

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНОГО ЗАКОНА
ПОЛОЖЕНИЯ УЧАСТКОВ ТЕРМОСКРЕПЛЕНИЯ
В НЕТКАНЫХ ПОЛОТНАХ**

**METHOD OF DETERMINATION PROBABILITY LAWS
OF SITES THERMALLY BONDED NONWOVEN CLOTHS**

A.M. КИСЕЛЕВ

A.M. KISELEV

(Костромской государственной университет)

(Kostroma State University)

E-mail: kisselev50@mail.ru

В статье предложена методика определения координат участков термоскрепления по всему объему нетканых полотен. Методика основана на компьютерных методах обработки томографических 3D-твердотельных моделей экспериментального образца материала. Методика реализована на конкретном примере материала Холлофайбер Софт. Полученные результаты обработаны методами статистического анализа. Показано, что для исследуемого образца получен равновероятностный закон распределения координат термоскреплений по всем осям координат. Методика рекомендована для оценки качества технологического процесса изготовления нетканых полотен с применением упрочнения термоскреплением волокон.

The paper proposes a method of determining the coordinates of the bonding sites on the entire volume of the nonwoven poloten. Metothds based on computer processing techniques tomographic 3D solid models of experimental sample material. The method is realized by a concrete example of the material Hollofayber Software. The results obtained are processed by methods of statistical analysis. It is shown that for the sample obtained Equiprobable distribution law thermally origin on all axes koordinat. Methods recommended to evaluate the quality of the process of manufacturing nonwoven fabrics using a hardening thermal bonding fibers.

Ключевые слова: нетканые материалы, компьютерная томография, термоскрепления.

Keywords: nonwovens, computed tomography, thermal bonding.

Одной из важнейших характеристик любого материала является его прочность. Для нетканых материалов прочность определяется двумя факторами – переплетением и зацеплением волокон структуры друг с другом и упрочняющими элементами, определяемыми технологией их производства. Для прогнозирования прочностных характеристик текстильных материалов широко применяют и методы математического моделирования [1...5]. Для нетканых полотен различают клееные, прошивные, иглопробивные и термоскрепленные технологии упрочнения структуры.

В настоящей работе изучали термоскрепленные участки структуры материала, известного в РФ под торговой маркой "Холлофайбер". Исследуемый образец материала Холлофайбер изготовлен из полового полиэфирного волокна (волокнистая масса формируется аэродинамикой) путем термоскрепления так называемым "бикомпонентом", который, расправляясь (волокнистая масса прогревается в специальной печи до 150...250 градусов в зависимости от типа рецептуры), связывает другие волокна между собой. В данной технологии "бикомпонент" является также полиэфирным волокном с низкой температурой плавления. Известно, что чем больше термоскрепленных участков одиночных волокон друг с другом, тем выше прочность материала. Таким образом, меняя с помощью технологии количество термоскреплений, можно управлять прочностью материала. Но при этом необходимо учитывать, что распределение термоскреплений по объему

должно стремиться к равновероятностному для обеспечения изотропных свойств материала.

Изучение законов распределения термоскреплений по объему нетканого материала представляет довольно сложную задачу. Это связано с микрометрическими размерами одиночных волокон материала и их распределением в исследуемом объеме по случайному закону. Например, диаметр одиночного волокна в нетканом материале Холлофайбер Софт составляет 10...30 мкм [6]. При этом количество одиночных волокон в 1 см³ может достигать десятков тысяч. Совершенно очевидно, что рост количества термоскреплений волокон друг с другом увеличивает прочность материала, однако информации о количественной связи данных характеристик на сегодняшний день нет. Для решения поставленной задачи в качестве метода исследования был выбран томографический анализ [1], [7...9]. Данное направление наиболее перспективно для исследования 3D-структур текстильных материалов, поскольку дает возможность исследовать структурно-морфологические характеристики материалов неразрушающим способом. По полученным 3D-изображениям объекта исследования проводили анализ структуры нетканого полотна. Для определения координат пересечений одиночных волокон с термоскреплениями была использована разработанная ранее методика преобразования томографического изображения в твердотельную модель [10].

