

УДК 677.024.1:677.074.166.7

Н. Н. Ясинская, В. В. Мурычева

Витебский государственный технологический университет
210038, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ СЛОИСТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© Н. Н. Ясинская, В. В. Мурычева, 2019

Статья посвящена разработке алгоритма проектирования и процесса формирования слоистых текстильных материалов декоративно-отделочного назначения. Установлена последовательность этапов в общей структуре проектирования слоистых текстильных материалов с заданными свойствами, определены основные факторы, влияющие на их качественные показатели. Рассмотрены слоистые материалы, имеющие различные направления использования: производство галантерейных изделий, жалюзи, материал для верха обуви, текстильные настенные покрытия (обои), отделка корпусной мебели, а также обивочные и облицовочные.

Ключевые слова: слоистые текстильные материалы, проектирование, формирование, прогнозирование свойств.

В настоящее время научно-технический прогресс практически немислим без развития производства многофункциональных материалов, в том числе слоистых текстильных материалов, использование которых постоянно расширяется в различных отраслях народного хозяйства. В ассортименте слоистых материалов большой интерес вызывают материалы декоративно-отделочного назначения. Основной задачей материалов декоративно-отделочного назначения является не только улучшение внешнего вида, но и повышение эксплуатационных свойств готовых изделий.

Анализ мирового производства слоистых материалов показал, что известные способы их получения в основном базируются на использовании синтетических полимеров и ориентированы на потребление зарубежного дорогостоящего сырья. Для выработки таких материалов необходимо применение сложного и энергоемкого оборудования, введение дополнительных этапов технологического процесса. Основными недостатками существующих в мире слоистых материалов являются невозможность придания готовому изделию комплекса специальных свойств и получения материалов широкого спектра назначения с высокими качественными показателями.

Установлено, что слоистый текстильный материал определенного целевого назначения должен соответствовать предъявляемым требованиям и выполнять функции в соответствии с областью применения. Программа функционирования слоистого текстильного материала заложена в его структуре, и поэтому важен концептуальный подход к проектированию структуры.

Целью данной работы являлась разработка алгоритма проектирования и процесса формирования слоистых текстильных материалов декоративно-отделочного назначения. Разработанные слоистые материалы имеют различные направления использования: производство галантерейных изделий, жалюзи, материал для верха обуви, текстильные настенные покрытия (обои),

отделка корпусной мебели, а также обивочные и облицовочные.

Теоретико-экспериментальные исследования

На первом этапе проектирования слоистых текстильных материалов декоративно-отделочного назначения определяется конкретная область использования — текстильные настенные покрытия, галантерейные и швейные материалы и изделия, материалы для обуви и другие; условия эксплуатации материалов или изделий и функции, которые должен выполнять слоистый композит. Особенность слоистых текстильных материалов декоративно-отделочного назначения заключается в том, что каждый слой может выполнять определенные функции. Так, лицевой слой — текстильный материал — кроме функции декора может обеспечить специальные свойства: водо-, грязеотталкивание, огне-, термостойкость и другие; материал основы обеспечивает жесткость, формоустойчивость, шумоизоляционные, теплозащитные свойства и другие.

Результатом первого этапа является техническое задание на слоистый текстильный материал для конкретной области применения.

На втором этапе разрабатывается перечень требований к готовому слоистому текстильному материалу в соответствии с назначением. На этом этапе разрабатывается структура слоистого текстильного композита, порядок расположения слоев, определяются функции каждого компонента.

В результате анализа результатов, полученных на первом и втором этапах, необходимо выбрать исходные материалы, которые будут использованы при формировании структуры — третий этап проектирования. На этом этапе потребуются информация о свойствах возможных компонентов, составляющих слоистый текстильный материал. В результате анализа литературных источников установлено, что для формирования слоистых текстильных материалов декоративно-отделочного назначения в качестве тек-

стильного декорирующего компонента целесообразно использовать короткие волокна (ворсовые материалы) и тканые полотна различных структур из натуральных и химических пряжи и нитей.

С учетом информации о структуре слоистого текстильного материала, свойствах исходных компонентов и существующих способах нанесения текстильного материала и полимерного связующего, осуществляется переход к четвертому этапу — выбор способа формирования слоистого текстильного материала.

