

В. И. Темрук, директор УП «Бумажная фабрика Гознака»; В. В. Горжанов, инженер;  
А. А. Пенкин, аспирант; О. А. Новосельская, ассистент; Т. В. Соловьева, профессор

## ПОВЫШЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ СВОЙСТВ БУМАГИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКОЙ

The questions of raising paper properties are examined. To this effect the method of including hydrophobic and hygrophilous polymer blend is utilized.

В последние годы во всем мире наблюдается неуклонное увеличение производства и расширение ассортимента бумаги для печати. Это связано, с одной стороны, с возросшими требованиями, предъявляемыми к печатной продукции, а с другой стороны, с многочисленными разработками в области технологии печати, офисной техники, полиграфического оборудования и расширения областей применения цифровой печати. В связи с этим возрастает актуальность проведения работ по повышению свойств бумаги, предназначенной для печати [1].

С этой целью использован прием введения полимерной дисперсии в состав для поверхностной проклейки на основе модифицированных крахмалов.

Традиционно в производстве бумаги для печати используют наносимые на поверхность композиции на основе окисленного или катионного крахмала [2]. При использовании проклеивающих композиций оптимизируются такие свойства получаемой бумаги, как:

- структурно-механические (удельное сопротивление разрыву, сопротивление раздиранию, жесткость при статическом изгибе);
- печатные (прочность поверхности к выщипыванию, пылимость, шероховатость);
- сорбционные (степень проклейки, поверхностная впитываемость по Коббу, расплывание чернил, проникновение чернил на обратную сторону листа).

Установлено, что при работе на печатной машине бумага, проклеенная композицией на основе одного крахмала, обеспечивает формирование качественного изображения, но при печати на высокоскоростных печатных машинах наблюдается повышение пылимости, отмарывание краски (высокая печать), появление «марашек», проникновение печатной краски в толщу листа (особенно это явление проявляется в глубоком и высоком способах печати), расплывание краски по поверхности [3].

Это связано с тем, что сформированная на поверхности бумажного полотна крахмальная пленка в процессе сушки после испарения свободной воды между макромолекулами крахмала начинает сжиматься в продольном и поперечном направлениях. Поскольку крахмал является жесткоцепным полимером, в крахмальной сетке возникают значительные усадочные напряжения, приводящие к появлению микротрещин, по которым при печати происходит расплывание чернил и краски и проникновение их в толщу листа.

Современными тенденциями при разработке композиционных составов для поверхностной проклейки бумаги для печати является использование системы на основе смеси гидрофильных и гидрофобных полимеров. В качестве гидрофильного полимера чаще всего используют различные модификации крахмала, а в качестве гидрофобного – синтетические полимеры в виде дисперсий [4]. Последние состоят из гидрофобного полимерного ядра – сферических частиц – и защитного коллоида. В процессе поверхностной проклейки в капиллярно-пористой структуре и на поверхности бумаги формируется пленка из гидрофильной крахмальной матрицы с равномерно распределенными в ней гидрофобными полимерными частицами. Температура сушки бумаги значительно превышает температуру стеклования полимера (температура стеклования 50–60°C), поэтому, когда в крахмальной матрице начинают возникать усадочные напряжения, синтетические полимеры, сохраняя свою пластичность, придают эластичность пленке и снимают возникающие усадочные напряжения, предотвращая тем самым появление микротрещин.

Основным критерием при выборе использованных в наших исследованиях полимеров являлась совместимость их дисперсий с окисленным и ферментированным крахмалом. Такое свойство показали дисперсия сополимера стирола с малеиновым ангидридом, сополимер стирола с акрилатом и дисперсия D. Было также установлено, что они не изменяют реологических свойств клейстеров, получаемых на основе модифицированных крахмалов.

Поверхностную проклейку проводили на лабораторной установке, имитирующей клеильный пресс. Дисперсии вводили в количестве от 0 до 10% от массы крахмала. Полученные образцы бумаги с поверхностной проклейкой были исследованы с целью определения их физико-механических, печатных и оптических свойств. Исследование показало, что за счет введения сополимеров увеличиваются показатели прочности бумаги, а также ее поверхности, уменьшается впитываемость при одностороннем смачивании. Оптические свойства бумаги также улучшаются, однако в диапазоне добавок, превышающих 5%, наблюдается чрезмерная гидрофобизация поверхности, что негативно отражается на печатных свойствах. Это дало основание рекомендовать для опытно-промышленной проверки концентрацию 4,5%.