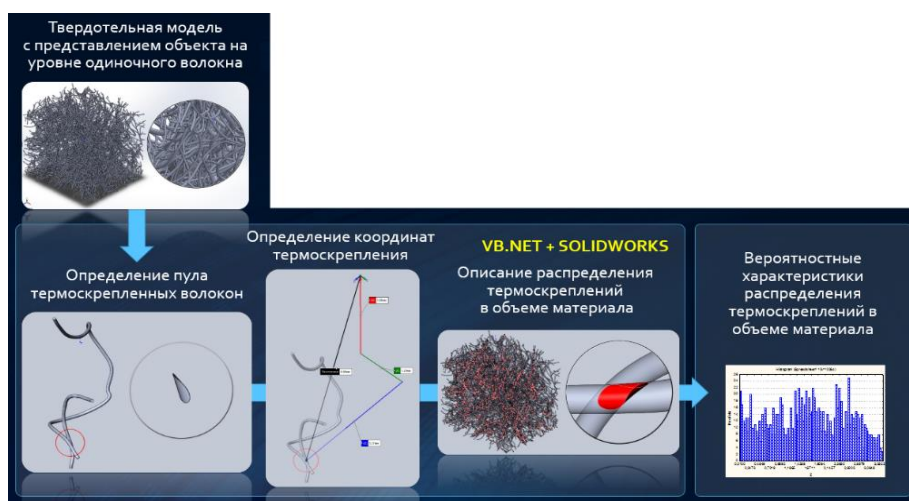


Рис. 1

На основе данной модели разработана методика определения координат X, Y и Z участков термоскрепления в объеме нетканого полотна. Методика определения геометрических характеристик термоскреплений волокнистого материала на примере Холлофайбер Софт представлена на рис. 1.

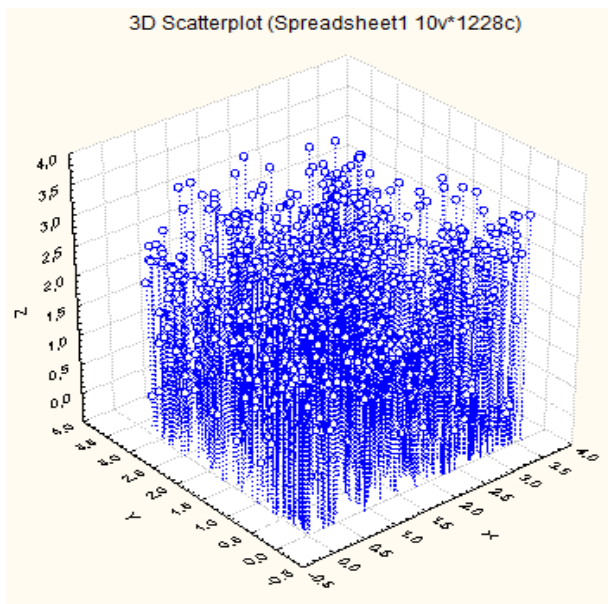


Рис. 2

На основе разработанной методики определены массивы координат участков

термоскреплений нетканого полотна Холлофайбер Софт в декартовой системе координат. Визуализация полученных результатов в ПО Statistica представлена на рис. 2.

Определив координаты термоскрепленных участков структуры нетканого материала, представляется возможным определить и законы распределения их по объему материала. Несмотря на общее описание определения нетканых материалов, как материалов со случайным законом распределения волокон, а следовательно, и термоскреплений, конкретные данные о законах распределения волокон для различных технологий получения нетканых материалов отсутствуют. Знание законов распределения координат участков термоскрепления важно и для математического моделирования структуры подобных материалов для приближения их строения к реальному. С целью решения поставленной задачи полученные результаты обработаны с применением теории статистического анализа с применением ПО Statistica v.7.0. Определены законы распределения координат участков термоскреплений в объеме материала по всем трем осям координат.

