

УДК 676.038;676.23.3

С. А. ГОРДЕЙКО, Н. В. ЧЕРНАЯ

**ПРОКЛЕЙКА МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ ДИМЕРАМИ АЛКИЛКЕТЕНОВ  
В ПРИСУТСТВИИ СТИРОЛ-АКРИЛАТНОЙ ДИСПЕРСИИ И КАТИОННОГО  
ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА**

*Белорусский государственный технологический университет*

*(Поступила в редакцию 30.09.2014)*

Современная тенденция развития целлюлозно-бумажного производства характеризуется необходимостью компенсации потери гидрофобности и прочности бумаги, для изготовления которой используются вторичные волокна (макулатурные) вместо дефицитных первичных (целлюлозных). Для этого используют вещества функционального назначения, в зависимости от вида и расхода которых достигается требуемый комплекс показателей качества. При этом процессы упрочнения и проклейки являются конкурирующими [1].

Проблема придания макулатурным видам бумаги требуемой степени гидрофобности при одновременном обеспечении необходимой прочности остается нерешенной, что свидетельствует об ее актуальности с научной и практической точек зрения. В настоящее время для проклейки макулатурной массы широко применяют проклеивающие вещества природного происхождения на канифольной основе. Однако сокращение объемов их производства вынуждает бумажные и картонные предприятия использовать синтетические проклеивающие вещества, к числу которых относятся димеры алкилкетенов марок «Dumar», «Ultrasaiz» и «Hydrores» [2]. В то же время особенностью этих соединений является химическое взаимодействие положительно заряженных реакционноспособных групп с отрицательно заряженными активными центрами целлюлозных волокон, роль которых выполняют гидроксильные группы.

Современные теоретические представления о проклейке бумаги в нейтральной и слабощелочной средах основаны на том, что гидрофобными свойствами обладают только комплексы «волокно – димер алкилкетена» после завершения химической реакции между гидроксильными группами волокон и реакционноспособной лактоновой группой димера алкилкетена. Известно [3], что реакция возможна при наличии определенной концентрации димеров алкилкетенов, свободных гидроксильных групп на поверхности волокна, рН бумажной массы 6,8–8,5 и необходимой температуры (не ниже 130 °С). При соблюдении этих обязательных условий лактоновое кольцо открывается, происходит перегруппировка связей и атомов водорода с последующим присоединением кетена к гидроксильным группам волокна через сложноэфирную химическую связь по схеме, представленной на рис. 1.

Особенностью применения димеров алкилкетенов является то, что они используются при проклейке волокнистых суспензий, содержащих, как правило, первичные (целлюлозные) волокна, на поверхности которых отсутствуют какие-либо частицы веществ функционального назначения. В то же время на поверхности макулатурных волокон, как показали предварительные проведенные нами исследования, присутствует незначительное количество проклеивающих веществ (~0,025%), наполнителей (~4%), частицы которых частично блокируют активные центры применяемых волокон.

Поэтому нерешенной научной проблемой является повышение эффективности действия димеров алкилкетенов в макулатурной массе за счет управления химическими и электростатическими взаимодействиями ее компонентов при проклейке в нейтральной (рН 6,8–7,2) и слабощелочной (рН 7,3–7,8) средах.

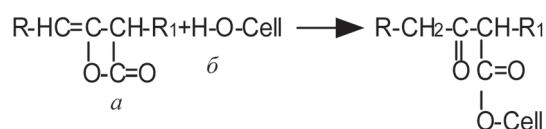


Рис. 1. Реакция димера алкилкетена (а) с поверхностными гидроксильными группами волокна (б).  
 R – радикал пальмитиновой кислоты; R<sup>1</sup> – радикал стеариновой кислоты

Цель данного исследования – разработка технологического режима повышения эффективности процесса проклейки димерами алкилкетенов в нейтральной и слабощелочной средах в присутствии стирол-акрилатной дисперсии и катионного полиэлектролита.

Объектом исследования служила бумажная масса, представляющая собой дисперсную систему, в дисперсионной среде (воде) которой содержится дисперсная фаза (макулатурные волокна, проклеивающие и упрочняющие вещества), а также изготовленные из них образцы бумаги и элементарные слои картона.

