

Таблица 2

Катализатор отверждения	Количество катализатора, % по отношению к массовой доле сухого остатка смолы	Водостойкость, ч
Хлористый аммоний	1,5	4
Щавелевая кислота	1,0	16
Смесь щавелевой и акриловой кислот в отношении 1 : 3	4,0	18

стей. Испытания проводили после выдержки образцов в течение 48 ч при температуре 18—23 °С и относительной влажности воздуха 65 %. Основные технические показатели водорастворимого лака и покрытия на его основе: вязкость лака по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 20 °С — 35—45 с; содержание сухого остатка — не менее 50 %; твердость покрытия по микротвердомеру ПМТ-3 — 620 МПа; адгезионная прочность покрытия при равномерном отрыве штифов — не менее 4,5 МПа; контактная теплостойкость покрытия при температуре 100 °С — не менее 30 мин; водостойкость покрытия при 20 °С — не менее 16 ч.

По результатам проведенных исследований можно заключить, что лаковые покрытия, полученные на основе эпоксикарбамидоформальдегидного олигомера, удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним с точки зрения физико-механических и эксплуатационных свойств. Технологический процесс отделки древесины и древесных материалов лаком на основе модифицированной карбамидоформальдегидной смолы можно осуществлять на существующем оборудовании; он не потребует дополнительных затрат для внедрения в производство.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 444786 (СССР). Способ получения модифицированной мочевиноформальдегидной смолы/ В. Е. Цветков, В. И. Азаров, В. П. Лосев.— Оpubл. в Б. И., 1974, № 36. [2]. А. с. 943260 (СССР). Композиция для покрытий/ В. И. Азаров и др.— Оpubл. в Б. И., 1982, № 25.

Поступила 1 ноября 1983 г.

УДК 676.011

### ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПОЛИМЕРНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СОСТАВОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПOKPOBHOГO СЛОЯ КОРОБОЧНОГО КАРТОНА МАРКИ «А»

П. Ф. БЕЛОГУРОВ, В. Л. КОЛЕСНИКОВ, Т. А. ЖОНИНА

П/о Белбумпром, Белорусский технологический институт

Расширение сырьевой базы целлюлозно-бумажной промышленности за счет использования лиственной древесины для получения технической целлюлозы требует решения широкого круга проблем, связанных с необходимостью упрочить структуру бумажного полотна или элементарного слоя картона [3, 6].

С особой остротой стоит задача обеспечения требуемых показателей качества коробочного картона марки «А», в композицию покровного слоя которого должно быть введено не менее 75—80 % коротковолокнистой беленой целлюлозы из лиственной древесины. Существенное увеличение доли короткого волокна, обладающего плохими бумаго-

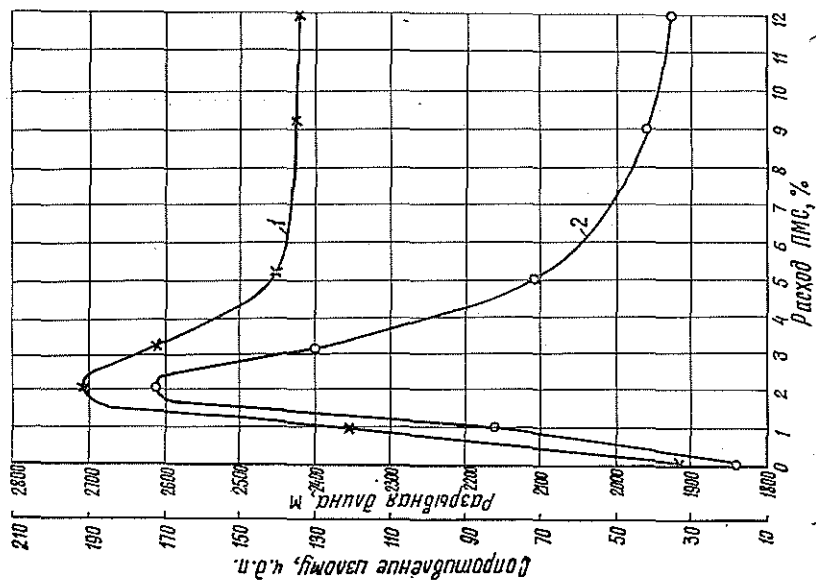


Рис. 1. Разрывная длина (1) и сопротивление излому (2) опытных образцов бумаги в зависимости от расхода полимерно-минерального состава.

