

Н. П. Мидуков, зав. кафедрой, д-р техн. наук;
В. С. Куров, зам. директора по научной работе, д-р техн. наук
(СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург, РФ);
М. А. Зильберглейт, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ КАРТОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРОВНОГО СЛОЯ УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Хорошая упаковка повышает привлекательность продукта и привлекает потребителей. Качество базовой бумаги для печати зависит от микроструктуры, влияющей на такие свойства, как гладкость, толщина, масса квадратного метра, плотность и пористость. Расположение волокон влияет на эти характеристики. Склонность волокон образовывать флоккулы при подготовке бумажной массы нарушает структуру бумаги, влияя в последующем на однородность печати и впитывающие свойства. Понимание микроструктуры бумаги помогает расшифровать изменения в печатных свойствах. Качество печати также зависит от способа нанесения краски (например, струйная, офсетная, лазерная).

В струйных принтерах чернила на водной основе проникают в волокна целлюлозы, а тонер наносится на поверхность волокон при высоких температурах. Качество печати зависит от впитывания чернил и расположения волокон бумаги. Бумага и картон с покрытием влияют на качество печати в зависимости от технологии нанесения меловальной пасты.

Перед использованием тонера учёными изучались процессы проникновения чернил в волокна, влияющее на качество струйной печати, предшествующей лазерной. Однородность бумаги-основы, на которую влияет распределение волокон и пустот, имеет решающее значение. В лазерной печати появилось покрытие для улучшения печати на бумаге и картоне. Картон с покрытием влияет на печатные свойства, при этом качество покрытия имеет решающее значение. Нанесение базового слоя из целлюлозного волокна менее важно, чем нанесение химикатов для покровного слоя [1–2].

В Грацком университете (Австрия) анализируют микроструктуру волокнистого композита, чтобы улучшить оценку пористости/шероховатости бумаги/картона, подчеркивая недостатки методов, основанных на воздухопроницаемости [3–4].

Текущие исследования микроструктуры бумаги и картона сосредоточены на анализе волокон на поверхности и в поперечном сечении для разработки цифровых методов оценки качества. Анализ

микроструктуры поперечного сечения имеет важное значение для оценки свойств бумаги и картона с упором на определение их неоднородности. В ходе исследования макулатура использовалась для производства бумажной массы, соответствующей международным стандартам. Многослойные отливки были изготовлены с использованием листоотливного аппарата ISO 5269-2. Исследование микроструктуры образцов волокнистого материала осуществлялось в центре коллективного пользования НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей». Образцы для исследования, были получены в соответствии с международным стандартом с помощью приборов, находящихся в центре коллективного пользования «Биорефайнинг древесины и нанотехнологии» на базе Высшей школы технологии и энергетики при Санкт-Петербургском государственном технологическом университете промышленных технологий и дизайна.

Характеристики оборудования и полученные результаты были представлены в работах [5–6]. Работа ведётся в рамках совместного научного и научно-технического проекта, выполняемого образовательными и научными организациями, расположенными на территориях Санкт-Петербурга и Республики Беларусь на тему: «Разработка методов оценки и анализ неоднородности межволоконных связей в 2D/3D гетерогенной среде целлюлозных композиционных материалах» поддержан Комитетом по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга.

На рис. 1 показано поперечное сечение двухслойного картона с белым покровным слоем. Благодаря анализу изображений поперечного сечения стало возможным точно определить области среза волокон внутри поперечного сечения, как показано на рис. 2.

Результаты графического анализа позволяют определить профиль поверхностного слоя, оценить пористость бумаги и картона, однородность слоев и различные другие характеристики.

