

УДК 676.014

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ КЛЕЕВОГО СОСТАВА НА СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ВОЛОКОН

Пинчукова К.В., Мишурина О.А., Чупрова Л.В.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: lvch67@mail.ru

В настоящее время существует большое количество упаковочных материалов: бумажные, картонные, полимерные, стеклянные, металлические, но среди этого многообразия лидирующие позиции в тароупаковочной отрасли занимают картонные и бумажные материалы. Наиболее распространённым среди сегмента целлюлозно-бумажной упаковки является гофрокартон, существенным недостатком которого является слабая влагонепрочность, что значительно ограничивает сферу его применения в тех случаях, когда требуется сохранение прочности упаковки в условиях повышенной влажности. В работе проанализированы различные способы повышения прочности и придания влагонепрочности гофрированному картону и таре из него, но большинство из этих способов приводит к его значительному удорожанию. Экономически выгодным способом решения обозначенной проблемы является применение определённого клея, составы которых проанализированы в работе, и сделан вывод о том, что, подбирая состав клея и технологию его приготовления, а также учитывая изменения внешних факторов, чтобы параметры готового клея оставались в пределах допусков, можно получить гофрокартон стабильного качества.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажные волокна, гофрокартон, клей, проклеивающие материалы, влагонепрочность, термосклеивание

INFLUENCE OF THE CHEMICAL NATURE OF GLUE STRUCTURE ON PROPERTIES OF PULP-AND-PAPER FIBRES

Pinchukova K.V., Mishurina O.A., Chuprova L.V.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: lvch67@mail.ru

Now there is a large number of packing materials: paper, cardboard, polymeric, glass, metal, but among this variety the leading positions in packaging branch are taken by cardboard and paper materials. The most widespread among a segment of pulp-and-paper packing is the corrugated cardboard which essential shortcoming is weak wet strength that considerably limits the sphere of its application when preservation of durability of packing in the conditions of the increased humidity is required. In work various ways of increase of durability and giving of wet strength to corrugated fibreboard and container from it are analysed, but the majority of these ways leads to its considerable rise in price. Economic way of the solution of the designated problem is use of a certain glue which structures are analysed in work and the conclusion that selecting composition of glue and technology of its preparation is drawn, and also considering changes of external factors that parameters of ready glue remained within admissions, it is possible to receive a corrugated cardboard of stable quality.

Keywords: the pulp-and-paper fibers, a corrugated cardboard, glue, gluing materials, wet strength, thermopasting

Упаковочная промышленность является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей в России. Её развитие стимулируется постоянно повышающимся спросом на современные упаковочные материалы.

В настоящее время существует большое количество упаковочных материалов: бумажные, картонные, полимерные, стеклянные, металлические. Однако среди большого многообразия используемых упаковочных материалов картонные и бумажные занимают лидирующие позиции в тароупаковочной отрасли. Доля их использования составляет в среднем 50% общего потребления и доминирует не только по объемам производства, но и по широкой номенклатуре тароупаковочной продукции и ассортименту упаковываемых товаров.

Наиболее распространённым материалом для создания картонно-бумажной упаковки является гофрокартон, а наиболее

распространённым видом транспортной тары являются ящики из гофрокартона. На гофрированный картон приходится около 70% всего производимого упаковочного картона в России.

Несмотря на значительный рост выпуска картонной тары, структура её производства в России недостаточно прогрессивна. Незначительна доля картонной тары из пятислойного гофрокартона. Практически отсутствует производство упорочнённого и влагостойкого гофрокартона. Это не позволяет полностью удовлетворить все запросы потребителей, и поэтому не менее 8% гофрокартона на российский рынок продолжает ввозиться из-за рубежа. Потребность в гофрированном картоне с улучшенными эксплуатационными свойствами в России составляет примерно 120–130 млн м². Однако его отечественное производство до настоящего времени не организовано. Опыт зарубежных стран пока-

зывает, что именно использование тары из гофрокартона с улучшенными эксплуатационными свойствами наиболее эффективно, поскольку при этом значительно расширяется область его применения, повышается качество и обеспечивается экономное расходование ресурсов на тару [8, 10].