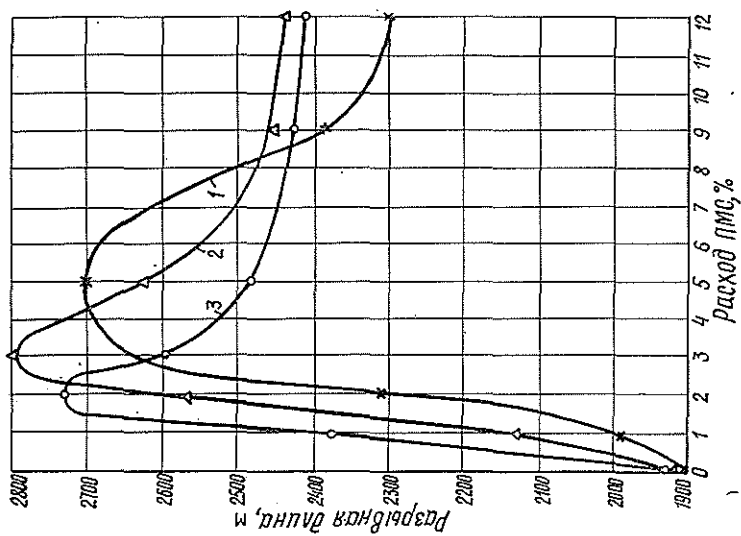


Рис. 2. Разрывная длина опытных образцов бумаги в зависимости от расхода полимерно-минерального состава и содержания в нем казеината натрия. 1 — содержание казеината натрия — 60; 2 — 80; 3 — 100 мг/г каолина.

образующими свойствами, снижает качество продукции, приводит к резкому повышению пылимости продукции, снижению межслоевой прочности и растрескиванию покровного слоя картона при изгибе.

Связующее целесообразно организационно и экономически добавлять в волокнистую массу, а не обрабатывать им поверхность полотна [5].

Предварительно проведенные лабораторные опыты, а затем и опытно-промышленные выработки коробочного картона марки «А» на предприятии показали перспективность применения в качестве связующего полимерно-минеральных составов (ПМС) на базе каучукового бутадиен-стирольного латекса БСК-3/65, казеина и фракционированного каолина. При выборе компонентов состава связующего учитывали известный эффект модификации свойств поверхности бумаги или картона.

при меловании, а также высокие физико-механические показатели образцов материалов, полученных из меловальной пасты после ее высушивания [1, 2, 4].

В результате поисковых исследований установлено следующее. Для взятой из производственного потока покровного слоя волокнистой массы со степенью помола 27 °ШР добавки различных количеств меловальной пасты, приготовленной по традиционной технологии на этом же предприятии с последующей коагуляцией раствором сульфата алюминия при рН 4,5, повышают разрывную длину опытных образцов бумаги с 1900 до 2750 м при расходе 1,5 % сухих веществ пасты от массы растительных волокон (рис. 1). Сопротивление излому в этих же условиях возрастает с 30 до 190 двойных перегибов.

Унимодальность кривых на рис. 1 с четко выраженным максимумом при одинаковом значении абсциссы указывает на коллоидный характер происходящих процессов, связанных с образованием первичных ансамблей из исходных частиц гидродисперсий и фиксацией их на поверхности растительных волокон.

Можно предположить, что координаты максимумов на кривых (рис. 1) изменяются в зависимости от содержания каждого компонента в полимерно-минеральном составе, его суммарного расхода, концентрации и степени помола волокнистой массы. Все перечисленные факторы влияют на лабильное адсорбционное равновесие молекул казеината натрия, которые могут располагаться на поверхности каучуковых и минеральных частиц, растительных волокон и в межволоконной жидкости. Тип и характер коагуляции, а также размер частиц образующегося осадка и прочность его фиксации на волокнах зависят от того, какая доля поверхности частиц латекса и каолина покрыта поверхностно-активным веществом (казеинатом натрия) в момент введения электролита.

Большое значение имеет время перемешивания ПМС в волокнистой массе до и после введения сульфата алюминия. В первом случае увеличение экспозиции приведет к тому, что большее число молекул поверхностно-активного вещества (ПАВ) с поверхности гидродисперсий перейдет на поверхность растительных волокон и уйдет в межволоконную жидкость. Во втором случае следует учесть кинетику коагуляции и увеличить время контакта массы с электролитом до отлива полотна при большем содержании в системе казеината натрия.