Анализ патентной и научной литературы позволил выделить основные способы формирования слоистых текстильных материалов: клеевой, термический, нанесение полимерного связующего или пропитка. Учитывая достоинства и недостатки перечисленных способов, выбраны клеевой и способ нанесения полимерного связующего пропиткой тканого полотна. Достоинством клеевого способа является возможность соединения разнородных компонентов в единую структуру. Способ пропитки позволяет получать слоистый текстильный материал по сокращенной («короткой») технологии, придавая некоторые специальные свойства (водо-, грязеотталкивание, антистатичность, огне-, термостойкость и другие) в результате одного прохода текстильного полотна через пропиточное устройство за счет введения в полимерную композицию специальных добавок.

Процесс формирования слоистого текстильного материала состоит из следующих основных этапов:

- нанесение полимерного связующего на материал;
- диффузия полимерного связующего в структуру текстильного полотна, пряжи, нитей, одиночных волокон;
- образование адгезионного взаимодействия полимерного связующего — текстильный материал;
- фиксация полимерного связующего в текстильном материале.

Основными операциями при формировании являются пропитка волокнистого материала полимерным связующим и формирование адгезионного соединения в процессе сушки и термообработки.

В основе пропитки текстильных материалов (волокон, пряжи, жгутов, тканых, трикотажных и нетканых полотен) лежат такие физико-химические явления, как смачивание, капиллярное поднятие связующего (раствора или дисперсии полимера), сорбция, диффузия. От полноты и эффективности протекания этих процессов зависят физико-механические, эксплуатационные и потребительские свойства готового слоистого текстильного материала. Следовательно, пятым этапом целесообразно провести исследование и оптимизацию режимных параметров формирования слоистого текстильного материала.

На этом этапе необходимо получить основные математические зависимости свойств готового слоистого текстильного материала от технологических параметров формирования структуры: температуры и продолжительности, давления отжима или склеивания, а также условий сушки и, при необходимости,

термообработки. Результатом этапа является технологический регламент формирования слоистого текстильного материала декоративно-отделочного назначения для конкретной области использования.

На шестом этапе проводится оценка качества готового слоистого материала. Проводится апробация в готовых изделиях, выявляется технологичность материала при переработки в готовое изделие, а также проверяется соответствие требуемым потребительским и эксплуатационным свойствам изделия. В результате апробации вносятся изменения в структуру, технологию или корректируются режимы формирования.

Качество готового материала зависит от полноты и эффективности протекания основных процессов его формирования. В свою очередь, полнота и эффективность протекания основных процессов, сопровождающих формирование слоистых текстильных материалов, определяется:

- свойствами соединяемых компонентов (природа волокнистого материала, структура и пористость);
- свойствами полимерного связующего (вязкость, смачивающая способность);
- выбором режимов формирования слоистого композита (температура, продолжительность).

В результате анализа литературных источников и предварительных исследований выполнена систематизация факторов, влияющих на качество слоистых композиционных текстильных материалов (рисунок 1):

1. Вид волокна. Текстильные материалы, входящие в состав слоистого композита, состоят из природных, искусственных и синтетических волокнообразующих полимеров. По мере снижения способности смачиваться водой волокна можно расположить в такой последовательности: вискозное > хлопковое > поливинилспиртовое > полиамидное > полиэфирное > полипропиленовое, что согласуется с уменьшением гидрофильности волокон.

При исследовании скорости пропитки текстильных материалов из натуральных и химических волокон водной дисперсией стирол-акрилата установлено, что полиамидное и полиакрилонитрильное волокна пропитываются водной дисперсией примерно одинаково и по скорости пропитки близки к хлопковому волокну. Полиэфирное волокно пропитывается значительно хуже, что, очевидно, объясняется присутствием в молекулах этого волокна сравнительно слабополярных эфирных групп и плотной упаковкой макромолекул, способствующей взаимодействию этих групп друг с другом (рисунок 2).

2. Структура текстильного материала. Текстильные материалы для формирования слоистых композитов состоят из волокон нитей, пряжи, тканей. К показателям структуры текстильных материалов, которые оказывают влияние на процессы пропитки и склеивания, образования адгезионного соединения, можно отнести:

- пористость текстильного материала;
- ворсистость текстильного материала;
- геометрические свойства текстильного материала.