Практически все предприятия, использующие для упаковки своей продукции ящики из гофрированного картона, сталкиваются с проблемами транспортировки и складирования. Все претензии в таких случаях предъявляются производителям гофрокартона, что является необоснованным, так как основной причиной, способствующей разрушению гофроящиков, является влияние атмосферных явлений (повышенная влажность воздуха, дождь, снег). Защитить продукцию, оборачивая ее стрейч-пленкой или транспортируя в закрытых транспортных средствах, не удается. Хранение гофроящиков до их использования также во многих случаях не соответствует предъявляемым требованиям в отношении влажности воздуха. Увеличение относительной влажности воздуха влечёт за собой повышение влажности гофрокартона, что влечёт за собой снижение всех прочностных характеристик (примерно в соотношении 1:8). Повышение влажности гофрокартона с 9–10% до 15% приводит к снижению сопротивления торцевому сжатию до 40–50%, а при влажности гофрокартона 20–22% ящики практически теряют все прочностные качества и становятся непригодными для использования [2, 6].

В зависимости от требований к картонной таре и области ее применения зарубежные фирмы используют различные способы повышения прочности и влагопрочности:

- использование более плотных плоских слоёв и бумаги для гофрирования;
- использование чисто целлюлозного сырья;
- переход с трёхслойного на пятияктовый картон;
- проклейка в массе или поверхностная обработка клеевыми или парафиновыми композициями картона для плоских слоёв и бумаги для гофрирования;
- использование клея, для склеивания слоёв гофрокартона, с добавками, повышающими влагопрочность;
- ламинирование полимерными пленками картона для плоских слоёв или готового гофрокартона;
- пропитка гофрокартона (импрегнирование) парафиновыми композициями, термоотверждающимися смолами;
- дублирование гофрированного слоя синтетическими клеевыми дисперсиями,

термопластичными смолами, полимерными пленками [9].

В России разработкой способов повышения прочности и придания влагопрочности гофрированному картону и таре из него занимается научно-исследовательский и экспериментально-конструкторский институт тары и упаковки (НИЭКИТУ). В частности, им были разработаны и апробированы в условиях производства технологии выпуска гофрированного картона повышенной прочности с дублированным гофрированным слоем (дублированный картон) и влагопрочного гофрированного картона по методу термосклеивания (термосклеенный картон). В институте исследовали возможности придания влагопрочности и повышения прочности гофрокартона способом ламинирования полимерными пленками и покрытия парафиновыми и микроваксевыми композициями. Опытные партии упрочненного таким образом гофрокартона испытывали при упаковке продовольствия для Минобороны [9].

Результаты испытаний разработанных НИЭКИТУ картонов повышенной прочности и влагопрочности показали возможность значительного повышения прочностных параметров (до 90%) и влагопрочности (до 80%).

Рассмотренные выше пути по производству гофрокартона повышенной прочности и влагостойкости, приводят к его значительному удорожанию. Существует ещё один компонент в изготовлении гофрокартона – клей. Содержание клея в массе гофрокартона всего 2–3%, но его роль является одним из значительных факторов в производстве гофрокартона. От его качества напрямую зависит качество конечного продукта [5, 7].

Необходимость в гидрофобном свойстве целлюлозно-бумажных материалов возникает в любом влажном месте от завода-производителя до конечного потребителя.

Вода является в крахмальном клее растворителем и средством доставки, в дальнейшем её присутствие в готовом гофрокартоне нежелательно, поэтому её удаляют. Но все компоненты готового гофрокартона гигроскопичны и как только попадают во влажные климатические условия, начинают поглощать воду, что приводит к расслаиванию слоёв гофрокартона. Чтобы этого избежать, израильская компания «Кармэль Резинс» уже 28 лет производит гидрофобную добавку к крахмальным клеям СР-88 на основе кетональдегидной смолы. Поперечное соединение между ней и крахмалом вызывает уплотнительный эффект, лишая клеевой шов возможности присоединять молекулы воды. Таким образом, клей ста-

новится устойчивым к воздействию влаги и выполняет свою основную задачу в гофрокартоне – сохраняет прочностные характеристики тары [3, 6].