Результаты статистической обработки представлены на рис. 3...5.

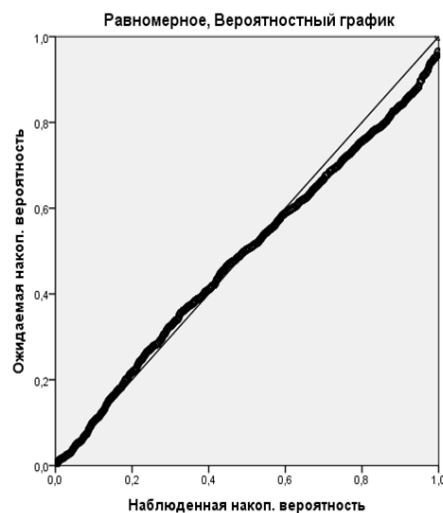
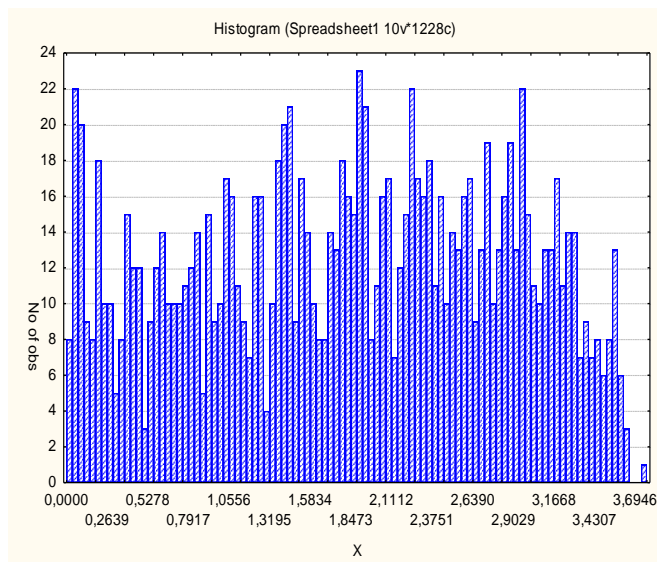


Рис. 3

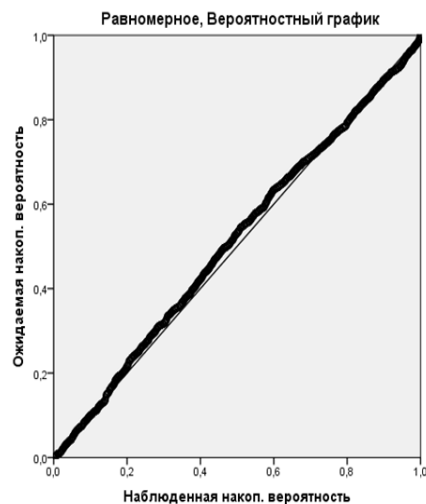
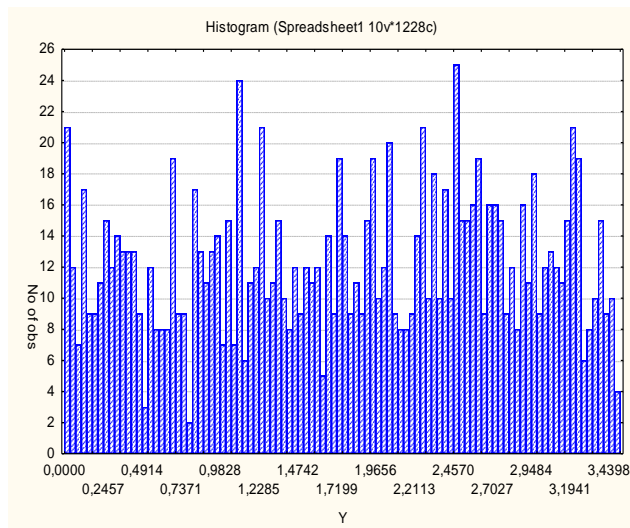


