

ISSN 1029-5151
ISSN 1029-5143 (on-line)



ХИМИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

1•2011

СПИТУМ
НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ЦЕНТР
С.-Петербург, ул. Ломоносова, 4

УДК 676.038.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КАРТОНА ИЗ МАКУЛАТУРЫ ПОЛИМЕРАМИ

© С.Л. Андреева¹, С.Ю. Кожевников², Д.А. Дулькин^{3*}, В.К. Дубовый⁴

¹ОАО «Полиграфкартон», пр. Революции, 93, Балахна, Нижегородская обл., (Россия) e-mail: andsofya@mail.ru

²ООО «СКИФ Спешиал Кемикалз», Восточная промзона, стр. 7, Дзержинск, Нижегородская обл., 606000 (Россия) e-mail: skif@skif.us

³ООО «Управляющая компания «Объединенные бумажные фабрики», Бизнес-парк «Румянцево», стр. 1, блок А, офис 610А, д. Румянцево, Ленинский р-н, Московская обл., 142784 (Россия) e-mail: dmdulkin@yandex.ru

⁴Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, ул. Ивана Черных, 4, Санкт-Петербург, 198095 (Россия) e-mail: dubovy2004@mail.ru

Статья посвящена основам новой технологии придания механической и межслоевой прочности переплетному и коробочному картону из макулатуры синтетическими связующими марки «Ультраз DS».

Анализ факторов прочности картона показал, что основное влияние на прочность оказывают силы связи между волокнами. Ограниченная возможность повышать прочность сил связи требует разработки принципиально новых технологий. Основы одной из возможных технологий разработаны. Упрочнение основано на применении механизма воздействия на свойства бумажной массы специальными смолами «Ультраз DS», с различным потенциалом электрического заряда – полифункциональными поликатионно-полианионными связующими.

Ключевые слова: вторичное волокно, макулатура, картон, силы связи, электрический заряд, полифункциональная смола, поликатионно-полианионные связующие, модуль упругости, деформация, напряжение, межслоевая прочность.

Цель работы – анализ факторов механической прочности картона для научно-обоснованного выбора приоритетного направления повышения межслоевой прочности картона из макулатурного волокна.

Факторы механической прочности картона

Картон из макулатуры – переплетный, коробочный, как сырье для производства картонной тары различного назначения, переплетов полиграфической продукции и других картонных изделий, должен иметь прежде всего определенную механическую прочность [1, 2]. Под ней понимают способность картона противостоять статическим и динамическим нагрузкам и оценивают предельным уровнем силы, при которой картон начинает деформироваться и разрушаться. Уровни сил нормируются рядом физико-механических показателей, набор которых определяет потребительскую пригодность каждого вида картона. Для картона переплетного – это «жесткость при статическом изгибе в поперечном направлении» и «предел прочности при расслаивании», а для коробочного картона еще важны «разрушающее усилие в поперечном направлении» и «прочность на излом». Общими показателями для обоих видов картона являются жесткость при изгибе и прочность при расслаивании, поэтому они рассматриваются как наиболее важные.

Экономически и технологически картон рационально производить многослойным [2, 3]. Лист картона формируется из отдельных элементарных слоев, которые создаются и соединяются в единую структуру листа различными способами. Однако главным признаком подавляющей массы видов картона остается многослойность. Одно из важных достоинств многослойного формования – возможность использовать различные

* Автор, с которым следует вести переписку.

по виду и качеству волокнистые полуфабрикаты для формирования отдельных элементарных слоев. Но для повышения механической прочности картона, улучшения его печатных свойств, наружные слои следует изготавливать из более качественного волокна.

Жесткость при статическом изгибе. Этот показатель определяет прочность изделий при сжатии (растяжении). В отличие от прочности, жесткость характеризует устойчивость (податливость) картона (изделия из него) к деформации. Жесткость (D) многослойного картона описывается уравнением Luey [3]:

$$D = B \cdot \sum_{i=1}^{E=n} E_i \cdot (d_i^3 / 12 + x_i^2 \cdot d_i), \quad (1)$$

где B – константа, зависящая от пространственного расположения волокон в листе; n – число слоев картона; E_i – модуль упругости i -того слоя; d_i – толщина i -того слоя; x_i – расстояние от нейтральной линии картона до оси симметрии i -того слоя.

Анализируя формулу, легко понять, что жесткость картона зависит от ряда факторов: расположения волокон в элементарном слое, т.е. от пространственной структуры элементарных слоев, модуля упругости, толщины и количества элементарных слоев. Итоговая жесткость картона является интегрированным результатом действия всех факторов. На фоне уровня влияющих факторов выделяется фактор толщины элементарного слоя и, в конечном итоге, толщины картона. Жесткость картона прямо пропорциональна толщине картона в 3-й степени.

Следует обратить особое внимание на модуль упругости. Хотя он входит в уравнение 1-й степени, роль его также необычайно значима. Так, по закону Гука, величина деформации прямо пропорциональна приложенному напряжению:

$$\varepsilon = E \cdot \sigma \text{ или } \varepsilon = E \cdot F/S, \quad (2)$$

где ε – величина деформации; E – модуль упругости; F – приложенная сила; S – площадь приложения силы; σ – напряжение.

