

УДК 676.274:678.5

## УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО- БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ ИХ ПОВЕРХНОСТИ

© Л.Р. Мусина\*, М.Ф. Галиханов

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
ул. К. Маркса, 68, Казань, 420015 (Россия), e-mail: L.musina@yandex.ru*

Рассмотрено влияние поверхностной обработки целлюлозно-бумажных материалов полимерами на изменение их механической прочности и размерной стабильности при воздействиях технологических факторов производства и условий их эксплуатации. Установлено, что применение поверхностной обработки картона полипропиленом улучшает его технологические свойства.

*Ключевые слова:* гофрированный картон, технологические свойства, поверхностная обработка, полипропилен.

### **Введение**

Несмотря на высокие темпы развития промышленного производства гофрированного картона, по-прежнему остро стоят вопросы снижения технологических потерь при его изготовлении и улучшения качества производимой продукции [1, 2]. Технология изготовления гофрированного картона предполагает воздействие на материал высоких растягивающих и изгибающих нагрузок [3]. Это приводит к образованию брака материала в виде коробления, линейной усадки и трещин, особенно при технологических операциях рилевания и фальцовки заготовок. Повышение степени деформирования приводит к образованию микротрещин на поверхности картона для плоских слоев и бумаги для гофрирования, снижающие прочность самого гофрированного картона. Устранение подобных дефектов пытаются провести регулированием технологических параметров изготовления гофрокартона, но, как показывает практика, это не всегда эффективно.

Проведенные ранее исследования показали положительное влияние модифицирования поверхности гофрокартона полимерными пленками для улучшения механических и влагопрочных характеристик бумажного материала [4, 5]. В целях внедрения различных способов поверхностной обработки гофрокартона в технологический цикл его производства, важным является установление причин изменения комплекса технологических свойств целлюлозно-бумажного материала при его модифицировании.

Данная работа направлена на исследование эффективности применения поверхностной обработки гофрированного картона полипропиленом для улучшения его технологических свойств.

### **Экспериментальная часть**

В качестве объектов исследования были выбраны картон для плоских слоев марки К-140 (К), гофрированный картон марки Т 23 (ГК) и пленка из полипропилена (ПП) толщиной 20 мкм. Поверхностная обработка образцов осуществлялась в термошкафу путем наложения пленки на поверхность бумажных материалов при 190 °С в течение 10 мин.

---

*Мусина Ляйсан Рафаиловна* – доцент кафедры химической технологии древесины, кандидат технических наук, e-mail: l.musina@yandex.ru  
*Галиханов Мансур Флоридович* – профессор кафедры технологии переработки полимеров и композиционных материалов, доктор технических наук, e-mail: mgalikhanov@yandex.ru

После обработки образцы картона подвергались воздействию разрушающих усилий по линии рилевки по ГОСТ Р 52901-2007. Измерение линейной деформации под влиянием влаги и высоких температур производилось согласно ГОСТ 12057-81. Для

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

проведения данного испытания образцы картона выдерживались в воде при температуре  $(23 \pm 1)$  °С в течение 30 мин. По истечении времени образцы извлекали из воды и помещали в сушильный шкаф, предварительно нагретый до  $(105 \pm 2)$  °С, и выдерживали в течение 60 мин. Далее следовали операции измерения размеров образцов по установленной методике. Устойчивость комбинированного картона к трещинам определялась согласно ГОСТ 6806-73. Оценка структуры поверхности картона и ее изменений при поверхностной обработке осуществлялась по данным оптической и электронной микроскопии.

### **Обсуждение результатов**

Одним из существенных недостатков гофрокартона является его гигроскопичность. Вследствие капиллярно-пористого строения целлюлозно-бумажного материала и гидрофильности молекул целлюлозы, вода впитывается в структуру гофрокартона, вызывая изменение его механических свойств и геометрических размеров. Так, от влажности гофрокартона как волокнистого материала зависит его размерная стабильность [6]. Изменение линейных размеров гофрированного картона и его компонентов в конечном счете оказывает большое влияние на их технологические и эксплуатационные свойства.