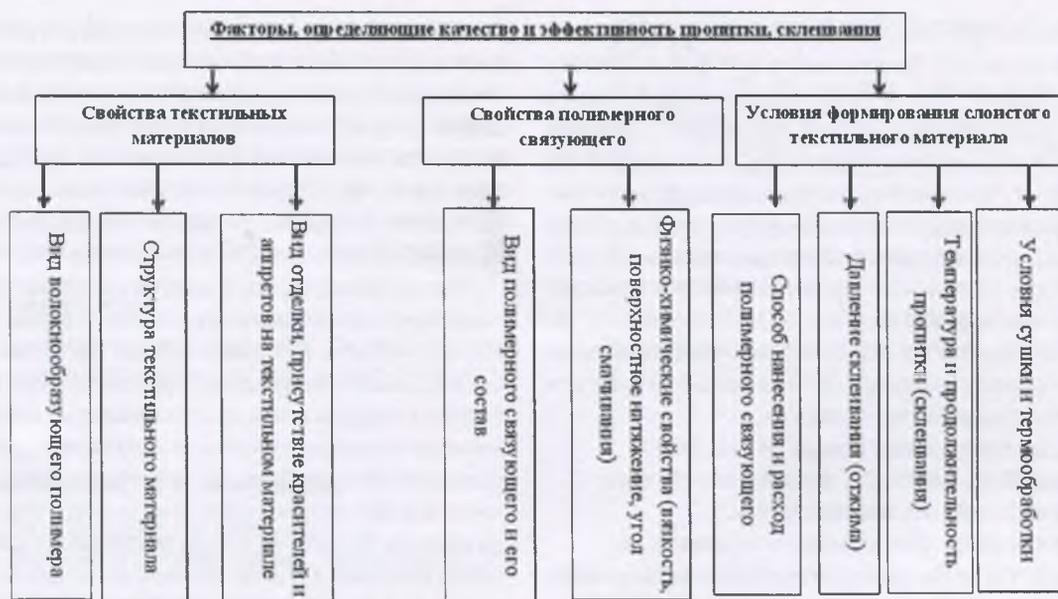


Рис. 1. Классификация факторов, влияющих на формирование слоистых текстильных материалов

Fig. 1. Classification of factors affecting the formation of layered textile materials

Текстильные материалы обладают пористой структурой, шероховатой поверхностью и большим числом выступающих волокон, что создает благоприятные условия для формирования слоистого композита способом пропитки или склеивания.

Наличие в волокнах, нитях, пряже и тканях системы пор позволяет полимерным связующим затекать в них, что увеличивает площадь контакта, облегчает смачивание и диффузию, соответственно, улучшается качество пропитки и прочность адгезионного соединения, в том числе за счет механической составляющей. С другой стороны, пористость тканей, зависящая от числа нитей основы и утка, а также вида переплетения, должна выбираться с учетом способа формирования слоистого материала. В случае склеивания существует возможность проникновения полимерного связующего на лицевую сторону материала декоративно-отделочного назначения. При формировании способом пропитки дисперсиями полимеров существует опасность отфильтровывания частиц дисперсии, однако, учитывая, что, как правило, их размер значительно меньше пор ткани, этим фактором можно пренебречь.

Согласно теории склеивания текстильных материалов, предложенной В. Е. Кузьмичевым [1], чем выше ворсистость текстильного материала, тем большая по величине площадь адгезионного контакта будет сформирована на границе раздела фаз, тем более благоприятные условия возникнут для формирования прочного адгезионного соединения. Ворсистость пряжи или тканого полотна, изготовленного из пряжи, можно регулировать изменением крутки. При увеличении крутки ворсистость пряжи уменьшается, но при этом уплотняются одиночные волокна, нити, увеличиваются силы трения между волокнами, что способствует увеличению прочности и способности выдерживать большие усилия при разрушении адгезионного соединения.