Проведенные лабораторные исследования с концентрацией 4,5% представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Свойства бумаги с поверхностной проклейкой

| Показатель   | Композиция состава для поверхностной проклейки |   |       |                               |
|--|--|---|-------|-------------------------------|
|  | Крахмал  | Крахмал + дисперсия полимера              |       |                               |
|  |  | Сополимер стирола с малеиновым ангидридом | D *   | Сополимер стирола с акрилатом |
| Масса, г/м <sup>2</sup>                                      | 80±3   | 80±3                                      | 80±3  | 80±3                          |
| Разрушающее усилие, Н  | 41   | 40  | 42    | 48                            |
| Сопротивление раздиранию, мН                                 | 400  | 485                                       | 500   | 520                           |
| Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup> | 20   | 18  | 17    | 18                            |
| Прочность поверхности, по Деннисону                          | 14-16  | 16-18                                     | 18-20 | 18-20                         |
| Степень проклейки, мм  | 2,0  | 2,0                                       | 2,0   | 2,0                           |
| Белизна, %   | 80-82  | 80-82                                     | 80-82 | 80-82                         |
| Оптическая плотность, Б                                      |  |   |       |                               |
| черный   | 0,712  | 0,982                                     | 1,125 | 1,131                         |
| голубой  | 0,923  | 0,956                                     | 0,932 | 0,925                         |
| пурпурный  | 0,928  | 0,844                                     | 0,813 | 0,816                         |
| желтый   | 1,279  | 0,712                                     | 0,736 | 0,758                         |

\* На композицию подана заявка на выдачу патента.

Для испытаний в промышленных условиях был выбран наиболее доступный вариант — дисперсия D. При этом были опробованы различные виды крахмалов совместно с дисперсией D. В качестве контрольных вариантов составов были приняты составы на основе одного окисленного крахмала. Дисперсию вводили в количестве 4,5% от а. с. в. крахмала. Рабочая концентрация составов с дисперсией D была равна 3,7–3,8%. Проведенные лабораторные испытания показали возможность уменьшения расхода состава для поверхностной проклейки (вариант 5 табл. 2).

Характеристика проклеивающих составов для поверхностной проклейки представлена в табл. 2.

Испытания полученной экспериментальной промышленной партии бумаги для печати проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 8049-62, ГОСТ 12605-97 (ИСО 535-91), ГОСТ 13199-94, ГОСТ 13523-78, ГОСТ 13525.1-79, ГОСТ 13525.2-80, ГОСТ 13525.7-68, ГОСТ 9582-96 (ИСО 2493-92), ГОСТ 13648.6-86, ГОСТ 24356-86.

Как видно из данных, представленных в табл. 3, введение дисперсии D в композицию модифицированных крахмалов в количестве 4,5–5% от массы а. с. в. крахмала позволяет повысить прочность поверхности к выщипыванию в 1,3 раза и сопротивление изгибу в 2 раза.

В пятом варианте композиции рабочая концентрация крахмала была снижена на 20–25%. Однако и в этом случае обеспечивается проч-

ность поверхности к выщипыванию на уровне 2,1–2,24 м/с, сопротивление изгибу при этом повышается в 1,4 раза.

Кроме того, как видно из полученных данных, при использовании для поверхностной проклейки составов на основе модифицированных крахмалов совместно с дисперсией D увеличивается оптическая плотность, которая характеризует красковосприятие бумаги. Это можно объяснить повышением эластичности пленки, не содержащей микротрещин, состоящей из гидрофильной крахмальной матрицы с включениями гидрофобного полимера, равномерно распределенного в ней, что приводит к улучшенному взаимодействию олеофильной краски с поверхностью проклеенной бумаги. Гидрофильный крахмал впитывает воду из капель чернил (струйная печать) и краски (флексопечать, глубокая печать), предотвращая затекание. Гидрофобные частицы полимера уменьшают набухание крахмальной сетки и предотвращают растекание чернил (краски) и впитывание их вглубь листа. Таким образом, в этих условиях при поверхностной проклейке образуется пленка, которая может рассматриваться как своеобразная полупроницаемая мембрана, пропускающая внутрь листа бумаги лишь молекулы воды и задерживающая на поверхности бумаги остальные компоненты чернил (краски), обладающие большей молекулярной массой.