В качестве волокнистого сырья использовали макулатуру МС-6Б (ГОСТ 10700-97), а проклеивающего вещества – водную эмульсию димеров алкилкетенов АКД, выпускаемую под товарной маркой «Dumar VP 738». Вторым компонентом бинарной системы был синтетический полимер, роль которого выполнял один из приведенных ниже веществ: полиамидаминэпихлоргидриновая смола (товарный продукт «Melapret PAE/A» производится ООО «Кемиопол», Польша), синтезированный на кафедре химической переработки древесины в БГТУ новый полиамидаминный полимер или синтетический каучуковый латекс (в частности, стирол-акрилатная дисперсия). Для сравнения использовали природный полимер – модифицированный катионированный крахмал марки «Hi Cat» (Roquette, Франция). В качестве дополнительного удерживающего мелкое волокно (мельштоффа) агента использовали катионный полиэлектролит марки «Lycrid P48».

Сущность приготовления 1%-ной волокнистой суспензии из макулатурного сырья заключается в следующем: сначала проводили его роспуск в дезинтеграторе марки БМ-3, а затем размол в мельнице НДМ-3 комплекта ЛКР-1 до степени помола 38±2°ШР (Шоппер-Риглера). В полученную волокнистую суспензию последовательно вводили исследуемые вещества функционального назначения («Melapret PAE/A», новый полиамидаминный полимер, стирол-акрилатную дисперсию, «Hi Cat», «Dumar VP 738», «Lycrid P48»). Содержание димера алкилкетена «Dumar VP 738» в дисперсной системе составляло 0,14% от а. с. в. (абсолютно сухого волокна), а содержание упрочняющих веществ в ней увеличивали от 0 до 0,20% от а. с. в. Содержание катионного полиэлектролита «Lycrid P48» составило 0,05% от а. с. в. Указанные содержания в дисперсной системе исследуемых полимеров основаны на полученных положительных результатах предварительно проведенных исследований.

Изготовление образцов бумаги и элементарных слоев картона проводили на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (Ernst Naage, Германия) в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией. Для изготовления образцов бумаги и элементарных слоев картона с массой метра квадратного 80 г отбирали 252 см<sup>3</sup> 1%-ной волокнистой суспензии, в которую были введены в установленной последовательности заданные количества бинарной системы и катионного полиэлектролита. Испытание полученных образцов бумаги и элементарных слоев картона проводили на комплексе приборов «Lorentzen & Wettre» (Швеция) по стандартным методикам путем определения разрывной длины, сопротивления при разрыве, поглощения энергии при разрыве и жесткости образцов бумаги по ISO 1924/24, SCAN P67, TAPPI T494. Их гидрофобность характеризовали впитываемостью при одностороннем смачивании, которую определяли по ГОСТу 12606-82Е.

Установлено, что наилучшими гидрофобностью (впитываемость при одностороннем смачивании) и прочностью (разрушающее усилие, сопротивление разрыву, поглощение энергии при разрыве, жесткость при разрыве) обладают образцы бумаги и элементарные слои картона, полученные из макулатурной массы, содержащей стирол-акрилатную дисперсию (0,1% от а. с. в.), димеры алкилкетенов (0,14% от а. с. в.) и катионный полиэлектролит (0,05% от а. с. в.). Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице. При этом в качестве варианта сравнения использовали бинарную систему «модифицированный катионированный крахмал – димер алкилкетена», которая чаще всего используется на бумажных и картонных предприятиях.

**Гидрофобность и прочность образцов бумаги и элементарных слоев картона в зависимости от вида полимера**

Наименование показателя	Полимер			
	природный	синтетические		
		модифицированный катионированный крахмал	полиамидаминэпихлоргидридная смола	полиамидаминный
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	17,1	15,6	15,4	11,9
Разрушающее усилие, Н	51,3	57,4	58,3	71,0
Сопротивление разрыву, кН/м	3,42	3,78	3,81	4,68
Жесткость при разрыве, кН/м	435,2	463,2	461,8	513,6
Поглощение энергии при разрыве, Дж/м <sup>2</sup>	33,11	34,70	36,24	49,10

Увеличение гидрофобности и прочности, по-нашему мнению, можно объяснить синергическим действием бинарной системы «стирол-акрилатная дисперсия – димер алкилкетена», который проявляется в механизме, представленном на рис. 2.