Учитывая вышесказанное, было определено влияние влаги и высоких температур на устойчивость линейных размеров картона для плоских слоев и картона с поверхностной обработкой, выраженная через степени усадки бумажных материалов. В таблице 1 представлены данные об изменении линейных размеров картона в продольном и поперечном направлениях после последовательных процессов увлажнения и высушивания.

В ходе проведенного эксперимента выяснилось, что после цикла «увлажнение – сушка» наблюдается усадка целлюлозно-бумажного материала (табл. 1). В процессе увлажнения происходит проникновение молекул воды в межволоконное пространство картона и внутрь волокон. Это приводит к увеличению линейных размеров материала. Далее, в процессе сушки при воздействии высоких температур в структуре картона сумма деформаций возрастает, наблюдаются релаксационные процессы структурных элементов материала за счет степени их гигроскопичности, степени помола и проклейки, способности к набуханию, сопровождающиеся уменьшением размеров волокон в продольном и поперечном направлениях, перераспределением структурных элементов материала. Это приводит к возрастанию усадочных напряжений и уменьшению линейных размеров образцов картона от первоначальных значений. Зависимость степени усадки в разных направлениях целлюлозно-бумажных материалов обусловлено преимущественной продольной ориентацией волокон в структуре картона.

Из таблицы 1 следует, что значения линейной деформации обычного картона значительно выше картона с поверхностной обработкой. Это можно объяснить следующим образом. Ранее в работах [7, 8] было показано, что ламинирование гофрокартона полимерными пленками существенно снижает его впитываемость как при одностороннем смачивании, так и при полном погружении в воду. Это связано с повышением гидрофобности структуры бумажного материала в результате его обработки, которое основано на затекании полимера между волокнами и препятствованию проникновению воды в сложную капиллярно-пористую структуру картона (рис. 1).

Другой причиной наблюдаемого явления может служить повышение степени жесткости структуры картона при поверхностной обработке полимерными материалами, которое основано на реализации механизма механической адгезии, т.е. за счет затекания в поры картона полимера, находящегося в вязкотекучем состоянии с последующим его затвердеванием (рис. 2). Как следствие, упрочнение картона приводит к увеличению способности волокон противостоять развивающимся при усушке силам сжатия.

Как уже отмечалось выше, деформация гофрокартона при операциях рилевания и фальцовки зачастую приводит к появлению трещин на поверхности картона. Также упаковки из гофрированного картона в процессе эксплуатации часто подвергаются воздействию изгибающих нагрузок, что может привести к снижению их качества. Жесткость материала, значения его сопротивления сжимающим нагрузкам гофрокартона во многом определяются величиной прочности при изгибе и растяжении гофрированного картона. Поэтому следующим этапом работы явилось изучение влияния поверхностной обработки полипропиленом на сопротивление разрыву гофрокартона при воздействии нагрузки по линии рилевки (рис. 3).

Таблица 1. Линейная деформация картона для плоских слоев и картона с поверхностной обработкой при последовательных увлажнении и сушке

Исследуемый образец	Линейная деформация в продольном направлении		Линейная деформация в поперечном направлении	
	см	%	см	%
К	0,395	-1,6	0,455	-1,8
К+ПП	0,250	-1	0,255	-1,1

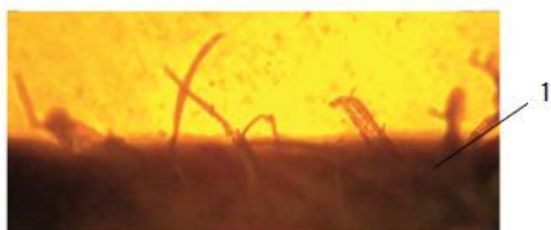


а

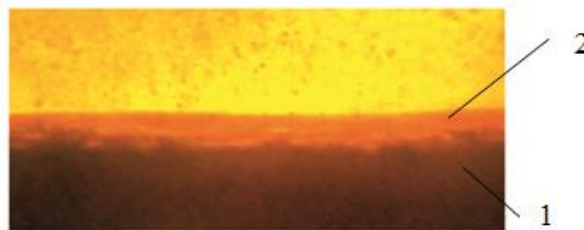


б

Рис. 1. Фотографии поверхности картона для плоских слоев с увеличением: а – 300х, б – 1000х



