

УДК 676.27:678.5

М.Ф. Галиханов, Л.Р. Мусина

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Галиханов Мансур Флоридович родился в 1972 г., окончил в 1995 г. Казанский государственный технологический университет, доктор технических наук, профессор кафедры технологии переработки полимеров и композиционных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета. Имеет более 180 научных работ в области получения, исследования структуры и свойств материалов на основе полимерных композиций, технологии тароупаковочных активных материалов.

E-mail: mgalikhanov@yandex.ru



Мусина Ляйсан Рафаиловна окончила в 2009 г. Казанский государственный технологический университет, аспирант кафедры технологии переработки полимеров и композиционных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, технолог производства гофропродукции ОАО «Хитон». Имеет 4 работы в области получения и исследования свойств тароупаковочных материалов на основе целлюлозно-бумажных и полимерных композиций.

E-mail: L.musina@yandex.ru



ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОФРОКАРТОНА ПРИ ЕГО ПОКРЫТИИ ПОЛИЭТИЛЕНОМ

Предложен метод покрытия гофрокартона барьерным материалом в виде полимерной пленки; проанализировано влияние барьерного покрытия на показатели физико-механических свойств гофрокартона.

Ключевые слова: гофрокартон, полиэтиленовое покрытие, ламинирование, экструзия, физико-механические свойства.

В настоящее время существует большое количество упаковочных материалов, применяемых для производства транспортной групповой тары. Одним из самых динамично развивающихся в России на протяжении последних 10 лет является рынок упаковки из гофрокартона [3], благодаря его преимуществам – легкости, дешевизне, простоте перевозки, хранения, утилизации и экологической чистоте.

Основной недостаток гофрированного картона – низкие барьерные свойства. Он мало устойчив к действию влаги, жиров, кислот, что приводит к резкому ограничению ассортимента упаковываемой в него продукции. Высокая гигроскопичность гофрированного картона снижает его механические свойства. Например, повышение влажности картона до 13 ... 14 % уменьшает сопротивление торцевому сжатию до 50 %, а при влажности 18 ... 20 % тара из него практически теряет свои прочностные свойства и становится непригодной для использования [1]. Следует отметить, что если условия хранения

пустых гофроящиков регламентированы нормативными документами, то хранение заполненных ящиков осуществляется, в лучшем случае, в соответствии с нормативами на конкретный вид продукции. Зависимость прочностных свойств гофрокартона от условий хранения во внимание, как правило, не принимается. Чувствительность к изменению влажности окружающей среды во многом зависит от применяемого сырья при производстве гофрированного картона. Повышенная гидрофильность у сырья, изготовленного из макулатуры, обычно выше, чем у первичных полуфабрикатов. Тенденция увеличения потребления макулатурного сырья и связанное с этим увеличение количества циклов переработки также приводят к ухудшению бумагообразующих свойств волокон [4].

В России практически отсутствует производство упрочненного и влагостойкого гофрокартона, хотя потребность в нем составляет примерно 120...130 млн м² [3]. Основными потребителями упаковки из подобного гофрированного картона являются производители влаго- и жиросодержащих продуктов, радиоэлектронной аппаратуры, изделий для машиностроения, химическая промышленность.

На сегодняшний день из множества способов придания упаковке из гофрированного картона повышенной прочности и влагостойкости выделяют применение проклейки в массе, поверхностную обработку клеевыми или парафиновыми композициями картона для плоских слоев и бумаги для гофрирования, пропитку (импрегнирование) картона для плоских слоев парафиновыми композициями или термосклеивающими смолами. В России были разработаны и апробированы в условиях производства следующие способы получения гофрированного картона с улучшенными характеристиками: выпуск гофрированного картона повышенной прочности с дублированным гофрированным слоем и влагостойкого гофрированного картона по методу термосклеивания [2].

Цель данной работы – исследование физико-механических свойств гофрокартона, покрытого полиэтиленовой пленкой, и изучение возможности его промышленного производства.

В качестве объектов исследования был выбран гофрокартон марки Т 22 (ГОСТ Р 52901–2007) и стрейч-пленка из полиэтилена высокого давления (ПЭВД) толщиной 10 мкм. Покрытие полиэтиленом осуществляли следующим образом. На образцы гофрокартона размерами 50×150, 100×150, 125×125, 100×25 и 100×100 мм накладывали стрейч-пленку ПЭВД и помещали на 10 мин в термошкаф при температуре 150 °С для возникновения плотного адгезионного соединения полимера с поверхностью картона. Полученный гофрокартон охлаждали при комнатной температуре.