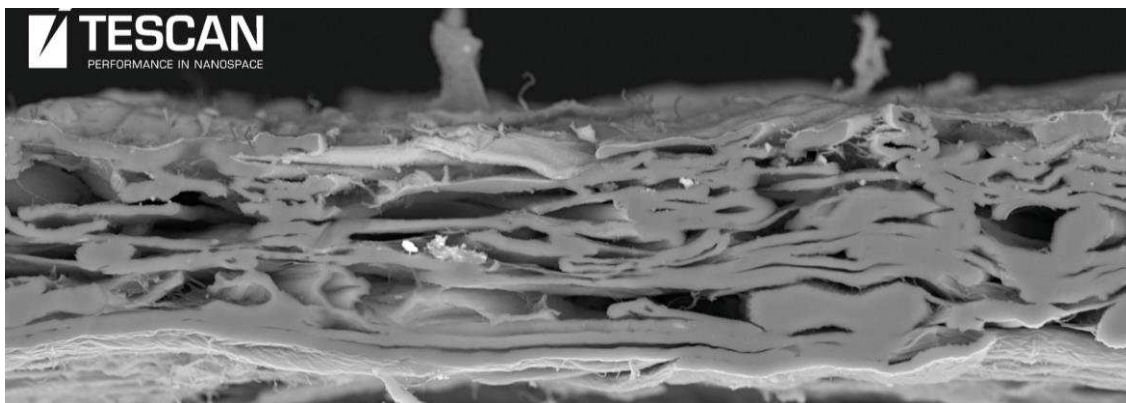


Рисунок 1 – Двухслойный картон в поперечном срезе

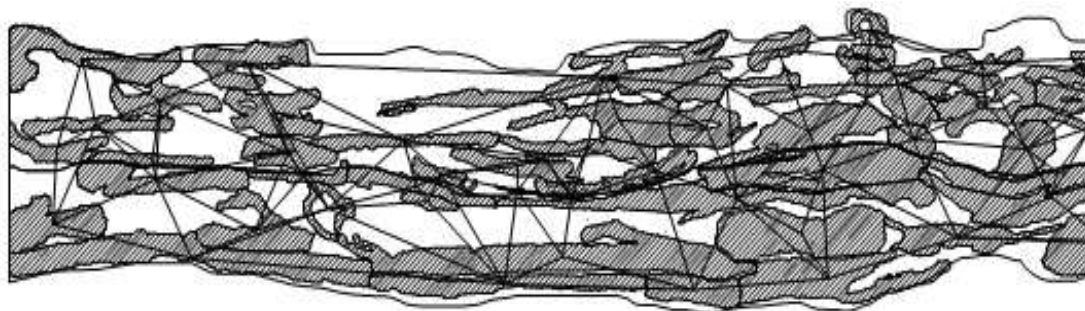


Рисунок 2 – Графический метод определения равномерности распределения волокон

На рис. 3 представлен пример оценки равномерности формирования слоёв картона, полученного в лаборатории. Согласно рис. 3 профиль поперечного среза разделён на отрезки с шагом в 5 мкм, по которым построена диаграмма распределения толщин слоёв в поперечном срезе.

