

Более низкая электропроводность раствора сульфата меди по сравнению с раствором сульфата цинка зафиксирована в диапазоне концентраций от 2,5 до 0,8 моль экв. / л ( $20^{\circ}\text{C}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ ). При температурах выше  $60^{\circ}\text{C}$  диапазон концентраций расширяется (от 2,5 до 1,1 моль экв. / л). По-видимому, в растворах данных концентраций ион меди образует аквакомплекс (гидратированный ион), радиус которого больше радиуса аналогичного образования катиона цинка.

УДК 677.026:44

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В. М. Акулич*

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

Разработка новой техники и технологий требуют создания материалов с заранее заданными свойствами. Важное место среди этих материалов занимают высоконаполненные материалы, армированные волокнами и порошками, выполняющими защитную функцию.

Такие композиционные полимерные материалы, обладая большой прочностью и хорошими защитными свойствами, имеют большой вес и толщину, низкую эластичность, являются невоздухопроницаемыми. Ввиду этого, одной из научных и технических задач является создание рациональной структуры композиционного нетканого материала, наиболее полно удовлетворяющего предъявляемым требованиям.

Новой областью использования иглопробивных нетканых полотен является производство композиционных нетканых материалов, которые в настоящее время находят широкое применение в авиационной, машиностроительной и других областях народного хозяйства.

Проведены исследования по созданию технологии получения высоконаполненных композиционных нетканых материалов из смеси лавсановых волокон линейной плотностью 333 мтекс, длиной резки 60 мм и вискозных волокон линейной плотностью 333 мтекс, длиной резки 60 мм в процентном соотношении 80:20.

Технологический режим выработки высоконаполненного композиционного нетканого материала предусматривает следующие операции: подготовка волокон к смешиванию, приготовление волокнистой смеси, выработка волокнистых холстов, иглопрокалывание на иглопробивном оборудовании, пропитка в жале валов, сушка, термообработка.

При пропитке использовали наполненную латексную композицию, содержащую синтетический латекс и дисперсию неорганического наполнителя.

При проведении исследования влияния параметров выработки иглопробивных материалов на наполнение композиционных нетканых материалов в качестве определяющих факторов выбраны: поверхностная плотность волокнистого холста  $200\text{-}400\text{г/м}^2$ , глубина прокалывания 5-9мм, плотность прокалывания  $70\text{-}130\text{см}^{-2}$ . Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ.

В качестве критериев оптимизации изучалось содержание наполнителя в граммах в  $1\text{см}^2$ , толщина материала в миллиметрах и объемная плотность в  $\text{г/см}^3$ .

Анализ экспериментальных данных результатов испытаний физико-механических характеристик композиционных высоконаполненных нетканых материалов, полиномиальных уравнений регрессии и двухмерных сечений поверхностей отклика по каждому критерию выявил, что наиболее существенное влияние на степень наполнения материала оказывает поверхностная плотность волокнистого холста, с ростом которой увеличивается содержание наполнителя, что связано с увеличением межволоконного пространства. Однако ограничение по толщине показало, что требуемое наполнение материала ( $0,06\text{г/см}^2$ ) достигается при поверхностной плотности волокнистого холста  $200\text{-}250\text{г/м}^2$ , плотности прокалывания  $100\text{-}120\text{см}^{-2}$  и глубине прокалывания 8мм.

Таким образом, получен высоконаполненный композиционный нетканый материал, который имеет хорошие физико-механические показатели, небольшой вес и толщину и является воздухопроницаемым.

УДК 532.72;669.015.23

## РАСЧЕТ СКОРОСТИ ИСПАРЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ЛЕТАЧИХ КОМПОНЕНТОВ

*В.Л. Малышев, С.В. Шлапаков*

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

Одним из актуальных вопросов химической технологии является разделение летучих компонентов жидких смесей путем их пофракционного испарения. Разработана теория испарения неоднородных жидкостей при их нагревании в условиях термостатирования. Полагается, что компоненты бесконечно растворимы друг в друге при идеальном смешивании без химических реакций. Испарение происходит в химически инертную газовую среду. Решение задачи получено в общем виде. До настоящего времени расчеты скоростей парообразования ограничивались бинарными системами. В данной работе массоперенос в виде пара многокомпонентного раствора рассмотрен на примере тройной смеси. Определяются плотности компонентов раствора при различных положениях границы фазового перехода и время испарения смеси.

При исследовании испарения конкретной смеси устанавливается режим испарения каждого летучего компонента (стефановский, вязкий, переходный) в зависимости от температуры процесса, что позволяет запи-

соответствующее выражение для плотности потоков пара каждой летучей фракции. В этом случае становится возможным интегрирование системы применительно к условиям данной задачи.