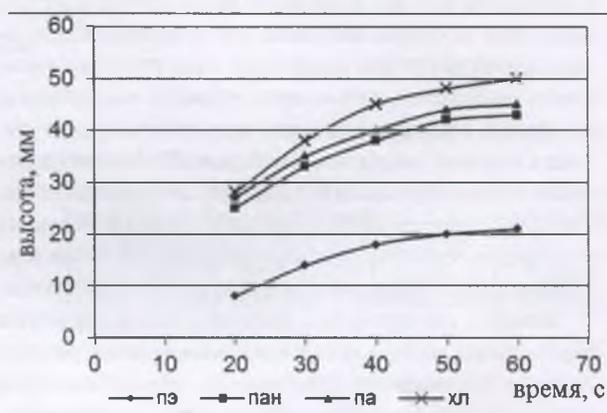


Рис. 2. Кинетика пропитывания волоконистых материалов

Fig. 2. Kinetics of impregnation of fibrous materials

При формировании слоистого текстильного материала с ворсовым покрытием на показатель поверхностного заполнения материала основы ворсом влияет длина и толщина волокна. Соотношение между длиной и толщиной волокна не может быть произвольным. При увеличении длины волокна выше некоторого оптимального значения ухудшаются свойства готового материала [2], происходит наложение волокон друг на друга, что препятствует формированию качественного покрытия. Недопустима неравномерность волокон по длине, так как при этом нарушается равномерность заполнения материала основы ворсом. Следует учитывать природу волокна и его механические свойства. Качество покрытия будет тем лучше, чем меньше будет изгибаться волокно, так как износ волокон, используемых в качестве ворса для слоистых текстильных материалов, связан с разрушением в результате накопления усталостных деформаций при многократном изгибе волокна [3].

Скорость пропитки тканого полотна при формировании слоистого текстильного материала зависит от его толщины. При одинаковых условиях процесса и пористости пропитка тонких текстильных материалов протекает быстрее. Результаты исследований [4] показывают, что пропитывание никогда не приводит к равномерному распределению жидкости по толщине материала, даже в случае индивидуальных жидкостей. Внутренние слои всегда пропитываются в меньшей степени, чем наружные.

Таким образом, технологическими характеристиками текстильного материала, определяющими скорость пропитки и склеивания, являются:

- диаметр волокон, пряжи, нитей, мкм;
- линейная плотность пряжи и нитей, текс;
- поверхностная плотность, г/м²;
- пористость текстильных материалов, %.

3. Свойства полимерного связующего, включающие:

- вид полимерного связующего и его состав;
- физико-химические свойства полимерного связующего.

Вид полимерного связующего и его состав выбирается в зависимости от вида текстильного компонента и материала основы, а также от назначения слоистого композита. Добавки, вводимые в полимерную композицию, имеют различное назначение и могут существенно влиять на свойства связующего: изменять эластичность и мягкость, понижать температуру размягчения, регулировать вязкость, придавать специальные свойства (огне-, термостойкость, водоотталкивание, антистатические, бактерицидные свойства и другие). Состав добавок, их количество подбирают экспериментальным путем в зависимости от требований к качеству готового материала.

Важное значение при формировании слоистых текстильных материалов имеет равномерное распределение полимерного связующего, обеспечивающее монолитность слоистого материала и адгезионную прочность. Равномерное распределение связующего зависит от смачиваемости текстильных компонентов связующим, его вязкости и поверхностной энергии.

От вязкости зависит способность смачивать поверхность текстильного материала и проникать в пористую структуру, создавая условия для образования межмолекулярного взаимодействия связующего и волокнистого материала. При определении оптимального значения вязкости необходимо учитывать требования к скорости пропитки, требуемой глубине диффузии связующего в текстильном материале.

4. Условия формирования слоистого композиционного текстильного материала.

Способ нанесения полимерного связующего определяет глубину диффузии и равномерность распределения в объеме текстильного материала, а также между соединяемыми поверхностями (текстильный материал и материал основы). При пропитке текстильного материала необходимо создать условия для полного насыщения пористой структуры полимерным связующим. В случае склеивания необходимо контролировать глубину диффузии связующего. С одной стороны, при увеличении глубины увеличивается площадь контакта

связующего с текстильным материалом и достигается требуемая прочность адгезионного соединения. Но при этом необходимо не допустить проникновения на лицевую сторону слоистого текстильного материала декоративно-отделочного назначения. При нанесении связующего на материал основы его количества должно быть достаточно для переноса на текстильный материал и формирования слоистого композита.

Продолжительность пропитки определяется пропитываемыми свойствами связующего и видом волокнистого материала. Пропитка хорошо пропитываемыми полимерными связующими происходит уже в первые секунды погружения в пропитывающую ванну, и увеличение продолжительности практически не влияет на количество поглощенного связующего. Продолжительность зависит от геометрических свойств текстильного материала. Влиять на продолжительность возможно путем введения в состав полимерного связующего поверхностно-активных веществ, изменения температуры.