Рис. 4

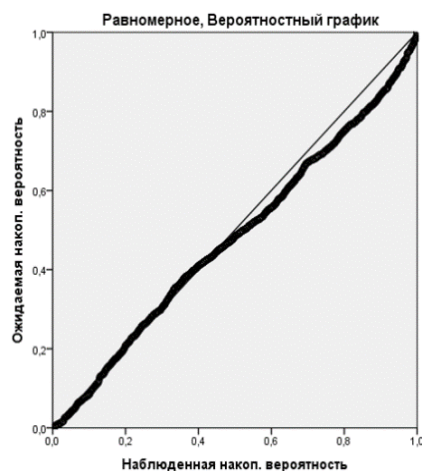
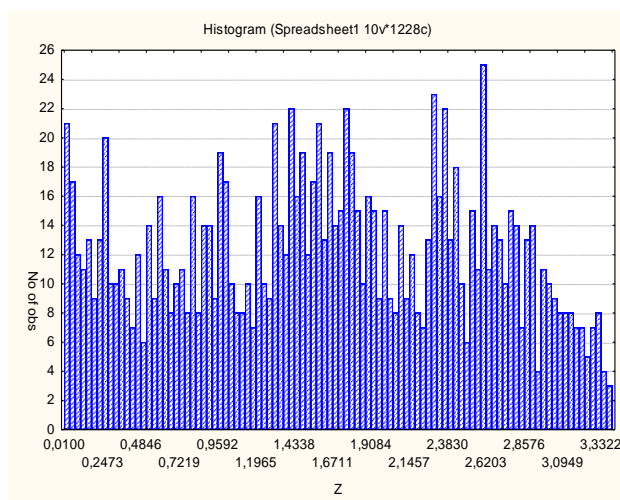


Рис. 5

Рис. 3 – гистограмма распределения положения участков термоскрепления волокнистого материала и P-P диаграмма вероятностного закона распределения по координате X; рис. 4 – гистограмма распределения положения участков термоскрепления волокнистого материала и P-P диаграмма вероятностного закона распределения по координате Y; рис. 5 – гистограмма распределения положения участков термоскрепления волокнистого материала и P-P диаграмма вероятностного закона распределения по координате Z.

Для определения закона распределения вероятностных величин координат термоскреплений были опробованы различные законы распределения, имеющиеся в базе

законов ПО Statistica v.7.0. Для оценки наилучшего соответствия выбранного закона вероятностных величин экспериментальным данным использовались P-P диаграммы.

По результатам обработки, наиболее близким к экспериментальным данным, оказался равномерный закон распределения. Характер равномерного закона распределения координат термоскреплений по всему объему материала доказывает высокое качество технологического процесса ООО "Термопол".

Разработанная методика может быть использована для оценки качества технологического процесса получения нетканых полотен с применением термоскреплений.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения законов распределения координат термоскреплений по объему волокнистого материала с применением методов компьютерной томографии.

2. Методика может быть использована для оценки качества технологического процесса получения волокнистых материалов с применением термоскреплений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трещалин Ю.М., Киселев М.В., Хамматова В.В., Трещалин М.Ю., Киселев А.М. Исследование структуры нетканых материалов методом компьютерной томографии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №5. С. 31...35.

2. Голубев С.Е., Киселев А.М. Актуальные задачи проектирования композиционных материалов // Сб. мат. XVIII Междунар. науч.-практич. конф: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2015). – Иваново: ИВГПУ, 26-29 мая 2015. С.247...250.

3. Киселев А.М., Соркин А.П., Киселев М.В. Прогнозирование разрывной нагрузки нетканых материалов на основе математического моделирования их геометрической структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.14...17.

