

А. А. Перепелкина, М. Ф. Галиханов, Л. Р. Мусина

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОДАВЛИВАНИЮ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО МАТЕРИАЛА

**Ключевые слова:** целлюлозно-бумажный материал, бумага, термическая обработка, электрофизическое воздействие, коронный разряд, сопротивление продавливанию.

*В статье приводятся данные по исследованию влияния термической обработки и электрофизического воздействия на прочностные свойства упаковочной бумаги. Показано, что применение коронного разряда с термической обработкой повышают сопротивление продавливанию бумаги.*

**Keywords:** Pulp and paper material, paper, heat treatment, electrophysical exposure, corona discharge, burst strength.

*The article presents data on the study of heat treatment and electrical effects influence on mechanical properties of packaging paper. It is shown that the application of corona discharge and thermal treatment increases the burst strength of the paper.*

### Введение

На сегодняшний день одними из самых востребованных упаковочных материалов остаются целлюлозно-бумажные материалы, обладающие оптимальными для применения функциональными характеристиками [1]. Бумага привлекает своей дешевизной, легкостью, универсальностью, удобством при процессах транспортировки и переработки. Основным недостатком бумажного материала является низкие показатели механической прочности [2, 3]. Это значительно снижает сферу применения в тех случаях, когда требуется сохранение прочности упаковки с большой массой затариваемого продукта.

Отличительной особенностью научных изысканий в данном направлении является разработка и применение прогрессивных методов в процессе изготовления и обработки целлюлозно-бумажных материалов с целью улучшения тех или иных их характеристик [4 – 7].

Одними из актуальных направлений повышения качества бумажных материалов могут быть различные физические воздействия – термическая обработка, обработка в электрическом поле, радиационные и микроволновые излучения и т.п. Целью настоящей работы явилось исследование влияния термической обработки и воздействия электрического поля на прочностные свойства целлюлозно-бумажного материала.

### Экспериментальная часть

Для исследований была выбрана упаковочная бумага марки М-70 (ГОСТ 2228) плотностью 70 г/м<sup>2</sup>, толщиной 0,2 мм.

Показателем качества служило сопротивление продавливанию  $\sigma_{пр}$  (ГОСТ 13525.8-86) Этот показатель, конечно, нельзя отнести к числу основных свойств целлюлозно-бумажных материалов, но он имеет важное значение для упаковочно-оберточных видов бумаги.

Термическую обработку образцов размерами 100 × 100 мм проводили в термощкафу при 80°C в течение 300 с. Воздействия электрического поля на

бумагу проводилось в отрицательном коронном разряде при напряжении 35 кВ, в течение 60 или 120 с.

### Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что термообработка и действие коронного разряда влияет на прочностные характеристики бумаги (табл. 1).

**Таблица 1 – Значения сопротивления продавливанию исходной бумаги и бумаги, подверженной физическим воздействиям**

| Обработка в коронном разряде         | Без действия коронного разряда | Действие коронного разряда 60 с | Действие коронного разряда 120 с |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Термическая обработка                |                                |                                 |                                  |
| Без термообработки                   | 2,92                           | 2,97                            | 3,27                             |
| Термообработка 80 °С в течение 300 с | 2,98                           | 3,19                            | 3,22                             |

Видно, что при выдержке бумаги в поле коронного разряда повышается ее  $\sigma_{пр}$ , причем чем дольше материал находится в электрическом поле, тем выше эффект - 2 % и 12 % при 60 и 120 секундах соответственно. Это связано с тем, что при воздействии электрического поля происходит ориентация элементов структуры целлюлозно-бумажного материала (сегментов макромолекул целлюлозы, лигнина и крахмала) и возникновение связей между свободными поверхностными гидроксильными группами целлюлозных волокон при их взаимном сближении, что приводит к упрочнению всей структуры материала. Известно, что свойством растительного волокна, самопроизвольно проявляющим себя, является образование двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности волокон [8]. Указывается, что ДЭС имеется как на поверхности свободных сегментов волокна, так и в коагуляционных контактах. Величина и знак электрокинетического потенциала, как количественной характеристики ДЭС, могут изменяться под действи-

ем многих факторов – рН, вида и концентрации в бумажной массе химических веществ (особенно ионогенных), вида волокнистого полуфабриката (целлюлоза, древесная масса, вторичное волокно) и степени его гидратации, воздействия электрического поля, а также ряда других факторов [9]. Скорее всего, под действием коронного разряда происходит искусственное возрастание потенциала двойного электрического слоя, что благоприятно сказывается на прочностных характеристиках бумаги. Вероятность реализации такого механизма повышения прочностных и адгезионных характеристик целлюлозно-бумажных материалов обсуждалась и ранее [10].

