

измеряют нагрузку и удлинение образца непрерывно или в момент достижения предела текучести, максимальной нагрузки, в момент разрушения образца. Для образцов, удлиняющихся с образованием шейки, следует учитывать также результаты, полученные на образцах, у которых шейка распространилась за пределы рабочей части образца, но разрушение его произошло не в месте соприкосновения зажима с образцом. При достижении определённой нагрузки происходит разрушение образца. Для получения корректных результатов, ввиду скоротечности процесса разрушения необходимо снимать весь процесс нагружения заготовки на камеру. Значения прочности на растяжение пересчитываются по формулам в соответствии с ГОСТ 11262-80.

Испытания на растяжение планируется проводить на лабораторных занятиях, с несколькими полимерными материалами и варьированием технологических параметров 3D-печати. Будет исследоваться зависимость прочностных характеристик от толщины слоя, степени и структуры заполнения полимерных материалов. Также результаты проведенных исследований будут использоваться при выполнении студентами расчетно-графической работы.

Список использованных источников

1. Ляпков, А. А. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А. А. Ляпков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 114 с.
2. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Введ. 1980-12-01. – Москва: Госстандарт СССР, 1980. – 16 с.

УДК 677.027.62

ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ КАВИТАЦИОННОГО СПЕКТРА В ПРОЦЕССАХ ПРОПИТКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ 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 пропитки капиллярно-пористых материалов с применением акустических колебаний кавитационного спектра. Описывается повышение эффективности технологического процесса пропитки текстильных материалов за счёт кавитационного воздействия.*

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

Под пропиткой понимают процессы введения в капиллярно-пористый материал веществ, которые изменяют его свойства (повышают биостойкость и огнестойкость, снижают электропроводность, гигроскопичность, увеличивают прочность и т. д.). Пропитываемые вещества чрезвычайно разнообразны по свойствам и характеру их взаимодействия с капиллярно-пористым материалом. Они могут проникать в материал чисто механическим путем, адсорбироваться его веществом, вступать с ним в химическую реакцию. Характер физико-химических явлений, сопровождающих пропитку, очень сложен, и они еще не вполне изучены. В большинстве случаев пропитываемые вещества не вступают в химическую реакцию с материалом и им не адсорбируются. Поэтому процессы пропитки можно рассматривать как совокупность следующих физических явлений: движение жидкости в капиллярно-пористом материале под действием капиллярного давления; движения жидкости в материале под действием избыточного давления; диффузионного перемещения молекул или ионов пропитываемых веществ в материале по полостям клеток, заполненным водой. Производственные процессы пропитки протекают обычно в условиях совместного действия всех указанных явлений, но относительная эффективность того или иного из них может быть различной при разных способах пропитки [1].

Ультразвуковая пропитка в жидкой среде – один из самых высокопроизводительных и высококачественных способов пропитки различных капиллярно-пористых изделий. Этот

способ позволяет заменить двухразовый цикл пропитки на одноразовый, с одновременным исключением промежуточной сушки.

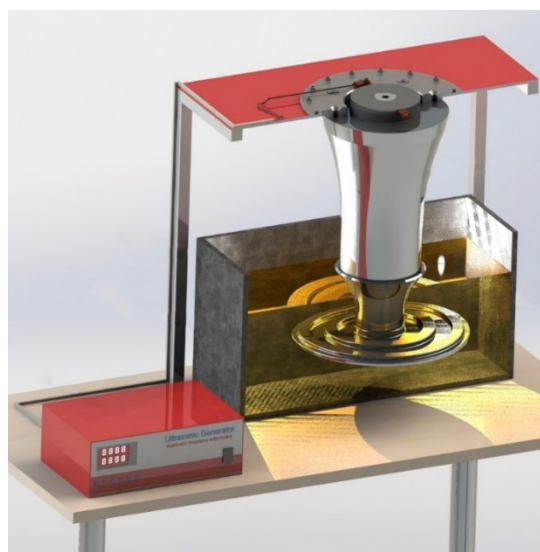
Высокая эффективность ультразвуковой пропитки – глубокое и относительно быстрое проникновение пропиточных веществ в поры и капилляры изделий, обуславливается воздействием кавитационных процессов, происходящих в жидкости при распространении в ней мощных ультразвуковых колебаний [2].

Под кавитацией подразумевают возникновение и рост пузырьков пара или растворенного в жидкости газа, вызванных понижением давления при постоянной температуре. Рост возникшего пузырька сопровождается испарением жидкости внутрь него (паровая кавитация) или диффузией газа (газовая кавитация). Но, как правило, имеют место оба процесса, и кавитация является парогазовой. Кавитационные пузырьки возникают в тех точках потока жидкости, где давление падает до значения, которое близко к давлению насыщенного пара при данной температуре, но зависит от ряда факторов: степени насыщения жидкости растворенным газом, наличия примесей и твердых частиц, состояния обтекаемой поверхности [3].

Для проведения исследований была разработана опытно-экспериментальная установка, показанная на рисунке 1, позволяющая исследовать высоту капиллярного подъема полимера в текстильных материалах.



а



б

Рисунок 1 – Экспериментальная установка для исследования процессов крашения и промывки тканей: а) реальная установка, б) 3D-визуализация экспериментальных исследований

В состав установки для исследования высоты капиллярного подъема входят следующие элементы:

- пьезоэлектрическая ультразвуковая колебательная система;
- емкость с полимерным составом;
- генератор ультразвука с регулировкой мощности от 0 до 300 Вт;
- пьезоэлектрические преобразователи с частотой 20, 28, 40 кГц.

Для определения воздействия акустических колебаний ультразвукового спектра были проведены испытания по капиллярному подъему полимерного состава в полиэфирном нетканом материале на различных частотах и разной мощности.