Наилучшие результаты получаются в тех случаях, когда степень адсорбционной насыщенности частиц гидродисперсий в момент коагуляции составляет 80—85 %.

Сказанное подтверждают зависимости, приведенные на рис. 2. Условия эксперимента подобны тем, при которых получены данные для рис. 1, но во втором случае при приготовлении меловальной пасты в нее добавляли различные количества казеина.

Как видно из рис. 2, максимумы показателя качества опытных образцов четко определяются для каждой кривой и закономерно сдвигаются в сторону увеличения расходов сухого остатка пасты от массы волокна при снижении в полимерно-минеральном составе содержания казеината натрия.

Отмеченная картина происходящих явлений может иметь место лишь в том случае, когда в добавляемом составе есть допустимый избыток ПАВ. При большом дефиците ПАВ и ПМС кривые в факторном пространстве указанных координат утратили бы экстремальный характер и для каждого расхода пасты пришлось бы подбирать соответствующие дополнительные количества казеината натрия, которые должны быть добавлены в композицию для достижения максимального эффекта упрочнения листа.

Результаты этого этапа исследований убеждают в том, что зависимость прочности бумаги от соотношения компонентов в полимерно-минеральном составе и его суммарного расхода определяется единым механизмом коллоидно-химических процессов, протекающих в микрогетерогенной системе при электролитной коагуляции в волокнистой массе гидродисперсий каучука и каолина в присутствии казенната натрия.

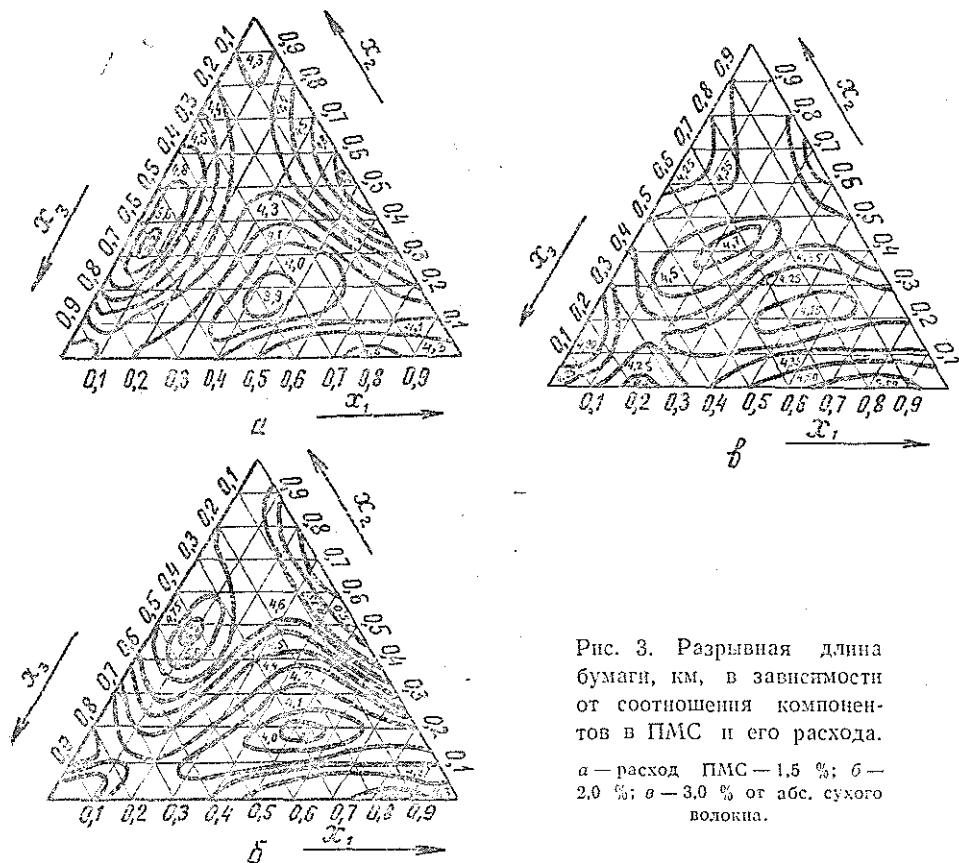


Рис. 3. Разрывная длина бумаги, км, в зависимости от соотношения компонентов в ПМС и его расхода.