Увеличение температуры пропитки приводит к уменьшению вязкости полимерного связующего и облегчает его диффузию в поры текстильного материала. Однако в некоторых случаях увеличение температуры выше оптимального значения может привести к астабилизации и коагуляции дисперсии полимера. Предел повышения температуры также обусловлен волокнистым составом текстильного материала. Оптимальная температура формирования должна обеспечивать сохранение свойств соединяемых материалов.

При формировании композиционного текстильного материала после пропитки полимерным связующим следует операция отжима на плюсовках. Давление отжимных валов должно обеспечивать равномерный по всей ширине отжим, а также необходимое содержание полимерного связующего в текстильном материале. При склеивании поверхностей давление сжатия регулируется таким образом, чтобы при максимальном увеличении площади контакта склеиваемых материалов не происходило выдавливание полимерного связующего и образование «голодных спаек».

Важной операцией при формировании слоистого текстильного материала является сушка и термообработка. С одной стороны, сушку необходимо проводить достаточно быстро для того, чтобы обеспечить непрерывность и эффективность технологического процесса формирования слоистого текстильного композита. С другой стороны, повышение температуры может привести к короблению слоистой структуры, а также миграции дисперсной фазы полимерного связующего к поверхностным слоям материала и, как следствие, неравномерности свойств. При сушке слоистых текстильных материалов необходимо выбирать рациональные режимы, учитывая различие в теплофизических свойствах составляющих компонентов.

Заключение

В результате анализа литературных источников и результатов предварительных исследований установлено, что прогнозировать свойства готового слоистого композиционного текстильного материала и управлять

процессом его формирования способом пропитки или склеивания возможно с помощью выбора вида и моделирования структурных характеристик текстильного материала, физико-химических свойств полимерного связующего, а также комбинации технологических параметров — продолжительности, температуры и давления отжима при пропитке или сжатия при склеивании, условий сушки и термообработки слоистой структуры.

Список литературы

1. Кузьмичев В. Е., Герасимова Н. А. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды: учебное по-

сobie для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2005. 255 с.

2. Ясинская Н. Н., Мuryчева В. В. Исследование распределения дисперсии стирол-акрилата по объему тканой основы при формировании текстильного композиционного материала // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2016. № 3. С. 36–39.
3. Базеко В. В., Ясинская Н. Н. Анализ структуры тканой основы композиционного материала // Химические волокна. 2014. № 4. С. 42–45.
4. Ясинская Н. Н., Ольшанский В. И., Коган А. Г. Композиционные текстильные материалы: монография. Витебск, 2015. 298 с.

N. N. Yasinskaya, V. V. Murycheva

Vitebsk State Technological University
210038, Republic of Belarus, Vitebsk, Moskovsky pr., 72

Development of algorithm of formation of the layered textile materials decorative purpose

The article is devoted to the development of the design algorithm and the process of formation of layered textile materials for decorative and finishing purposes. The sequence of stages in the general structure of design of layered textile materials with the set properties is established, the main factors influencing their quality indicators are defined. The layered materials having various directions of use are considered: production of haberdashery products, blinds, material for top of footwear, textile wall coverings (wall-paper), finishing of cabinet furniture, and also upholstery and facing.

Keywords: laminated textiles, design, formation, property prediction.

References

1. Kyzmichev V. E., Gerasimova N. A. *Teoriya i praktika processov skleivaniya detalej odegdi*. [Theory and practice of gluing pieces of clothing]. Textbook for university students. Moscow. Academy, 2005. 255 p. (in Rus.)
2. Yasinskaya, N. N., Murycheva V. V. Dispersion distribution study styrene-acrylate by volume of the woven base fabric when forming the textile composite. *Izvestiya vyzov. Tekhnologiya legkoj promishlennosti*. [The news of higher educational institutions. Technology of Light Industry]. 2016. No 3. 36–39 pp. (in Rus.)
3. Bazeko V. V., Yasinskaya N. N. Analysis of the structure base fabric of the composite material. *Khimicheskie volokna*. [Chemical fiber]. 2014. No 4. 42–45 pp. (in Rus.)
4. Yasinskaya N. N., Olshanskij V. I., Kogan A. G. *Kompozicionnie tekstilnie materialy*. [Composite textile materials]. Monograph. Vitebsk, 2015. 298 p. (in Rus.)