)$$

Применяя теорию регулярного режима, обработав экспериментальные данные получаем кривые темпа убыли влагосодержания показанные на рисунке 2. Участок t_1 – неустановившейся режим сушки.

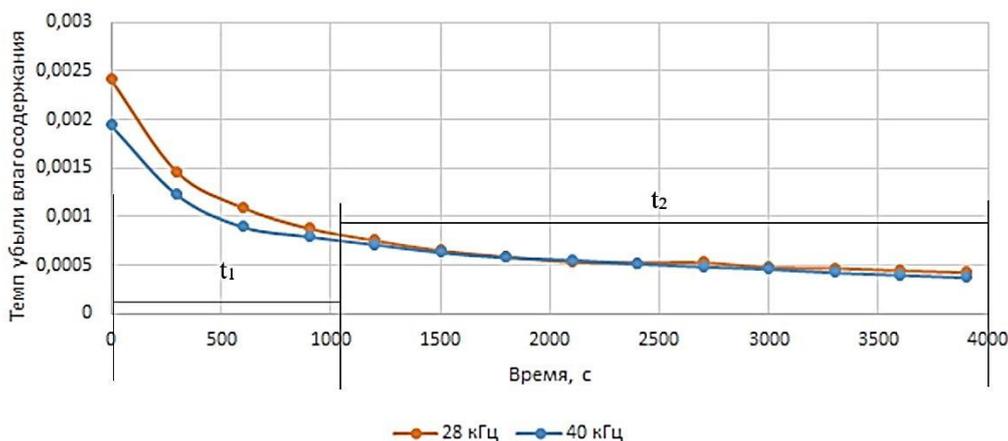


Рисунок 2 – Темп убыли влагосодержания для исследуемого материала

Разница эффективности ультразвуковой сушки в акустических колебаниях частотой 28 кГц по сравнению с сушкой в акустических колебаниях частотой 40 кГц достигает 3–7 %. Следующий эксперимент с сушкой в акустических колебаниях частотой 20 кГц покажет более полную картинку влияния частоты ультразвука на процессы сушки капиллярно-пористых многокомпонентных материалов.

Список использованных источников

1. Термообработка при формировании композиционных текстильных материалов : монография / Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2019. – 162 с.
2. Марущак, А. С. Влияние акустических колебаний ультразвукового диапазона на прочностные свойства текстильных материалов в процессах сушки / А. С. Марущак, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – Вып. 2 (37). – С. 44–51.
3. ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия».
4. ГОСТ 10681-75 «Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения».
5. Ольшанский, А. И. Исследование процесса сушки текстильных и обувных влажных материалов методом регулярного режима/ А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – Вып. 1(28). – С. 95–102.

УДК 677.02

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ольшанский В.И., к.т.н., проф., Мульц В.Г., асп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены способы и технологический процесс изготовления нетканых полотен, их классификация, а также виды используемого сырья для их производства и наружной отделки. Наружная отделка является одним из основных этапов производства, обеспечивая расширения сферы и области применения нетканых полотен.

Ключевые слова: классификация нетканых полотен, технологический процесс