

## ЛИТЕРАТУРА

1 Kamoga Omar Lwako M., Byaruhanga Joseph K., Kirabira John Baptist. «A review on pulp manufacture from non wood plant materials». International Journal of Chemical Engineering and Applications. – 2013. – Vol. 4, № 3. – P. 144-148.

2 Непенин, Н.Н. Технология целлюлозы. Т. 3 Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы / Н.Н. Непенин, Ю.Н. Непенин. Москва: «Экология», 1994 г.

3 Иконникова М.А., Королёва Т.А., Вальков Р.К. «Использование недревесного сырья в целлюлозно-бумажном производстве». Сборник материалов IV всероссийской отраслевой научно-практической конференции «Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности». Т. 1. – 2016. – С. 149-157.

4 Иконникова М.А., Королёва Т.А., Севастьянова Ю.В., Иванов К.А. «Способ получения целлюлозы, пригодной для изготовления бумаги, из недревесного сырья растительного происхождения». Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых-2016. Сборник материалов конференции. – 2016. – С. 364-370.

5 Salminen J., Koukkari P., Paren A. Thermochemical experiments and modelling of the PO bleaching stage. JPPS. – 2000. – № 12. – P. 26.

УДК 676.224.2 : 67.05

Е.В. Куркова, зам. нач. отдела технологии бумаги,  
канд. техн. наук, [Kurkova\\_E\\_V@goznak.ru](mailto:Kurkova_E_V@goznak.ru);

О.С. Мартыанова, науч. сотр., [Martyanova\\_O\\_S@goznak.ru](mailto:Martyanova_O_S@goznak.ru);

К.С. Архипов, ст. науч. сотр. [Arhipov\\_K\\_S@goznak.ru](mailto:Arhipov_K_S@goznak.ru);

(Научно-исследовательский институт –  
филиал акционерного общества «Гознак», г. Москва)

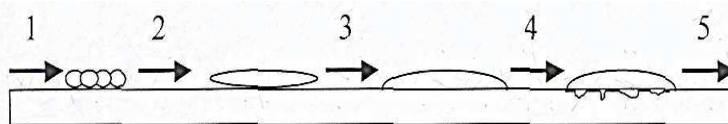
### **ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ**

#### **ЛАЗЕРНЫМ ПРИНТЕРОМ**

При персонализации бланков ценных бумаг и документов лазерным принтером появляется проблема удержания тонера на бланке. Бланк любого документа при использовании подвергается многократному сложению (сгибанию и разгибанию), при этом персональные данные, внесенные лазерным принтером, могут быть полностью или частично утеряны.

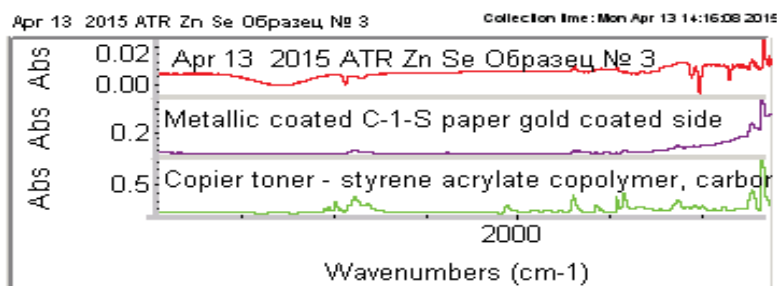
Механизм закрепления лазерного тонера на поверхности бумажного листа известен [1]. Электростатически переносимый слой тонера в принтере нагревается посредством передачи тепла до температуры перехода тонера в вязкотекучее состояние, происходит спека-

ние его частиц (рисунок 1, поз. 1 и 2). Расплав тонера смачивает поверхность бумаги (поз. 3) и растекается, проникая в поры и капилляры бумаги (поз. 4). По окончании нагрева тонер остывает и закрепляется на поверхности (поз. 5). Прочность закрепления оценивают измерениями степени адгезии лазерного тонера [2].



