

УДК 676.014:676.017

## О ВЛИЯНИИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДГЕЗИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Корниенко Н.Д., Лыгина Е.Г., Чупрова Л.В., Пинчукова К.В.,  
Муллина Э.Р., Мишурина О.А.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск,  
e-mail: moa\_1973@mail.ru*

В работе представлена классификация клеев, используемых в производстве упаковочных видов картона. Рассмотрены основные области применения клеевых суспензий в тароупаковочной отрасли. Проанализированы достоинства и недостатки используемых клеевых составов. Дана сравнительная характеристика крахмалов, применяемых для приготовления клеев. Представлена сравнительная характеристика клеев на основе ПВА и силиката натрия. Рассмотрены различные виды модификации клеевых составов. Представлен химический анализ основных компонентов клеевых суспензий, используемых в производстве различных видов упаковочного картона. Представлены результаты исследования влияния химической природы клеевых составов, на эффективность адгезии образцов склеенного картона. На основании полученных результатов сделаны выводы об адгезионных свойствах клеевых составов на основе крахмала, силиката натрия и ПВА. Установлено влияние качества исходного сырья на адгезионные свойства образцов склеенного картона.

**Ключевые слова:** целлюлозная основа, эффективность, адгезия, свойства, клеевые составы, склеенный картон, качество

## ABOUT INFLUENCE OF CHEMICAL NATURE OF GLUE COMPOSITIONS ON EFFICIENCY OF ADGEZII OF CELLULOSE COMPOSITION MATERIALS

Kornienko N.D., Lygina E.G., Chuprova L.V., Pinchukova K.V., Mullina E.R., Mishurina O.A.

*Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: moa\_1973@mail.ru*

Classification of glues, in-use in the production of packing types of cardboard is in-process presented. Basic application of glue suspensions domains are considered in taropakovochnoy industry. Dignities and lacks of in-use glue compositions are analyzed. Comparative description of starches, applied for preparation of glues is given. The comparative is presented descriptions of glues on basis PVA and silicate of sodium. The different types of modification of glue compositions are considered. The chemical analysis of basic components of glue suspensions, in-use in the production of different types of packing cardboard is presented. The results of research of influence of chemical nature of glue compositions are presented, on efficiency of adgeziya of standards of agglutinate cardboard. On the basis of the got results conclusions are done about adhesive behaviors of glue compositions on the basis of starch, silicate of sodium and PVA. Influence of quality of feedstock is set on adhesive behaviors of standards of agglutinate cardboard.

**Keywords:** cellulose-basis, efficiency, adgeziya, properties, glue compositions, agglutinate cardboard, quality

Склеивание гофрированного и многослойного картона, а также склеивание картонной тары и упаковки производят различными клеями, которые условно можно разделить на жидкие твердеющие клеи, клеи постоянной липкости и клеи-расплавы.

Наибольшее применение в производстве картонной упаковки находят жидкие водные клеи на природной и синтетической основе. Основной химический состав и области применения данных адгезивов представлены в табл. 1 [1, 8, 10].

Клеи на основе крахмала и его производных наиболее широко применяются при склеивании тарного картона. Для приготовления крахмальных клеев используются различные виды крахмала (табл. 2) [1, 9].

В настоящее время гофрокартон склеивают преимущественно клеевой суспензией

кукурузного крахмала. Эта суспензия стабилизируется добавкой 10–20% модифицированного крахмала, подвергнутого щелочной желатинизации. Для снижения чувствительности клеевого соединения к влаге в клей добавляют буру ( $N_2B_2O_7$ ). Удельная доля такой суспензии в гофрокартоне может колебаться в пределах 8–25 г/м<sup>2</sup> – в зависимости от применяемой технологии. Сравнительная характеристика крахмалов, применяемых для приготовления клеевых суспензий представлена в табл. 2 [9].

Основой декстринового клея является декстрин – продукт модификации крахмала. Такой клей имеет значительную силу сцепления – склеивание происходит быстро, что является эффективным при использовании клея на быстроходных упаковочных машинах при изготовлении и склеивании картонных коробок и ящиков [1, 2, 10].