При термообработке бумаги незначительно (на 7 %) повышается ее сопротивление продавливанию. Это вполне может быть связано с удалением влаги из структуры бумаги, т.е. из межволоконного пространства. Данные изменения приводят к сближению волокон и, как следствие, увеличением степени жесткости бумаги, способности волокон противостоять разрушающим нагрузкам. Длительное кондиционирование бумаги ведет к восстановлению значений ее влажности и значений  $\sigma_{пр}$ .

Примечательно, что вышеописанное положительное влияние коронного разряда на сопротивление продавливанию бумаги сохраняется, хотя и не так значительно. Так, под действием коронного разряда на термообработанные образцы бумаги в течение 60 с их  $\sigma_{пр}$  повышается на 7 %, в течение 120 с – на 8 %.

Судя по полученным данным, повышение физико-механических свойств бумаги связано с воздействием электрического поля. Это позволяет предложить эффективную технологию получения упрочненной бумаги и других видов целлюлозно-бумажной продукции, включающей стадию обработки материала в электрическом поле. Зная закономерности действия поля коронного разряда на целлюлозно-бумажные материалы, представляется возможным управлять межволоконным связеобразованием, и, следовательно, эффективно влиять на физико-механические свойства бумаги и картона.

### Заключение

Таким образом, термическая обработка бумаги повышает ее прочностные свойства за счет удаления влаги из межволоконного пространства, сближе-

ния волокон и, как следствие, увеличения степени жесткости бумаги. Применение коронного разряда повышают сопротивление продавливанию бумаги за счет усиления действия двойного электрического слоя на поверхности волокон, а также с возможной ориентацией элементов структуры целлюлозно-бумажного материала (сегментов макромолекул целлюлозы, лигнина и крахмала).

### Литература

1. Чemezov A.C. О производстве и использовании тары и упаковки из картона и бумаги / A.C. Черемезов // Аграрный вестник Урала. – 2006. – №1. – С. 18–19.
2. Джеймс П. Кейси. Свойства бумаги и ее переработка / Джеймс П. Кейси, А.Е. Стейли; под ред. А.И. Бродоцкий – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 586 с.
3. Фляте Д.М. Технология бумаги / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.
4. Мусина Л.Р. Практические решения повышения физико-механических и барьерных свойств целлюлозно-бумажного материала с применением полимерного покрытия // Л.Р. Мусина, М.Ф. Галиханов // Вестник Каз. технол. ун-та. – 2011. – № 2. – С. 86–90.
5. Мусина Л.Р. Условия достижения высоких показателей механической прочности целлюлозно-бумажных материалов / Л.Р. Мусина, М.Ф. Галиханов // Вестник Каз. технол. ун-та. – 2011. – № 5. – С. 44–46.
6. Остапенко А.А. Повышение качества бумаги из макулатуры химическими функциональными веществами / А.А. Остапенко, В.Н. Мороз, В.А. Барбаш, С.Ю. Кожевников, В.К. Дубовый, И.Н. Ковернинский // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 187–190.
7. Кожевников С.Ю. Межволоконные электростатические связи в бумаге / С.Ю. Кожевников, И.Н. Ковернинский // Химия растительного сырья. – 2012. – № 3. – С. 197–202.
8. Юрьев В.И. О поверхностном (термодинамическом) потенциале целлюлозных волокон. / В.И. Юрьев // Межвуз. сб. науч. тр. – Л., 1980 – № 6. – С. 50–53.
9. Ковернинский И.Н. Роль Z- потенциала в межволоконном взаимодействии. / И.Н. Ковернинский, Д.А. Дулькин, В.К. Дубовый, С.Ю. Кожевников // Физикохимия растительных полимеров. Материалы IV Междунар. конф. – Архангельск, 2011. – С. 133–134.
10. Мусина Л.Р. Применение поверхностной обработки и электретирувания для увеличения показателей качества гофрированного картона / Л.Р. Мусина, М.Ф. Галиханов // Химия растительного сырья. – 2012. – № 3. – С. 189–192.