На рис. 1 показано изменение мольных долей составляющих трехкомпонентной смеси с существенно отличающимися летучестями в процессе парообразования при  $T=383\text{ K}$  в зависимости от относительной координаты мениска  $x = l/L$  ( $0 < x < 1$ , 0 – устье канала, 1 – дно,  $l$  – глубина погружения поверхности жидкой фазы,  $L$  – длина канала).

Время испарения раствора определяется скоростью движения поверхности фазового превращения и может быть рассчитано на основе закона сохранения массы для всех составляющих раствора. Зависимость  $x(t)$  на рис. 2 рассчитана для смеси вода(1)-толуол(2)-ацетон(3) в предположении, что процесс испарения для каждого положения межфазной границы является установившимся.

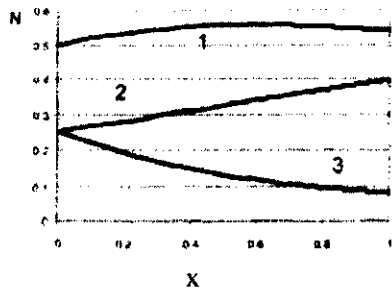


Рис. 1

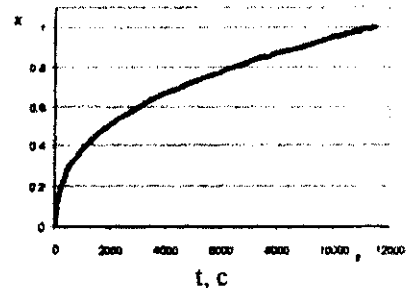


Рис. 2

Рис. 1. Изменение относительных молярных концентраций компонентов в процессе испарения. Исходный состав:  $N_{01}=0,5$ ;  $N_{02}=N_{03}=0,25$ .

Рис. 2 Скорость испарения смеси  $H_2O-C_7H_8-C_3H_6O$ .  $T=383\text{ K}$ , радиус капилляра  $r_0=1,5\text{ мкм}$ .

УДК 664.696:678.027.3(043.2)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСТРУЗИОННЫХ ПИЩЕВЫХ СМЕСЕЙ

*О. В. Абрамов*

Воронежская государственная технологическая академия, Россия

Определяющее влияние на протекание процесса экструзии и качество получаемого продукта оказывают реологические свойства материалов, которые, в свою очередь, зависят от таких параметров, как влажность исходного сырья, температура экструзии и др. Также необходимо установить, к какому классу реологических тел относятся исследуемые пищевые смеси для применения известных реологических уравнений.

Результаты изучения реологических свойств сырья должны быть использованы при разработке математической модели процесса экструзии вязких пищевых сред, позволяющей прогнозировать поведение материала в каналах экструдера.

Так, в качестве объектов исследования были выбраны крошка из черствого и деформированного хлеба «Дарницкий» с добавкой свекольно-паточного порошкообразного полуфабриката в количестве 3...5 % и смесь зерна гречихи и сои в соотношении 5 : 1. При давлениях, развиваемых в экструдере (до 8 МПа), и температурах до 453 К пищевые смеси представляют собой в предматричной зоне экструдера расплав продукта, поведение которого можно хорошо смоделировать при помощи капиллярного вискозиметра.

Параметры проведения реологических исследований были выбраны в зависимости от технических характеристик экструдера, используемого в дальнейших экспериментах, и режима горячей экструзии пищевых смесей: скорость сдвига  $\dot{\epsilon} - 5,7...40\text{ с}^{-1}$ , температура  $T - 408...453\text{ K}$ , влажность  $W - 12...20\text{ \%}$ .

По экспериментальным данным были построены графические зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига расплава смеси и вязкости исследуемой среды от скорости сдвига при различных значениях температуры и влажности. Полученные графические зависимости показывали качественное поведение псевдопластических жидкостей. Таким образом, в определенном диапазоне скоростей деформаций пищевые смеси можно отнести к аномально-вязким дисперсным системам, поведение которых адекватно описывается обобщенным степенным уравнением.

Пищевые среды необходимо экструдировать при таких скоростях сдвига, когда структура их не разрушена. Анализ результатов показал, что максимальные скорости деформации, при которых можно получить экструдат хорошего качества, соответствуют началу участка плавного перехода в область разрушенной структуры –  $10...20\text{ с}^{-1}$ .

Таким образом, эффективная вязкость расплава пищевых сред снижалась с ростом скорости сдвига, температуры и влажности, что свидетельствовало о происходящих в экструдере изменениях в обрабатываемом сырье, характеризующихся денатурацией белков и декстринизацией крахмала. Следовательно, такие параметры процесса, как начальная влажность смеси и ее температура в предматричной зоне экструдера должны учитываться при разработке экструзионного способа производства функциональных продуктов питания.