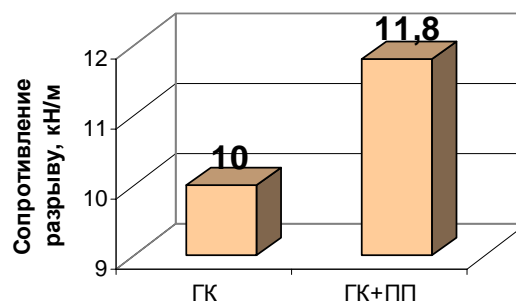
а



б

Рис. 2. Фотография среза картона для плоских слоев гофрированного картона (а) и картона с поверхностной обработкой полипропиленом (б): 1 – картон, 2 – полимерная пленка. ×Увеличение 200

Рис. 3. Результаты испытаний гофрокартона и гофрокартона с поверхностной обработкой полипропиленом на сопротивление разрыву приложением разрушающего усилия вдоль гофров по линии рилевки



Анализ представленных данных (рис. 3) свидетельствует, что поверхностная обработка гофрокартона полипропиленом способствует увеличению сопротивления разрыву по линии рилевки (на 18%). Повышенная прочность гофрированного картона с поверхностной обработкой полипропиленом связана с тем, что полимерное покрытие способствует ограничению роста трещин, возникающих в результате концентрации напряжений по линиям рилевки гофрированного картона при его разрушении. Для подтверждения данного утверждения были проведены исследования на устойчивость картона с поверхностной обработкой ПП к трещинам. Испытание, заключающиеся в изгибе картона вокруг металлических цилиндров, привели к положительным результатам – полимерное покрытие успешно выдержало испытание на всех 11 цилинд-

рах диаметром от 20 до 1 мм, трещин и повреждений не наблюдалось. Это также обусловлено проникновением полимера в структуру лайнера, ограничением степени свободы волокон, что служит барьером по отношению к источнику развития трещин, ограничивая их дальнейшее распространение.

Логично предположить, что на улучшение данного показателя оказывает влияние значение толщины пленочного покрытия. Увеличение толщины полипропиленового покрытия может привести к возрастанию нагрузки, прилагаемой для растяжения и дальнейшего разрыва пленочного полимера.

Проведенные исследования показали хорошую эффективность применения процесса поверхностной обработки полипропиленом для улучшения технологических свойств гофрокартона и его компонентов.

Экономическая оценка внедрения процесса поверхностной обработки гофрокартона показало увеличение себестоимости комбинированного материала на 5%. Однако несмотря на удорожание гофрированного картона, применение поверхностной обработки позволит снизить массу используемого сырья и увеличить долю содержания в нем вторичного волокна. Выпуск подобной упаковки может стать альтернативной заменой полимерной упаковке и открыть новые возможности для более широкого ее использования в различных областях упаковочной промышленности.

Таким образом, для производителей гофрокартона внедрение технологического процесса поверхностной обработки картона может являться эффективным способом в улучшении качества выпускаемой продукции и снижения технологических потерь при производстве упаковочного материала.

### **Выводы**

1. Экспериментально установлено положительное влияние поверхностной обработки гофрированного картона полипропиленом на изменение его технологических свойств.

2. Улучшенные свойства обработанного гофрокартона при воздействии разрушающих нагрузок связано с проникновением полимера в поверхностную межволоконную область картона и с образованием дополнительного упрочненного барьерного слоя.