Из формулы (2) следует, что $E = \varepsilon/\sigma$, т.е. модуль упругости характеризует деформируемость картона, при приложении единицы напряжения (силы). Отсюда следует, что прочность картона зависит от величины деформации, а она в свою очередь определяется прочностью связи между волокнами. Таким образом, прочность картона зависит от силы связи между волокнами и его толщины. Если исходить из основополагающего процесса технологии бумаги – связеобразования между волокнами, благодаря чему и получают бумагу, то можно утверждать, что силы связи являются определяющим фактором механической прочности картона. А следовательно, решение задачи повышения прочности и жесткости картона прежде всего обеспечивается механизмом связеобразования и приращением силы связи между волокнами.

Прочность при расслаивании. При недостаточной прочности картона на расслаивание возникают проблемы с его производством и переработкой. Причина – это слабое соединение элементарных слоев между собой в зонах контакта сопряженных поверхностей. Эта причина проявляется в следующих дефектах: произвольное расслаивание картона в непредсказуемых местах изготовленного картона – намотке, перемотке, изгибах, и при переработке – склейке, печати, высечке и т.п.

Другим характерным видом разрушения картона является выщипывание волокон с поверхности покровного слоя в процессе печати, которое часто переходит в расслаивание, т.е. в отслаивание этого слоя или его части от остальной массы картона. В данном случае причиной расслаивания картона является не столько его низкая межслоевая прочность, сколько низкая прочность самого слоя [3].

Особенно остро проблема прочности картона проявляется при использовании волокна из макулатуры. Вторичное волокно имеет слабый потенциал приращения межволоконных сил связи, и даже тот уровень сил связи, который удастся достичь, не представляется возможным стабилизировать во времени. А учитывая, что механическая прочность картона в целом и межслоевая прочность в частности, как было показано выше, определяется силой межволоконной связи, то следует повышать потенциал силы связей. Укажем, что степень помола волокна, как главный фактор повышения потенциала связеобразования волокна, на практике уже достигла

максимального влияния. Данная ситуация требует разработки новых решений, и, по нашему мнению, одним из таких решений может быть более рациональное применение синтетических полимерных связующих.

В итоге недостаточная прочность элементарных слоев и слабая межслоевая прочность приводят к значительным экономическим потерям. Уменьшить их или практически исключить можно упрочнением с помощью новых технологий применения полимерных связующих.

Решение задачи повышения межслоевой прочности картона

В научной работе предложено повышение межслоевой прочности картона, основанное на изменении свойств суспензии бумажной массы, поступающей на формирование элементарных слоев картона. Схема изменения свойств массы – через слой. Свойства бумажной массы изменяются за счет подачи в них синтетических полимерных упрочняющих химических продуктов по определенной схеме. В качестве добавок используются полимерные связующие (смолы) марки «Ультраз DS 150» (амфотерные, катионные и анионные) производства ООО «СКИФ Спецшпал Кемикалз».

Смолы «Ультраз DS» являются сополимером акриламида и катионного мономера. В структуре полимерной цепочки содержат катионные и анионные группы, т.е. являются полифункциональными поликатионно-полианионными связующими. В зависимости от соотношения функциональных катионных и анионных групп бывают с преобладанием катионных групп (катионные смолы), преобладанием анионных групп (анионные смолы) и амфотерные – при общем катионном заряде одновременно проявляют и катионную активность, и анионную. Используя их различную активность по отношению к отрицательно заряженному волокну, можно управлять механизмом взаимодействия волокон в бумажной массе, а следовательно, эффективно влиять на силу связи между волокнами.

Предложенная авторами схема использования смол «Ультраз DS» позволяет влиять на связеобразование и силу связи между волокнистыми элементарными слоями картона по следующим механизмам:

а) связующее выполняет прямую упрочняющую роль – повышает адгезионную прочность сопряженных элементарных слоев;

б) связующее, обладая определенным положительным или отрицательным (или тем и тем) потенциалом, увеличивает удержание мелкого волокна и других коллоидных частиц, а это влияет на обезвоживание и формирование элементарного слоя; упрочняющий эффект создается увеличением контактирующих поверхностей слоев за счет удерживаемого волокна;

в) связующее за счет повышения удержания волокна и собственных функциональных групп повышает влажность массы и создает на границе контактов слоев повышенную турбулентность; упрочняющий эффект создается увеличением зоны контакта слоев за счет большей глубины взаимного проникновения волокна.

Осуществление подобной технологии, направленной на изменение условий связывания элементарных слоев контактирующими поверхностями в момент соединения слоев в единую папку, позволяет свести проблему межслоевой прочности к приемлемым уровням или же полностью ее устранить.

Выводы

1. Прочность и межслоевая прочность переплетного и коробочного картона определяется силами межволоконной связи.
2. Увеличение сил межволоконной связи целесообразно осуществлять специально синтезированными для этого полиионными полимерными смолами марок «Ультраз DS».
3. Разработанный и предложенный авторами вариант использования упрочняющих смол является основой новой технологии картона, удовлетворяющей требованиям по механической и межслоевой прочности картона.
4. Новая технология разрабатывается и испытывается в промышленности.

Список литературы

1. Богомол Г.М. Формование бумаги и картона. Киев, 2008. 416 с.
2. Хойер Д. Производство картона. М., 1977. 384 с.
3. Никольский А.Н. Особенности производства и свойства коробочного картона // Мир Этикетки. 2002. №10. С. 5–8.