

6. Хосровян, А.Г. Математическая модель движения волокна при его съеме ускоряющимся воздушным потоком с гарнитуры вращающегося пильчатого барабана /А.Г. Хосровян, М.А. Тувин, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян, А.А. Тувин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. №3. С. 131-135.

7. Тувин, М.А. Математическое моделирование аэродинамической рассортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов/И.Г. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. № 6. С. 71-76.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОПИТКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Бизюк А.Н.

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Основной операцией при формировании композиционных текстильных материалов является пропитка волокнистого компонента полимерным связующим. Пропитка текстильных материалов происходит в результате заполнения пор полимерным связующим. Эффективность проникания полимерной композиции в капилляры и поры текстильного материала зависит от характера протекания основных физико-химических процессов и явлений, происходящих при пропитывании волокнистого материала: смачивание волокнистых материалов; капиллярные явления и особенности движения жидкости в капилляре.

От скорости, полноты и равномерности пропитки зависит качество готового материала. На полноту и кинетику пропитки влияют свойства волокнистого материала, полимерного связующего и условия проведения процесса. В данной работе представлены результаты исследований зависимости скорости пропитки тканых полотен из полиамидных нитей от концентрации водной дисперсии стирол-акрилата и температуры в пропиточной ванне.

При исследовании процесса пропитки пористых материалов, в пористые системы воспользуемся классическими законами капиллярности, согласно которым скорость поднятия жидкости определяется уравнением Уошборна:

$$\frac{dh}{d\tau} = \left(\frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos\theta}{r} - \rho \cdot g \cdot h \right) \frac{r^2}{8 \cdot \eta \cdot h}, \quad (1)$$

где h – высота поднятия полимерного связующего, м; τ – продолжительность, с; σ – поверхностное натяжение полимерного связующего, Н/м; θ –

краевой угол смачивания, град; ρ – плотность полимерного связующего, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус капилляра, м; η – вязкость полимерного связующего, Па·с.

При формировании композиционного материала способом пропитки быстрее всего полимерное связующее проникает в поры между нитями основы и утка (сквозная пористость), медленнее в межволоконное пространство. Нити основы и утка вследствие механических воздействий расплющиваются, изменяются геометрическая форма и размер пор – принимают форму щели.

Тогда, для определения скорости заполнения пор, образуемых между нитями основы и утка используем следующее уравнение [2]:

$$\frac{h^2}{\tau} = \left(\frac{\sigma \cdot \cos\theta}{2 \cdot \eta} \cdot \frac{2S}{P} \right) = \frac{\sigma \cdot \cos\theta}{\eta} \cdot \frac{S}{P} \quad (2)$$

где S – площадь капилляра (поры), м²; P – периметр капилляра (поры), м

Экспериментально получены математические модели зависимости вязкости, поверхностного натяжения и краевого угла смачивания от концентрации (c) и температуры (t) водной дисперсии стирол-акрилата (табл. 1).

Таблица 1. Математические модели зависимости поверхностного натяжения, вязкости и краевого угла смачивания от концентрации и температуры

| Состав полимерного связующего | Вид математической модели | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | Для поверхностного натяжения | Для краевого угла смачивания | Для вязкости |
| Дисперсия стирол-акрилата | $\sigma=58,07+0,054c-0,5t$ | $\theta=21,0+0,03c-0,2t$ | $\eta=1,55-0,004c-0,024t$ |

Анализируя полученные математические модели можно сделать вывод о том, что с повышением температуры от 20⁰С до 60⁰С уменьшаются значения показателей вышеуказанных свойств и увеличиваются с возрастанием концентрации в исследуемом диапазоне 100 – 500 г/л. Однако, стоит отметить, что в исследуемых диапазонах в большей степени свойства низковязких водных растворов и дисперсий зависят от концентрации, температура не оказывает значительного влияния. Полученные закономерности хорошо согласуются с классическими законами изменения свойств для ньютоновских жидкостей.

Подставляя полученные математические модели в уравнение (2) получим зависимость высоты и скорости капиллярного поднятия от концентрации полимерного связующего и температуры пропиточной ванны:

- для водной дисперсии стирол-акрилата

$$h = \sqrt{\frac{(58,1 + 0,054c - 0,5t) \cdot \cos(21,0 + 0,03c - 0,2c) \cdot S \cdot \tau}{(1,54 - 0,004c - 0,024t) \cdot P}}$$

$$\frac{dh}{d\tau} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(58,1 + 0,054c - 0,5t) \cdot \cos(21,0 + 0,03c - 0,2t) \cdot S \cdot \tau^{-\frac{1}{2}}}{(1,54 - 0,004c - 0,024t) \cdot P}}$$

(3)

С использованием полученных математических моделей зависимости физико-химических свойств построены графические зависимости скорости пропитки от концентрации и температуры пропиточной ванны (рис. 1).