Испытание гофрокартона на сопротивление торцевому сжатию проводили по ГОСТ 20683–97, на сопротивление продавливанию – по ГОСТ 13525.8–86, на сопротивление расслаиванию – по ГОСТ 22981–78. Водостойкость клеевого соединения определяли погружением в воду (ГОСТ 30758–2001), поверхностную впитываемость – односторонним смачиванием при комнатной температуре в течение 60 с (ГОСТ 12605–97, метод Кобба).

Результаты испытаний представлены в таблице.

Показатели	Значение показателей физико-механических свойств гофрокартона		Изменение показателей, %
	без полиэтиленового покрытия	с полиэтиленовым покрытием	
Сопrotивление:			
а) продавливанию, кгс/см ² , по стороне:			
внутренней	7,53	8,68	+ 15,00
внешней	7,15	7,36	+ 3,00
б) торцевому сжатию, кН/м	4,06	4,43	+ 9,00
в) расслаиванию, кН/м, по стороне:			
внутренней	0,33	0,35	+ 6,00
внешней	0,30	0,31	+ 3,00
Влагостойкость клевого соединения, с	199	267	+ 34,00
Поверхностная впитываемость методом Кобба, г/м ²	28,74	3,50	- 721,14

Как видно из таблицы, покрытие гофрокартона полиэтиленом повышает сопротивление продавливанию, что вполне логично – любой материал, в составе которого имеется дополнительный слой, превосходит свой аналог без этого слоя по физико-механическим показателям (при условии, если дополнительный слой сам обладает повышенными физико-механическими свойствами, как в данном случае). Механизм увеличения сопротивления гофрокартона продавливанию представляется следующим: при формировании полиэтиленового слоя расплав полимера проникает в поверхностные межволоконные области лайнера, уменьшая степень свободы фибрилл и волокон. Это ведет к повышению жесткости одного из картонных слоев и возрастанию жесткости гофрокартона в целом. Этот механизм подразумевает и увеличение сопротивления гофрокартона торцевому сжатию при покрытии полиэтиленом. Действительно, проведенные испытания показывают, что гофрокартон, покрытый полиэтиленом, по этому показателю превышает свой аналог практически на 10 % (см. таблицу). Представляется, что в реальных композициях, подразумевающих ламинирование, данный эффект может быть более ощутим.

Увеличение сопротивления расслаиванию гофрокартона с полиэтиленовым покрытием (т.е. увеличение адгезионной прочности между лайнером и флютингом) незначительно и лежит в пределах ошибки эксперимента (около 5 %). Однако это небольшое отличие в свойствах объяснимо. Адгезионная прочность измеряется как удельная работа или удельная сила разрушения связи между адгезивом и субстратом. При механическом разрушении адгезионного соединения работа, затрачиваемая на отслаивание двух тел, идет не только на преодоление адгезии, но и на другие побочные процессы (деформация тела, преодоление сил механических зацеплений и т.д.). При ламинировании повышается прочность лайнера за счет появления полимерного покрытия, что влечет за собой и увеличение работы на отслаивание лайнера от флютинга, т.е. адгезионная прочность соединения слоев гофрокартона возрастает.

Более кардинальные изменения свойств гофрокартона при покрытии полиэтиленом наблюдаются при изучении его поверхностной впитываемости и влагостойкости клеевого соединения. Наличие полимерного слоя снижает поверхностную впитываемость материала более чем на 30 %. Это происходит вследствие замедления скорости диффузии молекул воды через поверхность гофрокартона, покрытого полиэтиленовой пленкой (с одной стороны), что препятствует проникновению влаги в структуру материала. Это явление способствует и повышению влагостойкости клеевого соединения покрытого полиэтиленом гофрокартона по сравнению с обычным.

Таким образом, покрытие гофрокартона полиэтиленом улучшает показатели его физико-механических свойств, что способствует повышению марки картона до Т-23.

Исходя из основных задач любой инновационной разработки – оптимальности и эффективности, на следующем этапе была рассмотрена возможность ламинирования картона для плоских слоев гофрокартона полимерными пленками непосредственно на гофроагрегате. В этом случае наиболее приемлемо ламинирование с помощью адгезива (рис. 1), которое осуществляется с использованием как крахмальных, так и синтетических клеев. Этот факт играет весомую роль, ведь при производстве гофрокартона также применяют крахмальные клеи, что не потребует изменений в технологии и дополнительных затрат на сырье. На сегодняшний день большинство линий по производству гофрокартона снабжены дуолучевыми раскатами. Это позволяет вмонтировать в действующую линию производства гофрированного картона только клеевую ванну. Совмещение слоев осуществляется на раскатах, процесс сушки (для удаления воды из клея) – на подогревателе.