В качестве экспериментальных образцов были использованы полоски химического гидрофобного нетканого материала размером 50x150 мм. Высота подъема определялась расчётным методом по фотографиям, полученным в ходе эксперимента.

Результаты исследований представлены на графике (рис. 2), где ряд 1 – мощность 90 Вт, частота 40 кГц; ряд 2 – мощность 30 Вт, частота 40 кГц; ряд 3 – без воздействия акустических колебаний кавитационного спектра; ряд 4 – мощность 90 Вт, частота 22 кГц и ряд 5 – мощность 30 Вт, частота 22 кГц.

Как видно из графика, процесс пропитки капиллярно-пористых материалов, на примере

полиэфирного нетканого материала, можно разделить на 2 этапа. Первый этап представляет собой быстрое проникновение пропитывающего состава до определённой высоты. Второй этап позволяет изучить воздействие кавитации на процесс пропитки капиллярно-пористых материалов.

Результаты пропитки наглядно демонстрируют, что воздействие ультразвуковыми колебаниями более эффективно по сравнению с пропиткой естественным способом.

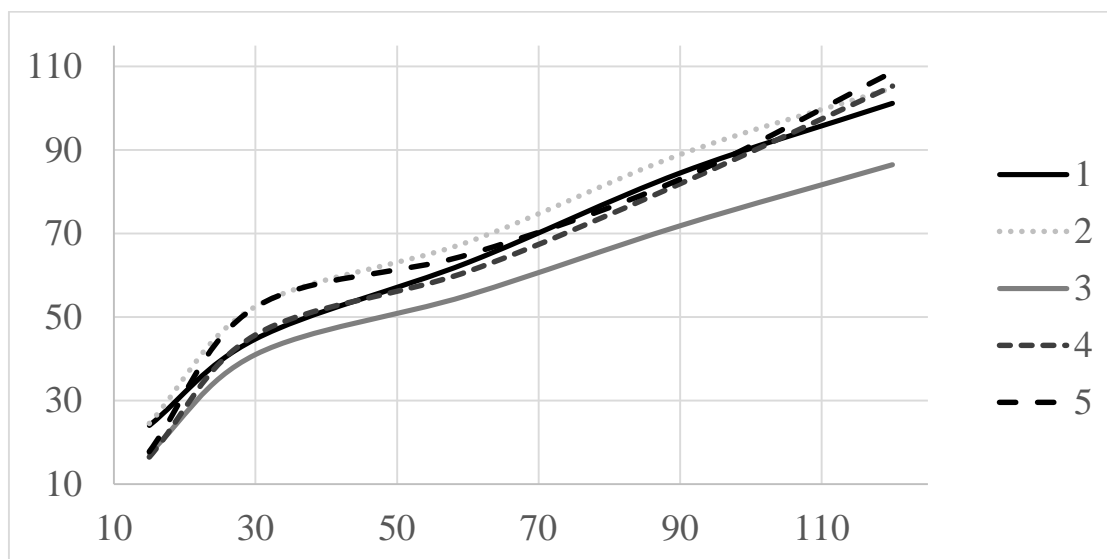


Рисунок 2 – Результаты исследований воздействия акустических колебаний кавитационного спектра на эффективность пропитки капиллярно-пористых материалов

Разница эффективности пропитки в акустических колебаниях кавитационного спектра по сравнению с естественной достигает 20–25 %. Эффективность пропитки при ультразвуковом воздействии объясняется за счёт ускоренной диффузионной пропитки образца полимерным составом (за счёт кавитации, воздействующей на впитанную жидкость).

В ходе аналитического обзора установлено, что необходимо повышение эффективности технологических процессов пропитки капиллярно-пористых материалов. Для проведения исследований была разработана опытно-экспериментальная установка, позволяющая проводить пропитку капиллярно-пористых материалов. В результате исследований установлено, разница эффективности пропитки в акустических колебаниях кавитационного спектра по сравнению с естественной пропиткой достигает 20–25 %.

Список использованных источников

1. Хмелев, В. Н. Кавитационные технологии пропитки капиллярно-пористых материалов / В. Н. Хмелев, С. С. Хмелев, С. Н. Цыганок, Г. А. Титов. – Ползуновский вестник – 2010. – № 3.
2. Бизюк, А. Н. Исследование пропитки текстильных материалов в поле СВЧ излучения / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский. – // Вестник ВГТУ, №1 (26). – 2014. – С. 21–28.
3. Хмелев, В. Н. XIII Международная конференция – семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM' 2012. – В. Н. Хмелев, С. С. Хмелев, С. Н. Цыганок, Г. А. Титов. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – С.170–173.
4. Knapp, R. T. Cavitation / R. T. Knapp, J. W. Daily, F. G. Hammitt. – New York: Mc Graw Hill Book Company, 1970. – 687 p.
5. Цыплаков, О. Г. Научные основы технологии композиционно-волоконных материалов / О. Г. Цыплаков. – Пермь: 1974. – Ч.1. – 317 с.
6. Хозин, В. Г. Модифицирование эпоксидных композиций ультразвуком / В.Г. Хозин, А. А. Каримов, А. М. Череватский, А. А. Полянский, А. В. Мурафа. – Механика композиционных материалов. – 1984. – № 4. – С. 702–706.
7. Городнищенский, П. Л. Ультразвуковая пропитка стеклоткани, конструкций из стеклопластиков / П. Л. Городнищенский, В. А. Косенков, В. Ш. Статников, Е. С. Тросиянецкий. – Материалы IX Всесоюзной акустической конференции – М., 1978. – С. 103–106.