4. Киселев А.М. Моделирование структуры и деформационных свойств волокнистых холстов: Дис....канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2012.

5. Lomov S.V., Gusakov A.V., Huysmans G., Prodromou A., Verpoest I. Textile geometry preprocessor for meso-mechanical models of woven composites // Composites Science and Technology. – Vol. 60, 2000. P.2083...2095.

6. Трещалин Ю.М., Киселев А.М. Применение нетканых полотен "Холлофайбер" для изготовления композиционных материалов // Директор. – 2014, №1 (146). С. 19...22.

7. Колесников П.Н., Иванов А.Н., Киселев А.М., Хамматова Э.А. Компьютерные трехмерные модели текстильных материалов полотняного переплетения // Вестник Казанского технолог. ун-та. – Казань, 2014. Т.17. №9. С. 49...51.

8. Summerscales J., Russell P.M., Lomov S.V., Verpoest I., Parnas R. The fractal dimension of X-ray tomographic sections of a woven composite // Advanced Composite Letters. – Vol 13. №2. 2004. P.115...123.

9. Ивановский В.А. Анализ компьютерных томографов для дефектоскопии цельнотканых армирующих структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.23...28.

10. Киселев А.М. Определение перспективных направлений в построении автоматизированных систем проектирования 3D-преформ и прогнозирования заданных свойств композиционных материалов на их основе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С. 141...144.

REFERENCES

1. Treshhalin Ju.M., Kiselev M.V., Hammatova V.V., Treshhalin M.Ju., Kiselev A.M. Issledovanie struktury netkanyh materialov metodom komp'yuternoj tomografii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №5. S. 31...35.

2. Golubev S.E., Kiselev A.M. Aktual'nye zadachi proektirovaniya kompozicionnyh materialov // Sb. mat. XVIII Mezhdunar. nauch.-praktich. konf: Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX –2015). – Ivanovo: IVGPU, 26-29 maja 2015. S.247...250.

3. Kiselev A.M., Sorokin A.P., Kiselev M.V. Prognozirovaniye razryvnoj nagruzki netkanyh materialov na osnove matematicheskogo modelirovaniya ih geometricheskoy struktury // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 14...17.

4. Kiselev A.M. Modelirovaniye struktury i deformacionnyh svojstv voloknistyh holstov: Dis....kand. tehn. nauk. – Kostroma: KGTU, 2012.

5. Lomov S.V., Gusakov A.V., Huysmans G., Prodromou A., Verpoest I. Textile geometry preprocessor for meso-mechanical models of woven composites // Composites Science and Technology. – Vol. 60, 2000. P.2083...2095.

6. Treshhalin Ju.M., Kiselev A.M. Primeneniye netkanyh poloten "Hollofajber" dlja izgotovleniya kompozicionnyh materialov // Direktor. – 2014, № 1 (146). S. 19...22.

7. Kolesnikov P.N., Ivanov A.N., Kiselev A.M., Hammatova Je.A. Komp'yuternye trehmernye modeli tekstil'nyh materialov polotnjanogo perepleteniya // Vestnik Kazanskogo tehnolog. un-ta. – Kazan', 2014. T.17. №9. S. 49...51.

8. Summerscales J., Russell P.M., Lomov S.V., Verpoest I., Parnas R. The fractal dimension of X-ray tomographic sections of a woven composite // Advanced Composite Letters. – Vol 13. №2. 2004. P.115...123.

9. Ivanovskij V.A. Analiz komp'yuternyh tomografov dlja defektoskopii cel'notkanyh armirujushhih struktur // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.23...28.

10. Kiselev A.M. Opredeleniye perspektivnyh napravlenij v postroenii avtomatizirovannyh sistem proektirovaniya 3D-preform i prognozirovaniya zadannyh svojstv kompozicionnyh materialov na ih osnove // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 2. S. 141...144.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования технологических машин. Поступила 19.05.16.