Таблица 2

## Характеристика проклеивающих составов для поверхностной проклейки

| Варианты | Состав                                 | Рабочая концентрация, % | Температура, °С | Вязкость по ВЗ-4, с |
|----------|--|-------------------------|-----------------|---------------------|
| 1        | Окисленный крахмал (контрольный)       | 4,4                     | 53              | 13                  |
| 2        | Окисленный крахмал (контрольный)       | 3,9                     | 52              | 12                  |
| 3        | Окисленный крахмал + дисперсия D       | 3,9                     | 55              | 12                  |
| 4        | Ферментированный крахмал + дисперсия D | 3,7                     | 54              | 14                  |
| 5        | Ферментированный крахмал + дисперсия D | 2,6                     | 55              | 13                  |



**Физико-механические и печатные свойства бумаги для печати,  
полученной в промышленных условиях**

| Показатель   | Варианты состава |         |       |         |       |
|--|------------------|---------|-------|---------|-------|
|  | 1                | 2       | 3     | 4       | 5     |
| Масса бумаги площадью 1 м <sup>2</sup> , г                             | 55               | 80      | 80    | 55      | 55    |
| Привес на 1 м <sup>2</sup> бумаги, г                                   | 1,69             | 1,32    | 1,32  | 1,48    | 1,03  |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>   | 0,79             | 0,78    | 0,8   | 0,81    | 0,8   |
| Разрушающее усилие, Н  |                  |         |       |         |       |
| в машинном направлении   | 43–45            | 51–59   | 58–59 | 41–42   | 49–51 |
| в поперечном направлении   | 26–24            | 40      | 39–40 | 26–28   | 27–28 |
| Белизна, %   | 81               | 80–82   | 80–82 | 80      | 80    |
| Гладкость, с   | 48               | 43      | 41    | 47      | 48    |
| Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб 30), г/м <sup>2</sup> | 16               | 20      | 18    | 18      | 15    |
| Сопrotивление раздираанию, мН  | 400              | 480     | 500   | 400     | 400   |
| Сопrotивление излому, ч. д. п.   | 25/25            | 40/43   | 40/43 | 25/27   | 35/40 |
| Относительное удлинение, м   | 0,9–1,0          | 0,7–0,9 | 0,8   | 0,9–1,0 | 0,9–1 |
| Зольность, %   | 12,3             | 12,6    | 12,8  | 12,6    | 10,5  |
| Степень проклейки, мм  | 2,0              | 2,0     | 2,0   | 2,0     | 2,0   |
| Прочность поверхности к выщипыванию *                                  |                  |         |       |         |       |
| № теста по Деннисону   | 14–16            | 13–14   | 16–18 | 18–20   | 13–14 |
| м/с  | 2,10             | 1,72    | 2,37  | 2,24    | 2,12  |
| Линейная деформация, %   | 2,5              | 2,5     | 2,4   | 2,5     | 2,4   |
| Жесткость при изгибе, Нмм  | 0,078            | 0,22    | 0,47  | 0,16    | 0,062 |
| Сопrotивление изгибу, мН   | 5                | 14      | 30    | 10      | 4     |
| Оптическая плотность, Б  |                  |         |       |         |       |
| черный   | 0,646            | 0,712   | 0,849 | 1,125   | 1,142 |
| голубой  | 0,843            | 0,923   | 0,947 | 0,932   | 0,906 |
| пурпурный  | 0,665            | 0,928   | 0,733 | 0,813   | 1,047 |
| желтый   | 0,475            | 1,279   | 0,758 | 0,736   | 0,581 |
| Влажность, %   | 4,2              | 4,0     | 4,2   | 4,2     | 4,1   |

\* Вязкость краски по ВЗ-4 – 20 с, давление печати – 650 Н.

Таким образом, из результатов проведенных исследований и испытаний можно сделать вывод о целесообразности использования дисперсии D в составе для поверхностной проклейки на основе крахмала с целью повышения печатных свойств бумаги.

#### Литература

1. Махотина Л.Г., Рассказова Н.Я., Аким Э.Л. Современные тенденции поверхностной проклейки бумаги для офисной техники // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2001. – № 7/8. – С. 22–25.

2. Лапин В.В., Смоляков А.И., Волков В.А., Кудрин Н.Д. Специализированные виды катионного крахмала для бумажного производства // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2000. – № 11/12. – С. 23–25.

3. Колонин Н.Р., Иванчик Ю.С. Отечественная бумага по мировым стандартам // Новости полиграфии. – 2001. – № 21/22. – С. 7.

4. Muck T., Novak G. Hydrophilic / Hydrophobic Surface Treatment of Sized and Unsized Base Paper for Various Digital Printing Techniques // Wochenblatt fur Papierfabrikation. – 2002. – № 14/15. – P. 976–981.