Одним из универсальных способов ламинирования бумажных материалов полимерными покрытиями является экструзионное ламинирование.

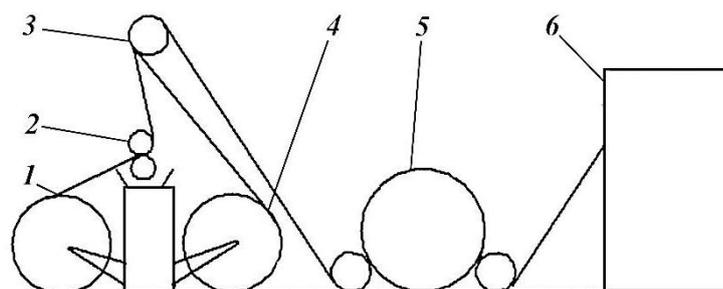


Рис. 1. Схема ламинирования с помощью адгезива: 1 – полимерная пленка, 2 – клеевая ванна, 3 – вал, 4 – картон для плоских слоев гофрокартона, 5 – подогреватель, 6 – гофропресс

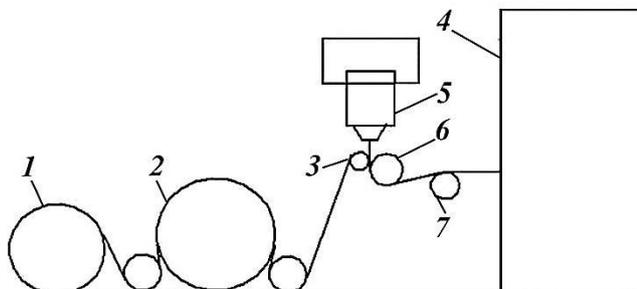


Рис. 2. Схема экструзионного ламинирования:
 1 – раскат картона для плоских слоев, 2 – подогреватель, 3 – узел предварительной обработки, 4 – гофропресс, 5 – экструдер, 6 – прижимной вал, 7 – охлаждающий вал

Данную технологию гофрокартона можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 2. Расплав полимера через плоскощелевую головку экструдера наносится на поверхность материала-основы перед валками ламинатора. За счет высокой температуры и давления между валками осуществляется соединение картона с экструдированным полимером. Готовый материал подается в гофропресс. Ламинированный картон можно использовать для внутреннего слоя гофрокартона.

Представляется, что из двух предложенных технологий изготовления ламинированного гофрокартона оптимальной является технология экструзионного ламинирования, которая универсальна, позволяет с легкостью изменять толщину пленочного покрытия, а также более экономична в масштабах производства.

Таким образом, по результатам испытаний на сопротивление торцевому сжатию вдоль гофров, сопротивлению продавливанию и расслаиванию, определение поверхностной впитываемости и влагостойкости клеевого соединения можно сделать вывод, что гофрокартон, покрытый полиэтиленом, значительно превосходит обычный трехслойный гофрокартон по ряду показателей физико-механических свойств. Для российских производителей производство подобной тары может стать перспективным направлением сбыта и расширит области применения гофрированного картона. Использование имеющегося оборудования при совершенствовании технологического процесса открывает большие возможности как для производства нового перспективного упаковочного материала для разнообразных продуктов, так и для инновационного развития любого предприятия, занимающегося производством гофрокартона и тары на его основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилевский В.А. Упрочненный гофрированный картон // Тара и упаковка. 2005. № 5. С. 42–43.

2. *Ефремов Н.Ф., Васильев А.И., Хмелевский Г.К.* Упаковка из гофрокартона. М.: МГУП, 2004. 394 с.

3. *Кушнерев В.Н.* Современные тенденции развития производства упаковки из гофрокартона // Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. «Гофрокартон от сырья до печати», СПб., 24-25 апр. 2008. С. 20–26.

4. Научные основы переработки макулатуры / Д.А. Дулькин [и др.] // Лесн. журн. 2005. № 1-2. С. 104–122. (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 31.08.10

M.F. Galikhanov, L.R. Musina

Kazan National Research Technological University

Change of Physical-And-Mechanical Properties of Corrugated Board Covered With Polyethylene

The method for coating the corrugated board with barrier material in the form of a polymer film is suggested; the influence of a barrier coating on physical-and-mechanical properties of corrugated board is analyzed.

Key words: Corrugated cardboard, polyethylene coating, lamination, extrusion, physical and mechanical properties.