Таблица 1

Жидкие водные клеи на природной и синтетической основе, используемые для склеивания картона и картонной упаковки

Наименование	Компоненты	Основные свойства	Назначение
Казеиновые	казеин, известь, фтористый натрий, медный купорос, керосин и др.	жизнеспособность до 5 мес., низкая водостойкость	наклеивание этикеток
Поливинилацетатные	ПВА-эмульсия, ацетон, дибутилфталат, карбоксиметилцеллюлоза спирт, этиловый спирт, жидкое стекло и др.	неводостойкие, быстро схватываются и высыхают	склеивание коробочного картона, гофрокартона
Мочевиноформальдегидные и меламинаформальдегидные	МФА смола, МФФ смола, этиловый спирт, вода, молочная кислота, аммоний серноокислый и др.	низкая водостойкость	склеивание картонной тары, наклеивание этикеток
Силикатные	силикат натрия, вода	высокая водостойкость	склеивание коробочного, гофрированного и многослойного картона
Крахмальные	крахмал (кукурузный, пшеничный, картофельный), декстрин, вода, бура, щелочь и др.	жизнеспособность 2–6 ч., низкая водостойкость	склеивание картона, многослойного картона и гофрокартона
Латексные	нитрильные карбоксил-содержащие и дивилстирольные латексы, казеин, вода, карбоксиметилцеллюлоза	высокая водостойкость	склеивание коробочного картона

Таблица 2

Сравнительная характеристика крахмалов, применяемых для приготовления клеев

Свойства	Крахмал на основе:			
	тапиоки	пшеницы	кукурузы	картофеля
Влажность, %	10–13	17–20	10–13	10–13
Массовая доля протеинов, %	0,1	0,1	0,45	0,35
Массовая доля липидов, % не более	0,1	0,1	0,9	0,8
Зольность, % не более	0,25	0,25	0,25	0,15
pH (20% раствора)	6–7	6–7	6–7	6–7
Амилоза, %	16–18	20–22	25–28	25–28
Амилопектин, %	82–84	80–78	75–72	75–72

Вязкость адгезивной суспензии должна быть достаточной для удержания зерен крахмала во взвешенном состоянии. Их клейстеризация происходит при прохождении картона по нагретым поверхностям гофрировального агрегата. При этом зерна крахмала забирают воду, благодаря чему повышается вязкость клеевой пленки и ускоряется процесс склейки слоев картона. Содержание крахмала в клее обычно не превышает 20%, причем 3/4 его от общего количества вводится в виде суспензии.

При изготовлении влагостойкого гофрированного картона применяется крахмальный клей, в состав которого вводится резорцин или мочевиноформальдегидные смолы. Введение в клей 3,5% резорцина или

5–7,5% мочевиноформальдегидной смолы обеспечивает получение влагопрочного клеевого шва [1, 4].

Из клеев животного происхождения наибольшее распространение получили клеи на основе казеина (казеиновый, казеиново-крахмальный, казеиновый В-105, «Экстра») с жизнеспособностью 6–12 мес. Казеиновый и казеиново-крахмальный клеи надежно скрепляют картон, бумагу и пергамент, их также часто используют для приклеивания этикеток.

Силикатный клей на основе жидкого силикатного стекла относится к клеям минерального происхождения. В основном его используют для склеивания отдельных слоев гофрированного картона. Химический состав силиката натрия и полученного из

него клея зависит от соотношения оплавленного кварцевого песка и соды, а также от наличия в них примесей [8, 10].

В основном силикатный клей представляет собой тридцатипятипроцентный раствор жидкого стекла, полученный растворением твердого силиката натрия. Качество силикатного клея может быть повышено за счет его модификации – введения различных добавок. Наиболее часто для этих целей используют каолин, казеин, крахмал. Применение клея с добавками по сравнению с обычным силикатным повышает прочность и скорость склейки, жесткость картона, снижает коробление, уменьшает прилипание клея к нагретым поверхностям.