**Рисунок 1 – Трансформация лазерного тонера на поверхности бумаги**

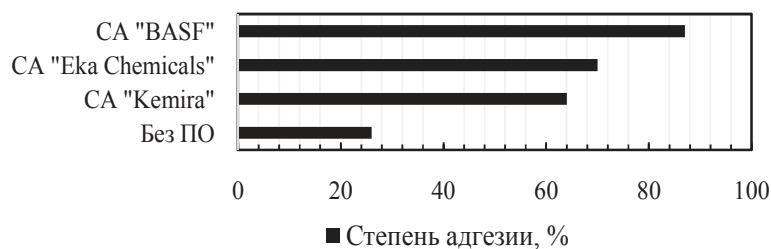
Известно, что взаимодействие полимеров возможно только в растеклованном вязкотекучем состоянии. При этом создается общая для поверхности бумаги и лазерного тонера надмолекулярная структура, аналогичная композиционному материалу и способствующая усилению адгезии [3]. Для этого мы изучили состав тонера с помощью ИК-спектроскопии. Результаты показаны на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Спектр идентификации лазерного тонера**

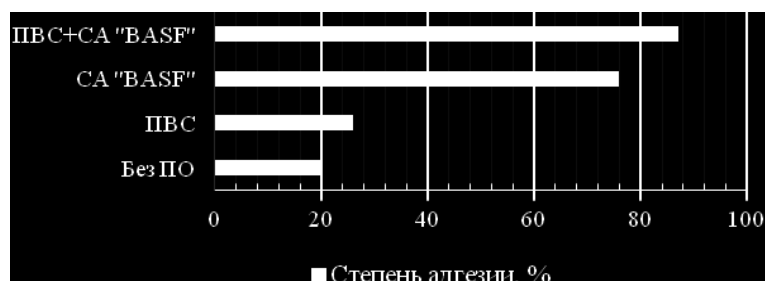
Наряду с металлическим пигментом в состав тонера входит стирол-акриловый сополимер (далее СА), используемый в качестве носителя пигмента. Химия поверхности должна быть совместима с химией печати. Отсюда следует, что увеличить адгезию тонера можно путем введения в бумажное полотно термоактивных полимеров – добавок в пропиточный состав, имеющих сродство к носителю пигмента лазерного тонера - СА.

На рынке имеется ряд продуктов требуемых свойств. Выбор оптимальной добавки для технологии изготовления специальной бумаги-основы для бланков ценных бумаг и документов осуществлялся путем контроля степени адгезии лазерного тонера [2]. Бумажное полотно пропитывалось составом с добавкой в пропиточной ванне, в досушивающей части БДМ компоненты состава закреплялись на волокнах бумажного полотна, глубоко проникая в поры и капилляры. На рисунке 3 показаны результаты исследований. Максимальный результат по адгезии тонера получен при использовании продукта СА фирмы «BASF».



**Рисунок 3 – Выбор марки стирол - акрилового сополимера для усиления адгезии лазерного тонера**

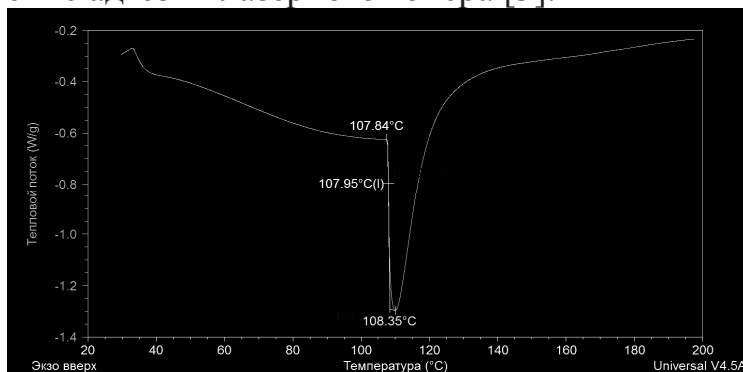
Выигрыш от его использования в рецептуре проклеивающего состава на основе раствора ПВС - показан на рисунке 4.