Анализ полученных зависимостей показывает, что скорость пропитки при концентрации полимерной дисперсии менее 150 г/л возрастает в 2 – 2,5 раза при повышении температуры пропиточной ванны до 60⁰С, в то время как при концентрации 400 – 500 г/л скорость пропитки практически не зависит от температуры. Максимальная высота капиллярного поднятия водной дисперсии стирол-акрилата 400 – 500 г/л также практически не зависит от температуры пропиточной ванны. Это объясняется незначительным изменением пропитывающих свойств (вязкости, поверхностного натяжения, смачивания) для низковязкой водной дисперсии полимера в зависимости от температуры.

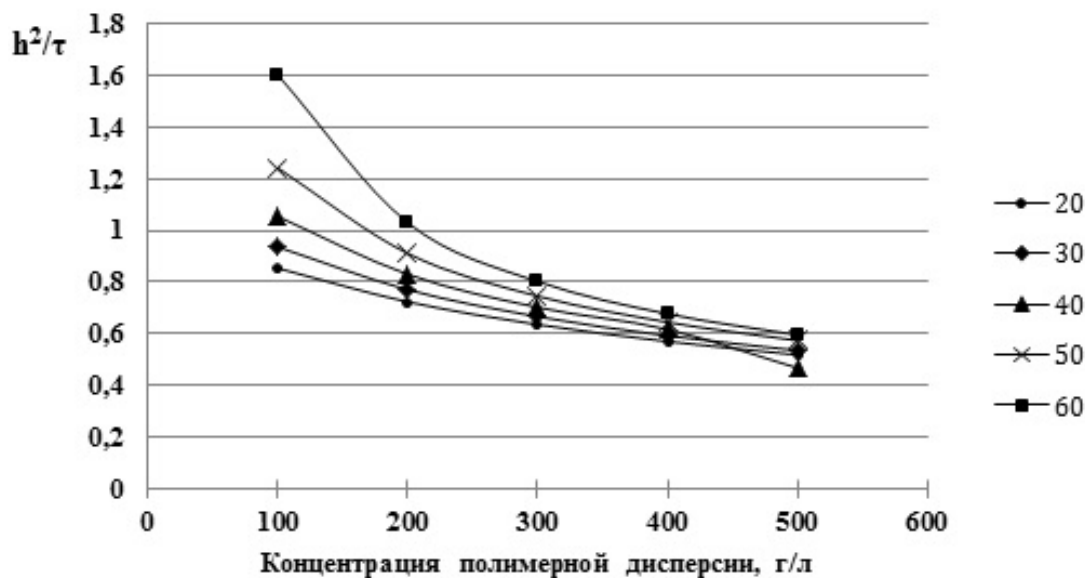


Рис. 1. Кинетика пропитывания тканого полотна водной дисперсией стирол-акрилата

Кроме того, можно предположить, что при высоких концентрациях полимерной дисперсии частицы дисперсной фазы сорбируются на волокне, что препятствует продвижению по порам и капиллярам.

Для оценки возможности использования полученных моделей зависимости свойств водных дисперсий полимерных связующих от температуры и концентрации и подтверждения возможности использования закона капиллярной пропитки в технологии формирования композиционных материалов проведены экспериментальные исследования высоты капиллярного подъема и скорости пропитки тканого полотна из вязкозных комплексных нитей водной дисперсией стирол-акрилата: концентрация стирол-акрилата – 100; 500 г/л; температура – 20 °С.

На рис. 2 представлены теоретические и экспериментальные зависимости h от \sqrt{t} .