а — расход ПМС — 1,5 %; б — 2,0 %; в — 3,0 % от абс. сухого волокна.

Для количественной оценки отмеченной взаимосвязи дальнейшие эксперименты проводили, используя решетчатые планы на трехкомпонентных симплексах. Чтобы иметь возможность детально исследовать поверхность отклика, необходимо и достаточно экспериментальные данные аппроксимировать полиномом четвертого порядка.

Полученные диаграммы состав — свойство для трех расходов ПМС представлены на рис. 3.

Независимые переменные в треугольной системе координат:  $x_1$  — доля латекса в ПМС;  $x_2$  — доля казенната натрия в ПМС;  $x_3$  — доля каолина в ПМС. В любой точке симплекса  $\sum_{i=1}^3 x_i = 1$ .

При анализе рис. 3 прежде всего следует обратить внимание на то, что смеси компонентов в совокупности оказываются эффективнее, чем каждый компонент в отдельности.

В факторном пространстве каждого треугольника выделяются несколько областей, в которых значения разрывной длины превышают 5 км. Для определения перспективных и экономически обоснованных

рецептов ПМС сформулирована и на ЭВМ «Мир-2» решена следующая оптимизационная задача: «Найти такие значения расхода ПМС и соотношения компонентов смеси, которые обеспечивают получение бумаги с разрывной длиной не менее 4,8 км и минимизируют стоимость материалов при производстве единицы продукции».

Поскольку размерность решаемой задачи относительно невелика, а поверхность отклика достаточно сложна, то мощные градиентные методы или методы случайного поиска экстремума могут привести к «застреванию» алгоритма в небольшом локальном минимуме, поэтому задача решена методом сканирования с шагом 0,025.

Результаты решения задачи оптимизации: доля латекса в ПМС  $x_1 = 0,075$ ; доля казенната натрия в ПМС  $x_2 = 0,275$ ; доля каолина в ПМС  $x_3 = 0,650$ ; расход ПМС  $x_4 = 15$  кг/т; разрывная длина бумаги  $y = 4,85$  км.

С практической точки зрения, наиболее важный вывод заключается в том, что ПМС с оптимальным соотношением компонентов содержит значительные количества каолина. Оказывается, что каолин не инертный, а активный наполнитель.

Нельзя не заметить, что локальный максимум разрывной длины с координатами  $x_1 = 0,075$ ;  $x_2 = 0,300$ ;  $x_3 = 0,625$  для расхода ПМС 1,5 % от массы волокна закономерно смещается вправо и вверх при переходе к расходам 2,0 и 3,0 %, т. е. увеличение суммарной внешней поверхности раздела фаз в единице объема жидкости за счет дополнительного ввода в систему частиц каучука и каолина для обеспечения процесса коагуляции в наимыгоднейшем режиме требует увеличения содержания в ПМС доли казенната натрия, играющего роль коллоидно-химического регулятора.

Одним из вероятных механизмов упрочняющего действия каолина в полимерно-минеральных составах может также быть образование гидратов, которые при сушке бумаги способны кристаллизоваться из пересыщенных растворов подобно тому, как это имеет место при отверждении клинкерных материалов в полимер-бетонах [7].

Полученные в лабораторных условиях данные подтверждены в производственных условиях при выработке коробочного картона марки «А». Содержание целлюлозы из лиственной древесины в композиции покровного слоя удалось поднять до 85—90 % при полном отсутствии пылимости и растрескивания при изгибе. Показатель жесткости при статическом изгибе у картона с добавками ПМС составляет 160 у. е., сопротивление расслаиванию — 170 Н.

Технология производства коробочного картона марки «А» с использованием ПМС внедрена на Слонимском КБЗ с 1981 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Выродов И. П. О физико-химической сущности процессов гидратации минеральных вяжущих веществ на ранних стадиях.— ЖПХ, 1976, т. 49, № 10. [2]. Иванов С. Н. Технология бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1970. [3]. Коссов А. С. Использование лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1967. [4]. Моисеев Б. Н. Новое в производстве коробочного картона.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. [5]. Сватовская Л. Б., Сычев М. М. Особенности химической связи и связующие свойства соединений.— ЖПХ, 1979, т. 52, № 11. [6]. Товбни Б. М. Особенности использования лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1976. [7]. Черкинский Ю. С. Химия полимерных неорганических вяжущих веществ.— Л.: Химия, 1967.