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.

Среди синтетических клеев наибольший удельный вес приходится на клей ПВА – водную дисперсию поливинилацетата (ГОСТ 18992-80 «Дисперсия полифинилацетатная гомополимерная»). Клей ПВА белого цвета, обладает быстрым изначальным схватыванием с образованием эластичной пленки. Его можно применять для склеивания бумаги и картона. Клей ПВА получил наибольшее распространение при автоматизированном склеивании клапанов картонных пачек и коробок (табл. 3) [8].

При изготовлении картонной упаковки применяются клеи на основе латексов, представляющих дисперсии синтетических каучу-

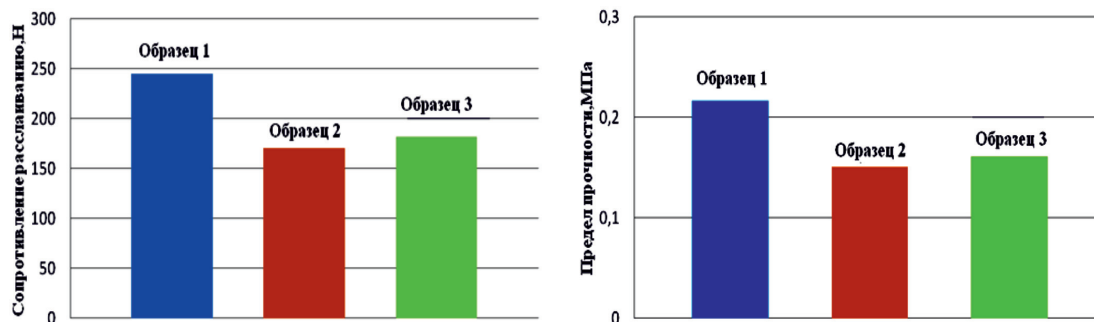
ков. Эти клеи, а также костные клеи применяются при изготовлении клейких лент и этикеток, становящихся клейкими после увлажнения.

Клеи-расплавы часто используются как при изготовлении картонной упаковки, так и в процессе упаковывания разнообразной продукции. Они изготавливаются на основе сополимеров этилена с винилацетатом, модифицированных полиолефинов, полиизобутиленов, полиэфиров, сополимеров стирола с бутадиеном и других полимеров, эфиров канифоли и нефтяных парафинов. Клеи-расплавы представляют собой порошкообразные, гранулированные, пастообразные или кусковые (прутки, ленты, полоски и т.п.) композиционные материалы. При повышении температуры до 70–230 °С они переходят в вязкотекучее состояние, характеризующееся повышенной липкостью. В этом состоянии клей-расплав подается с помощью шестеренчатых, плунжерных, шнековых насосов или с помощью специальных пистолетов и клеевых аппаратов. После быстрого соединения поверхностей клей в течение 1–5 с остывает, твердеет и быстро схватывается. Это позволяет обеспечить большую производительность оборудования и высокую прочность склеивания. Кроме этого, клеи-расплавы не содержат в своем составе растворителей. Поэтому процесс склеивания более безопасный в санитарном и противопожарном отношении. Клеи-расплавы универсальны. Их можно использовать для соединения разнородных материалов: картона с полимерами, металлами, бумагой, тканью и т.п. В отличие от других клеев, клеи-расплавы стабильны и могут длительно храниться. Клеевые соединения имеют высокую прочность, устойчивость к влаге, химическим веществам, микроорганизмам, а также к действию низких температур. Клеи-расплавы нашли широкое применение при изготовлении коробок, банок, пакетов, пачек, лотков, ящиков, поддонов и контейнеров.