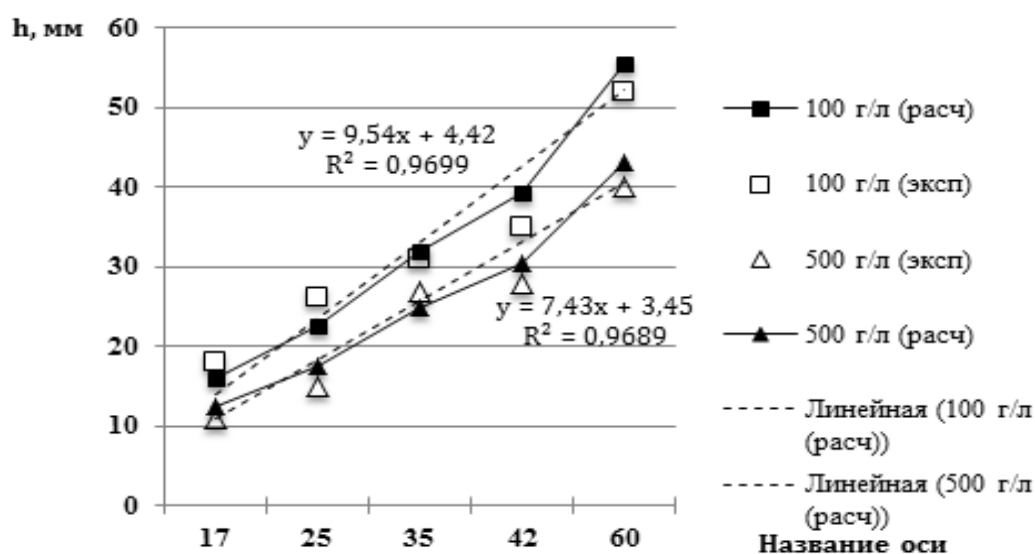


Рис. 2. Теоретические и экспериментальные зависимости h от \sqrt{t}

Экспериментальные точки удовлетворительно ложатся на прямые, построенные по уравнению (3), что доказывает возможность использования полученных моделей (табл.1) зависимости свойств водных дисперсий полимерных связующих (размер дисперсной фазы 100 – 500 нм) от температуры и концентрации и подтверждает возможность использования закона капиллярной пропитки в расчете скорости пропитки и выборе рациональных режимов формирования композиционных текстильных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бизюк А.Н. Исследование пропитки текстильных материалов в поле СВЧ-излучения / А.Н. Бизюк, С.В. Жерносек, В.И. Ольшанский, Н.Н. Ясинская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 26. – С. 21–28.
2. Ясинская Н.Н., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Композиционные текстильные материалы / Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган. – Ви-

тебск: ВГТУ, 2016. – 300 с.

3. Бизюк А.Н. Моделирование процесса пропитки текстильных материалов под действием СВЧ-излучения/ А.Н. Бизюк, С.В. Жерносек, В.И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2014. – Т. 23. №1– С. 16–18.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ СОРТИРОВКИ В ХЛОПКОПРЯДЕНИИ

Симонян В.О., Полякова Т.И.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Одна из проблем развития хлопчатобумажной промышленности России – ограниченность ассортимента вырабатываемой пряжи. Политика отрасли с 1970 годов была направлена на замену кольцевого прядения на пневмомеханическое прядение. Итог этой технической политики - доля пневмомеханического прядения превысила 90%, тогда как в мире доля кольцевого прядения устойчиво удерживается на уровне 70%. Мы потеряли ассортимент пряж малых и больших линейных плотностей, и соответствующих тканей, и трикотажа.

Возрождение кольцевого прядения должно стать одним из направлений технической политики в России. Для этого имеются предпосылки: современные кольцевые прядильные машины работают при скоростях веретен до 25000 мин⁻¹, число веретен на кольцевых прядильных машинах достигло 1600 и более, кольцевые прядильные машины, оснащенные авто-съемниками Co-We-Mat можно агрегировать с мотальными автоматами, позволяющими получать пряжу очищенную от дефектов и намотанную на бобины весом до 5 кг. Качество пряжи с кольцевых прядильных машин превышает качество пряжи пневмомеханического способа прядения, а ассортимент пряжи охватывает практически весь диапазон линейных плотностей, дополняется пряжами новых оригинальных структур – компактная пряжа, армированная пряжа, объемная и фасонная пряжа и др. [1,2].

Структура классической кольцевой пряжи, далека от совершенства. Это отражается на ее свойствах. Так, например, коэффициент использования прочности волокон в пряже составляет от 30 до 50%.

В кольцевой пряже волокна имеют различную интенсивность кручения. Коэффициент крутки волокон в пряже меняется от 0 в центре до заправочного в наружных слоях пряжи

$$\alpha_T = \frac{K\sqrt{1000\pi\gamma}}{2} d_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где γ – объемная плотность пряжи, K – крутка пряжи.