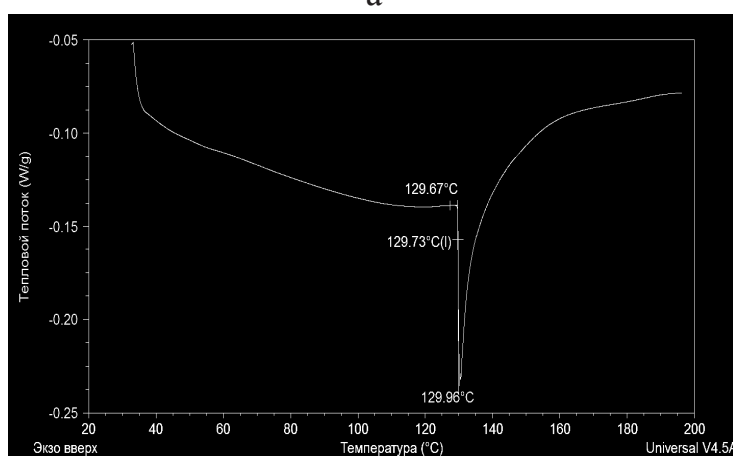
**Рисунок 4 – Влияние компонентов проклеивающего состава на степень адгезии лазерного тонера**

Устойчивость результата по степени адгезии лазерного тонера на бланке документа возрастает, если при печати персональных данных использовать оптимальные настройки. На качество печати влияет опция выбора типа используемой бумаги, что позволяет поднять степень адгезии до 90 % и выше. Таким образом, добавка любого активного полимера (рисунок 3) будет работать на повышение адгезии только тогда, когда будут созданы условия для её перехода в вязкотекучее состояние [3]. Инициатором такого перехода может служить соответствующий типу бумаги прогрев. Печать лазерным принтером в условиях недостаточного нагрева бумаги не позволяет специальным добавкам, усиливающим адгезию, проявить себя. Поверхность бумаги не расстекловывается, а тонер не расплавляется. Если бумаге и тонеру одновременно обеспечен полноценный прогрев до температуры перехода в вязкотекучее состояние, тонер закрепляется на поверхности с высоким результатом по адгезии. При этом создается общая для поверхности бумаги с активным полимером и носителем пигмента ла-

зерного тонера (рисунок 2) надмолекулярная структура, которая работает на усиление адгезии лазерного тонера [3].



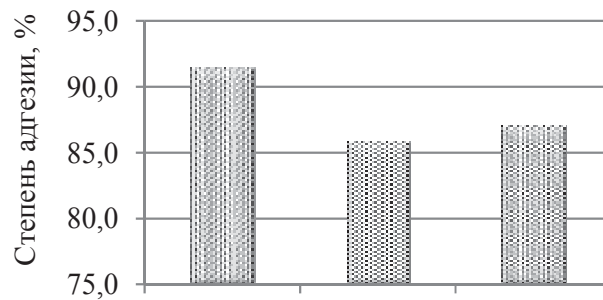
а



б

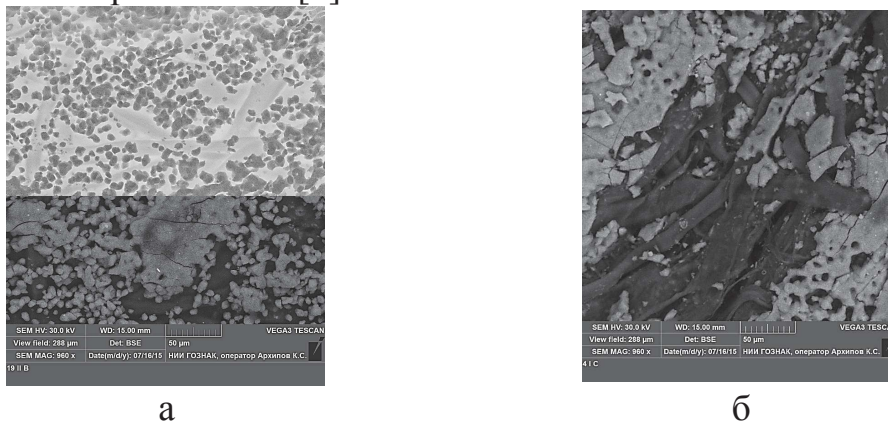
**Рисунок 5 – Температура перехода в вязкотекучее состояние полиуретановой дисперсии (а) и стирол-акриловой дисперсии (б)**