Таблица 3

Сравнительные характеристики некоторых клеев на основе ПВА

Показатели	Марка ДЭ 51/10 С по ГОСТ 18992-80	Wormalit EC 5630 «Henkel», Германия	Kestomer VPH «Kilito», Финляндия
Внешний вид	вязкая жидкость белого цвета	жидкость белого цвета	жидкость белого цвета
Массовая доля остаточного полимера, %	не более 0,48	–	0,1
Массовая доля сухого остатка, %	не менее 51	не менее 20,5	52–55
pH	4,7–6,0	6,0–7,0	4,0–5,0
Условная вязкость, сек.	11–40	10–12	19–35
Динамическая вязкость по Брукфильду, МПа/сек.	2000–6000 (20 °С)	4500 (23 °С)	4000–8000 (20 °С)
Относительная плотность, кг/дм <sup>3</sup>	–	1,1	1,1



Показатели эффективности адгезии склеенных образцов тарного картона при использовании различных клеевых составов

В работе были проведены исследования влияния химической природы клеевых составов на эффективность адгезии образцов склеенного картона.

В качестве исходного целлюлозного сырья использовались образцы картона-основы марки МС-5 (с содержанием макулатуры не более 50%).

В качестве клеевых составов рассматривались суспензии крахмального клея, силикатного клея и ПВА:

– *образец 1*: крахмальная суспензия (крахмал кукурузный 20%; резорцин – 3%; зольность – 0,2%; рН – 6,4);

– *образец 2*: силикатный клей (ГОСТ 13078-81 с добавкой кукурузного крахмала – 5%);

– *образец 3*: клей ПВА (поливинилацетат) (ГОСТ 18992-80).

Эффективность адгезии склеиваемых образцов картона оценивалась по методике «Определение сопротивления расслаиванию картона» по ГОСТ 13648.6-86 [3].

Метод заключается в определении усилия, вызывающего разрушение связи в структуре образцов склеенного картона. Характеристиками расслаивания являются сопротивление расслаиванию по площади или по кромке образца и предел прочности при расслаивании.

Полученные результаты исследования представлены на рисунке.

Полученные результаты исследований позволили установить, что клеевые составы на основе крахмала характеризуются максимальными показателями сопротивления расслаиванию и значениями предела прочности при расслаивании. Следовательно, наиболее целесообразно в технологиях получения склеенного картона в качестве клея использовать крахмальные суспензии. При этом следует отметить, что расход

и качественно-количественный состав клеевых растворов необходимо разрабатывать с учетом сорбционных свойств используемого исходного целлюлозного сырья [4–7]. В процессе исследования было установлено, что при получении образцов склеенного картона высокие показатели адгезии наблюдаются у образцов с низкими значениями впитываемости.

#### Список литературы

1. Вайсман Л.М. Структура бумаги и методы ее контроля / Л.М. Вайсман. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 152 с.
2. ГОСТ 9421-80. Картон тарный плоский склеенный. Технические условия. [Текст] – Взамен ГОСТ 9421-60; Введ. 01.01.1982. – Москва, Издательство стандартов, 1982. – 6 с.
3. ГОСТ 13525.8-86 Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Метод определения сопротивления продавливанию [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.
4. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А. Технологические решения по улучшению качества адгезии склеиваемых картонов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 306.
5. Мишурина О.А., Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические решения по улучшению качества упаковочного картона с улучшенными влагопрочностными свойствами // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–19. – С. 4166–4170.
6. 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.
7. Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Жерякова К.В., Корниенко Н.Д., Фёдорова Ю.С. Анализ влияния сорбционных свойств бумаги-основы на процесс адгезии при получении различных видов бумажной упаковки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–2. – С. 200–202.
8. Приготовление клеящих составов [Электронный ресурс]: Строим-Домик / 2012. – Режим доступа: <http://stroimdomik.ru/sbooks/book/5/art/>
9. Производство модифицированных крахмалов [Электронный ресурс]: Основные направления применения модифицированных крахмалов – Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/novyy\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/06\\_syre\\_i\\_produkty\\_promyshlennosti\\_organicheskikh\\_i\\_neorganicheskikh\\_veshchestv\\_chast\\_II/5371](http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5371).
10. Фляте Д.М. Технология бумаги: учеб. для вузов – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.