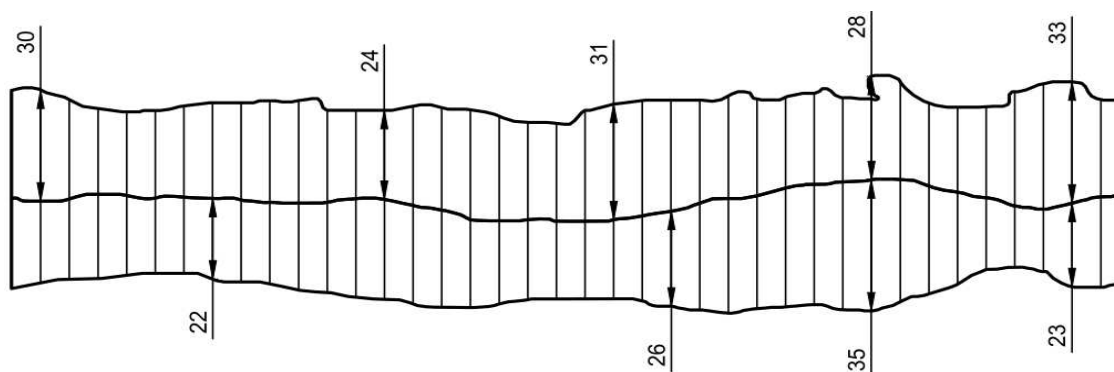
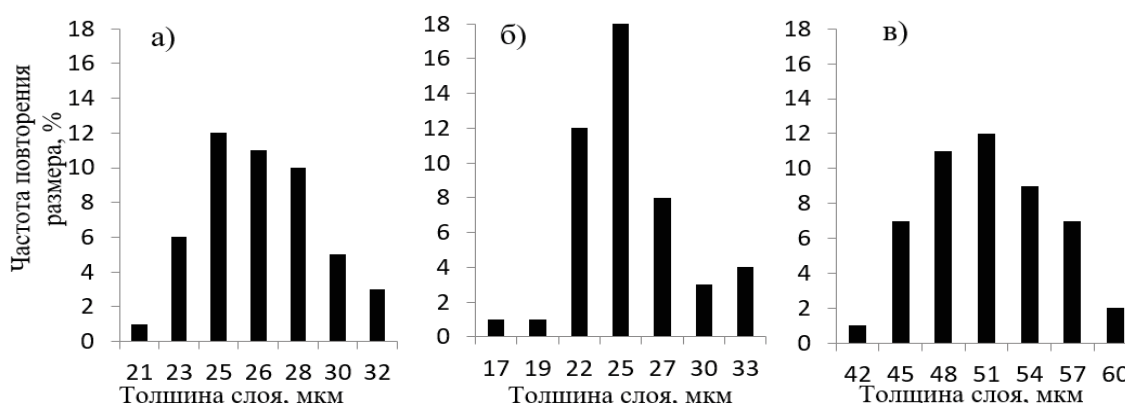


Рисунок 3 – Поперечного среза слоёв тест-лайнера с белым покровным слоем, разделённый на участки толщиной в 5 мкм

По значениям толщин поперечных срезов были построены диаграммы распределения (рис.4).



**Рисунок 4 – Распределения толщины слоёв и двухслойного картона:
а – распределение толщины покровного слоя; б – нижнего слоя;
в – двухслойного картона**

Данные, представленные на рис. 4, показывают, что нижний слой картона имеет наиболее однородное формирование, что видно на диаграмме (рис. 4, б). Улучшение печатных свойств бумаги и внешнего слоя картона влечет за собой повышение однородности формирования слоев.

Методика мониторинга однородности слоев бумаги и картона, описанная в исследовании, расширяет существующие методы оценки неоднородности целлюлозного композиционного материала посредством анализа микроструктуры поверхности, что является важным шагом в построении надежной модели волокнистого каркаса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Huber P., Carré B., Fabry B., Kumar S. Prediction of visual impact of deinked pulp on paper cleanliness // *Nordic Pulp and Paper Research Journal*. 2013, 430–438 pp.
2. Vukoje M., Jamnicki S., Rožić M. Deinkability of thermochromic offset inks // *Nordic Pulp and Paper Research Journal*. 2016. 692–699 pp.
3. Serebrennikova A., Teubler R., Hoffellner L., Leitner E., Hirn U., Zojer K. Physics informed neural networks reveal valid models for reactive diffusion of volatiles through paper // *Chemical Engineering Science*. 2024. No 285. 12 p.
4. Serebrennikova A., Teubler R., Hoffellner L., Leitner E., Hirn U., Zojer K. Transport of Organic Volatiles through Paper: Physics-Informed Neural Networks for Solving Inverse and Forward Problems // *Transport in Porous Media*. 2022. No 1 (145), 589–612 pp.
5. Kurov V.S., Midukov N.P. Evaluation of the formation quality of multilayer fiber composite material according to cross-sectional cut microstructure // *Fibre Chemistry*. 2021. No 2 (53). 115–119 pp.
6. Midukov N.P., Kazakov Ya.V., Heineman S., Kurov V.S., Smolin A.S. Investigation of transverse section of multi layered paperboard by ion cutting technique. *Fiber Chemistry*. 2020. No 1 (52). 51–57 pp.
7. Мидуков Н.П., Куров В.С. Влияние микроструктуры картона на его механические свойства // *Химия растительного сырья*. 2020. № 4. С. 361–371.