

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ БУМАГИ МЕТОДОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПЛЕКСА ЙОД-КРАХМАЛА**

Бумага – это широко используемый материал для струйной печати, и ее качество напрямую влияет на качество печатной продукции. Правильный выбор бумаги поможет не только улучшить качество продукции, но и сократить производственные затраты, повысить эффективность производства. Ее структура и однородность существенно влияют на эксплуатационные свойства, такие как прочность, гигроскопичность, способность к печати и взаимодействию с различными веществами.

В процессе изготовления бумаги для обеспечения приемлемого качества необходимым является добавление связующих средств. Основным таким средством является крахмал. В сырую массу, обработанную на бумагоделательной машине, добавляют крахмал в качестве проклеивающего реагента с целью увеличения способности бумаги к сопротивлению при смачивании водой.

Добавка крахмала в массу снижает пылимость бумаги, повышает удержание наполнителей, улучшает и стабилизирует канифольную проклейку. Одновременно повышаются практически все прочностные свойства бумаги: сопротивление разрыву, продавливанию, излому, истиранию. Усиливается жесткость, упругость, звонкость и белизна бумаги.

Структура бумаги, обуславливаемая особенностями строения исходных компонентов, их взаимодействием, ориентацией и распределением, во многом определяет потребительские характеристики бумажного листа.

Известно, чем однороднее бумажное полотно, тем выше его прочностные, оптические, печатные, электроизоляционные и другие свойства. При этом структура бумаги является как бы связующим звеном между характеристикой бумажного листа и технологией его изготовления. Поэтому вопросы, относящиеся к изучению структурных особенностей различных видов бумажной продукции, разработке методов и устройств для определения однородности строения бумаги, приобретают все большее значение.

Одним из методов оценки структурной неоднородности поверхности бумаги является использование химических реакций, основан-

ных на специфическом взаимодействии йода с крахмалом, образующим характерный розово-синий цвет. В данной работе рассматривается методика анализа структурной неоднородности бумаги посредством распределения комплекса йод-крахмала на ее поверхности.

Целью исследования является разработка и оптимизация методики, позволяющей выявить структурные особенности бумажных материалов с использованием данного метода. Проблема заключается в недостаточной информативности традиционных методов анализа, что подчеркивает необходимость внедрения более чувствительных и точных подходов.

Для количественной оценки распределения комплекса йод-крахмала была разработана принципиально новая методика оценки неоднородности бумаги, основанная на сорбции красителя (метиленового синего) бумагой. При впитывании паров раствора йода поверхностью бумаги, крахмальные частицы, если они присутствуют, образуют с йодом синий комплекс, который можно визуализировать и количественно оценить. Неоднородность распределения крахмала и, следовательно, структурные неоднородности поверхности проявляются в виде участков с различной интенсивностью окраски.

При определенных условиях, пары йода, испарившиеся в газовой фазе, способны окрашивать образцы материала в синева-розовый цвет, что обусловлено комплексообразованием крахмал-йод. При этом, в зависимости от распределения крахмала или его производных по поверхности, появляется возможность оценить распределение этого проклеивающего агента по поверхности листа. В результате может быть проведена оценка степени удержания нанесенного крахмала по сравнению с дозированием, а также его распределение на поверхности бумажного листа. Все это позволяет выявить скрытые дефекты без разрушения материала и улучшить контроль качества в производстве.

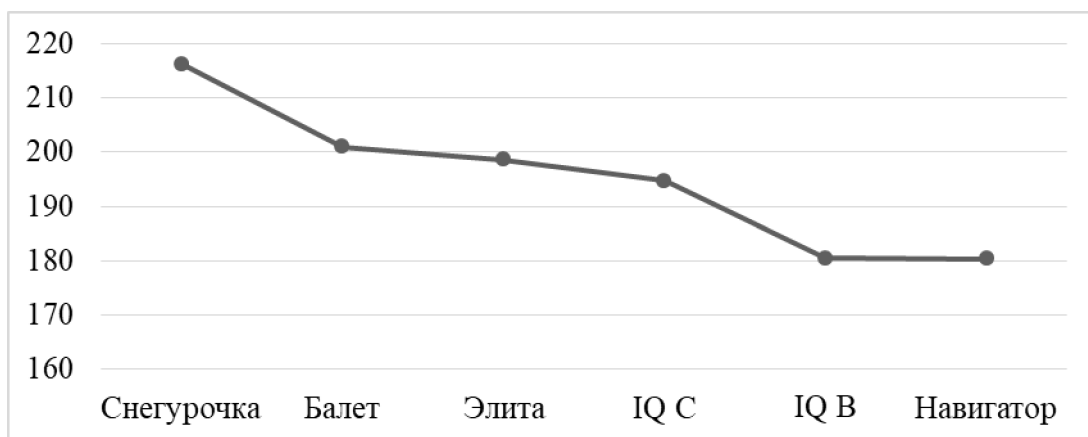
Объектом исследования были образцы офисной бумаги массой  $80 \text{ г/м}^2$ , выпускаемой разными производителями класс А марки «Навигатор», «Элита», «Балет», класс В марки «IQ» и класс С марки «IQ» и «Снегурочка».

В работе апробирована и использована разновидность оптического метода количественной оценки однородности просвета, основанная на сканировании и обработке фотографий образцов бумаги в проходящем свете.

Способ определения неоднородности бумаги, заключающийся в том, что образец бумаги закрепляют на емкости с окрашенной каплями йода жидкостью, выдерживают до окрашивания поверхности бу-

маги в синий цвет, после чего окрашенный образец сканируют и получают изображение в цифровом формате, затем анализируют полученное изображение с помощью программы по обработке изображений позволяющим получить дисперсию окраски и коэффициент вариации распределения цвета, после чего оценивают параметры неоднородности окраски образца.

Так как бумаги были получены от разных производителей, то мы не можем точно гарантировать, что элементы проклейки в виде соединений крахмала имеют одну и ту же природу. Однако, предварительный результат позволяет распределить полученные материалы формально по содержанию крахмала в ряд: Балет > Элита > Снегурочка > Стандарт > IQ В > IQ С > Навигатор (рис.). Тем не менее мы можем точно характеризовать характер распределения крахмала по поверхности, основываясь по разбросу значений цветности: наиболее стабильно распределение в Навигатор и Снегурочка, наименее – Балет; по неоднородности: наиболее стабильна бумага Навигатор, наименее – Балет.



**Рисунок – Результаты распределения комплекса йод-крахмал для исследуемых бумаг**

На основании анализа распределения яркости (в диапазоне 0–255) установлена прямая зависимость между средним серым значением и качеством структуры.

Снижение данного показателя (приближение к 0 – абсолютно черному цвету) свидетельствует о повышении оптической плотности и достижении более однородной структуры материала. Напротив, увеличение среднего значения яркости указывает на наличие светлых включений или пустот, что характеризует структуру как менее плотную и неоднородную