Во многих случаях скорость гофроагрегата ограничивается низкой клейкостью клея в сыром виде и происходит расслоение картона, деляминация. Предотвращение деляминации приводит к снижению скорости работы гофроагрегата, в результате получается низкая производительность и высокие затраты на электроэнергию.

Чтобы предотвратить расслоение гофрокартона, необходимо увеличить клейкость сырого клея, что позволит увеличить скорость работы в целом. Добавка СР-88 – компонент, добавляемый в крахмальный клей, способный улучшить свойства клея, такие как гидрофобность и клейкость в сыром виде.

Добавки, улучшающие клейкость в сыром виде, – группа синтетических полимеров, призванная улучшить клейкость на ранней стадии производства. Синтетические полимеры формируют на поверхности слоя картона высокую концентрацию полярных химических групп, соединяющихся с целлюлозой картона водородными и физическими соединениями. Прочность соединений позволяет увеличить скорость производства и снизить количество брака [5].

Прочное склеивание гофрированных и плоских слоев картона является одним из основных процессов его изготовления. Качество применяемого клея и зависящая от него скорость склеивания определяют скорость работы гофрировального агрегата [4]. Основными клеями, которые используют для производства гофрированного картона, являются силикатный и крахмальный. Силикатный клей в настоящее время при производстве гофрокартона используется всё реже, так как он имеет ряд существенных недостатков: время варки силикатного клея до 6 часов; норма расхода 90 г/м² (крахмальный клей – 75 г/м²); температура склейки 190–195 °С (при использовании крахмального клея рабочие узлы, такие как: утюги, гофровалы, сушильные плиты – имеют температуру не более 130 °С); длительное время сушки клеевого шва; гофрокартон очень жесткий, это приводит к тому, что быстро тупятся ножи режущего оборудования; клеевой шов хрупкий, что ухудшает качество тары; запрещено использовать его при производстве упаковки для пищевых продуктов; вреден для здоровья (пылит, вызывая раздражение кожного покрова и слизистых оболочек) [1].

Смешивая силикатный клей с различными органическими веществами раститель-

ного происхождения, например щелоком, обработанным раствором аммиака, повышают эластичность клеевой пленки. Эластичность клеевой пленки можно повысить также, смешивая силикатный клей с каучуковым латексом, стабилизированным аммиаком, однако в этом случае шов не обладает достаточной водостойкостью.

Использование казеина как модифицирующей добавки в силикатный клей, значительно повышает клеящую способность жидкого стекла, а дополнительно введенная в казеинно-силикатную композицию гашеная известь придает клею водостойкость.

В последнее время крахмальный клей получил наибольшее распространение при производстве гофрокартона. Для получения крахмального клея используют стандартную методику типа «Стейн-Холл». Основные компоненты крахмального клея: вода, крахмал, щелочь (гидроксид натрия), бура (тетраборат натрия). При нагревании водный раствор крахмала образует клейстер. Температура клейстеризации зависит от сырья крахмала. Картофельный крахмал имеет температуру клейстеризации 58 °С, кукурузный – 75–80 °С, тапиоковый – 76–83 °С, пшеничный – 74 °С. Образование крахмальных клейстеров возможно без повышения температуры. Использование щелочи, как дополнительного реагента, приводит к существенному снижению температурного порога перехода в клейстеризованное состояние. Несмотря на разнообразие видов крахмала, основным сырьем для крахмального клея является кукурузный крахмал, который обладает способностью образовывать стабильные, высоковязкие клейстеры в щелочной среде. При концентрации щелочи в растворе 10 г/л кукурузный крахмал переходит в клейстер уже при комнатной температуре. Это свойство используется для получения крахмального стабилизатора при получении клея [7].

Таким образом, крахмальный клей состоит из двух составляющих: крахмального стабилизатора (вода-NaOH-крахмал-бура) и крахмальной суспензии (вода-крахмал).

Функцию клейкого вещества выполняет крахмал. Клей готовится 15–27-процентной концентрации по всему крахмалу, из которого 10–25% составляет крахмал клейстеризованный, и соответственно 75–90% – крахмальные зерна.

Зерна крахмала являются основным адгезивом, а также выполняют функцию поглотителя воды из раствора. За счет этого на гофропрессе или на сушильном столе в условиях высокой температуры происходит быстрое схватывание клея в месте контакта гофробумаги и плоского картонного слоя.