На рисунке 5 показана температура фазового перехода полиуретана отечественного производителя (далее ПУ) (рисунок 5а) и СА фирмы «BASF» (рисунок 5б) в вязкотекучее состояние. Полиуретан размягчается при более низкой температуре (рисунок 5а), чем стирол-акрилат. Анализ проведен с помощью методов ТГА (термогравиметрического анализа) и ДСК (дифференциальной сканирующей калориметрии) на приборах Q600 (ТГА) и Q20P (ДСК) производства TA Instruments. Использование эластичного по природе полиуретана вместо хрупкого стирол-акрилата вполне может быть обосновано его более низкой температурой стеклования. Проверить результат использования полиуретана удалось с помощью стандарта [4], своеобразного «краш-теста» на адгезию тонера (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Степень адгезии лазерного тонера по «краш-тесту» в зависимости от вида полимера в пропиточном составе**

Сохранение плашки тонера после сминания по «краш-тесту» на поверхности бумаги зависит от эластичных свойств последней. На рисунке 7 показаны два варианта плашки лазерного тонера, отпечатанные на основе, обработанной полиуретаном и хрупким стирол-акрилатом. Изображения получены на растровом электронном микроскопе «TESCAN Vega 3 SBU», оснащённом пушкой с вольфрамовым термоэмиссионным катодом, размер видимой области (288 x 288 мкм). Исследованный участок образца – место сгиба плашки лазерного тонера после «краш-теста» [4].



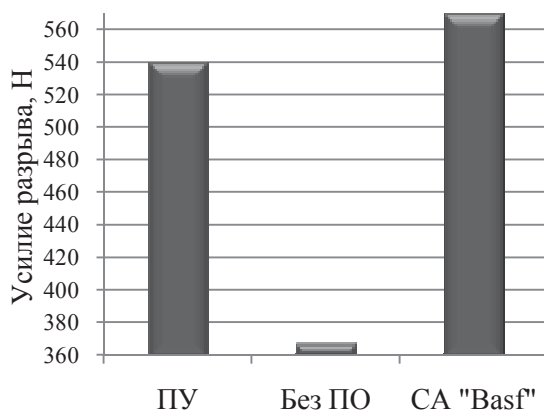
(а – на бумаге с полиуретаном; б – на бумаге со стирол-акрилатом)

**Рисунок 7 – Плашка тонера после «краш-теста» на бумаге, обработанной термопластичными полимерами с различной температурой стеклования**

Плашка тонера (рисунок 7а) сохранила определенную дискретность; отдельные частицы тонера которой удержались на поверхности бумаги даже по месту активной деформации (степень адгезии по «краш-тесту» - 98 %). Плашка (на рисунке 7б) состоит из хрупкого расплава тонера, который имеет больше механических дефектов (трещин и отделившихся частиц расплава тонера) и более низкий результат по степени адгезии. Но при этом когезионная прочность данной плашки выше (рисунок 8). Можно предположить, что более низкая

температура стеклования ПУ полимера привела к преимущественному взаимодействию отдельных частиц тонера с основой (рисунок 7а).

Частицы тонера на рисунке 7а не создали общую структуру – расплав; поэтому когезионная прочность тонера данной плашки оказалась ниже, что подтверждают результаты испытаний плашки на прочность в Z-направлении (рисунок 8). Разрушение происходит по материалу с более низкой когезионной прочностью. В данном случае плашка меньшей прочности оказалась на образце бумаги, обработанной дисперсией полиуретана (рисунок 8).



**Рисунок 8 – Когезионная прочность плашки лазерного тонера в Z-направлении на поверхности бумаги-основы, обработанной дисперсией стирол-акрилата и дисперсией полиуретана**

Использование дисперсии полиуретана, не смотря на выигрыш в жестком «краш-тесте», приводит к снижению когезионной прочности плашки лазерного тонера, что критично для долговечности персональных данных.

Таким образом, температура фазового перехода полимеров в вязкотекучее состояние оказывает влияние на степень адгезии и когезионную прочность плашки (оттиска) лазерного тонера на бумаге-основе для документов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Katja Sipi. Toner-paper interaction induced by the fixing process in electrophotographic printing / Взаимодействие тонера и бумаги, вызванное процессом закрепления в электрофотографической печати / Хельсинский технологический университет, 2002.

2 TCM 8500 Toner adhesion by tape peel and optical densitometry.

3 Аким Э.Л. Обработка бумаги (основы химии и технологии обработки и переработки бумаги и картона). – М.: Лесн. пром-сть, 1979. –232 с.

4 TCM 8507 Toner adhesion by crease test and image analysis.