3. Увеличение гидрофобности и придание механической прочности картону при поверхностной обработке полипропиленом способствует лучшему сохранению его размерной стабильности в условиях воздействия влаги и высоких температур.

### **Список литературы**

1. Ефремов Н.Ф., Васильев А.И., Хмелевский Г.К. Проектирование упаковочных производств. Упаковка из гофрокартона. М., 2004. 394 с.
2. Данилевский В. Жбанова А. Технологии производства упрочненного картона // Тара и упаковка. 2004. №6. С. 10–12.
3. Ковернинский И.Н., Комаров В.И., Третьяков С.И. Комплексная химическая переработка древесины. Архангельск, 2002. 347 с.
4. Мусина Л.Р., Галиханов М.Ф. Применение поверхностной обработки и электретирирования для увеличения показателей качества гофрированного картона // Химия растительного сырья. 2012. №3. С. 189–192.
5. Мусина Л.Р., Галиханов М.Ф. Условия достижения высоких показателей механической прочности целлюлозно-бумажных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №5. С. 44–46.
6. Хойер Д. Производство картона. М., 1977. 384 с.
7. Галиханов М.Ф., Мусина Л.Р. Изменение показателей физико-механических свойств гофрокартона при его покрытии полиэтиленом // Известия вузов. Лесной журнал. 2012. №5. С. 143–148.
8. Гарифуллина Р.А., Булидорова Г.В. Кинетика капиллярного впитывания воды картоном с гидрофобизированной поверхностью // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, №5. С. 91–93.

*Поступило в редакцию 24 октября 2013 г.*

*После переработки 19 марта 2014 г.*

*Musina L.R.\**, Galikhanov M.F. PAPER MATERIAL PROCESSING BEHAVIOR IMPROVEMENT VIA SURFACE MODIFICATION

Kazan National Research Technological University, K Marksa st., 68, Kazan, 420015 (Russia),  
e-mail: L.musina@yandex.ru

The paper presents analysis of polypropylene film coating influence processing behavior of linerboard and corrugated paperboard.

Tests on breaking strength in the line of creasing and crack resistance showed that polypropylene treated paperboard and laminated corrugated paperboard considerably outperform conventional materials. Performance improvement of treated paperboard and corrugated paperboard on exposure to breaking load occurs due to penetration of polymer into surface interfiber space of the paper material with additional reinforced barrier layer formation.

It was shown that increase of hydrophobic properties and hardening of the material treated with polypropylene contribute to dimensional stability at humidity exposure and high temperatures.

*Keywords:* corrugated paperboard technological properties, surface treatment, polypropylene.

### References

1. Efremov N.F., Vasil'ev A.I., Khmelevskii G.K. *Proektirovanie upakovochnykh proizvodstv. Upakovka iz gofrokartona*. [Designing packaging industries. Corrugated Packaging]. Moscow, 2004, 394 p. (in Russ.).
2. Danilevskii V., Zhanova A. *Tara i upakovka*, 2004, no. 6, pp. 10–12. (in Russ.).
3. Koverninskii I.N., Komarov V.I., Tret'iakov S.I. *Kompleksnaia khimicheskaia pererabotka drevesiny*. [Complex chemical processing of wood]. Arkhangelsk, 2002, 347 p. (in Russ.).
4. Musina L.R., Galikhanov M.F. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2012, no. 3, pp. 189–192. (in Russ.).
5. Musina L.R., Galikhanov M.F. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2011, no. 5, pp. 44–46. (in Russ.).
6. Khoier D. *Proizvodstvo kartona*. [Production of cardboard]. Moscow, 1977, 384 p. (in Russ.).
7. Galikhanov M.F., Musina L.R. *Izvestiia vuzov. Lesnoi zhurnal*, 2012, no. 5, pp. 143–148. (in Russ.).
8. Garifullina R.A., Bulidorova G.V. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2013, vol. 16, no. 5, pp. 91–93. (in Russ.).

Received October 24, 2013

Revised March 19, 2014

---

\* Corresponding author.