Вода служит растворителем крахмального клея. Содержание воды в клее составляет от 73 до 85%, и вся она, за исключением молекулярно связанной с крахмалом (примерно 12%), должна быть удалена на гофроагрегате.

Использование картофельного, а также пшеничного или ржаного крахмала для производства гофрокартона нетехнологично: щелочные клейстеры имеют низкую вязкость, что приводит к некачественной проклейке (образование зон вздутия); низкая температура клейстеризации щелочных клейстеров (ниже 48 °С) приводит к преждевременной клейстеризации стекающих с очистителей излишков клея, вызывая образование «сосулук» [1].

Ко всем перечисленным минусам, применение пшеничного и ржаного крахмала для приготовления клея приводит к пенообразованию в клеевой ванне. Пенообразование связано с высоким содержанием белка в этих видах крахмалов. В основном используют кукурузный крахмал. Он обладает большим рядом достоинств.

Крахмальный клей имеет ряд преимуществ перед силикатным клеем: возможность работы гофрировального агрегата на более высоких скоростях; большую прочность склеивания; меньшую чувствительность к влажности склеиваемых материалов; меньшее осаждение на металлических частях агрегатов; возможность работы без последующей обрезки кромки гофрированного картона; большой срок службы ножей; отсутствие опасности заболевания силикозом [1].

Контроль качества крахмального клея осуществляется измерением параметров: концентрации, температуры, вязкости и температуры клейстеризации.

Концентрация, при которой клей гарантированно склеивает слои картона, составляет по сухому остатку от 15% до 27%. Нижний предел концентрации ограничивается из-за замедления скорости схватывания и скорости высыхания клея, а также короблением гофрокартонного листа. Верхний предел ограничивается дефицитом воды, необходимой для клейстеризации крахмальных зерен.

Современные быстроходные гофроагрегаты имеют клеенаносные устройства,

способные нанести тонкий слой клея на вершины гофров, поэтому можно использовать клей повышенной концентрации. Такой клей содержит минимальное количество воды, что уменьшает затраты на сушку картона, способствует работе гофроагрегата на высоких скоростях и облегчает решение проблемы коробления гофрокартона.

Таким образом, подбирая состав клея и технологию его приготовления, а также учитывая изменения внешних факторов, чтобы параметры готового клея оставались в пределах допусков, можно получить гофрокартон стабильного качества.

Список литературы

1. Бумага и жизнь [Текст]: Информ.-аналит. журн./ Проще простого. Секреты качественной склейки. – 2006. – № 4.
2. Ермаков С.Г., Хахимов Р.Х. Технология бумаги. – Пермь: Пермский гос. тех. университет, 2002.
3. Мишурина О.А., Тагаева К.А. Исследование влияния композиционного состава по волокну на влагостойкие свойства исходного сырья при производстве картонных втулок // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2013. – Т. 1, № 71. – С. 286–289.
4. Мишурина О.А., Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические решения по производству упаковочного картона с улучшенными влагостойкими свойствами // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–19. – С. 4166–4170.
5. Мишурина О.А., Жерякова К.В., Муллина Э.Р. Химические аспекты влияния гидрофильных и гидрофобных компонентов на эффективность проклейки бумаги // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–1. – С. 83–85.
6. Мозырева Е.А., Санников С.П. Проклейка бумажной массы: методические указания. Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 22 с.
7. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Ершова О.В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 250; URL: www.science-education.ru/120-16572 (дата обращения: 14.09.2015).
8. Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Мишурина О.А., Ершова О.В. Исследования возможности улучшения эксплуатационных свойств упаковочных материалов путем химической модификации сорбционных показателей бумаги-основы // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 300. URL: www.science-education.ru/121-18874 (дата обращения: 14.09.2015).
9. Тара и упаковка [Текст]: Информ.-аналит. журн./ Упрочненный гофрированный картон. – 2001. – № 5. Редакторы: Виталий Данилевский, Александра Жбанова (НИЭКИТУ).
10. Технология обработки и переработки бумаги и картона/С.А. Пузырёв, Т.С. Бурова, С.П. Кречетов, П.Т. Рыжов: Учебник для техникумов [текст]. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 312 с.