Предлагаемый механизм синергического действия бинарной системы «стирол-акрилатная дисперсия – димер алкилкетена» на волокнистую суспензию (рис. 2) и сопоставительный анализ данных (таблица) свидетельствуют о достаточно высоком эффекте действия бинарной системы, если дисперсная система содержит стирол-акрилатную дисперсию (упрочнение), димеры алкилкетенов (проклейка) и катионный полиэлектролит (удержание). Разрушающее усилие для образцов бумаги и элементарных слоев картона с использованием данной бинарной системы в присутствии катионного полиэлектролита составило 71,0 Н (Ньютон), в то время как для образца сравнения («модифицированный катионированный крахмал – димер алкилкетена») этот показатель не превышает 53,1 Н.

Обнаруженный нами эффект повышения жесткости от 440,6 до 513,6 кН/м свидетельствует об увеличении межволоконных связей в структуре бумаги (элементарных слоев картона). Наименьшее значение данного показателя (440,6 кН/м) характерно для исследуемых образцов, полученных нами в качестве варианта сравнения и содержащих систему «модифицированный катионированный крахмал – димер алкилкетена».

Установлено, что впитываемость при одностороннем смачивании исследуемых образцов бумаги и элементарных слоев картона по сравнению с вариантом сравнения снизилась с 17,1 до 11,9 г/м<sup>2</sup>. Вероятно, это связано с более высоким электроотрицательным зарядом системы реагентов с использованием синтетических полимеров в присутствии катионного полиэлектролита, а также со строением частиц стирол-акрилатной дисперсии.

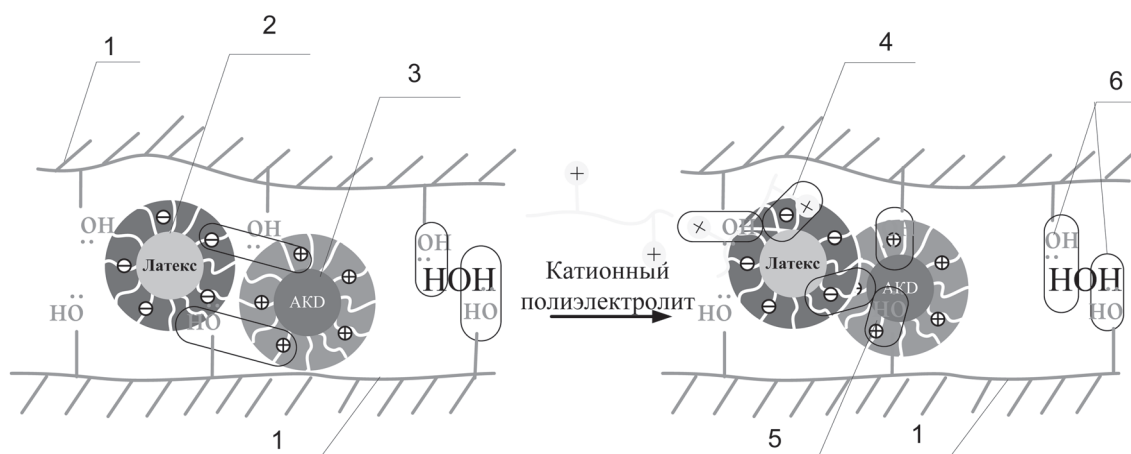


Рис. 2. Механизм синергического действия бинарной системы «стирол-акрилатная дисперсия – димер алкилкетена»: 1 – волокно; 2 – стирол-акрилатная дисперсия; 3 – димер алкилкетена; 4 – электростатическое взаимодействие; 5 – химическое взаимодействие; 6 – межволоконные (водородные) связи

Установлено, что при последовательном введении в макулатурную массу стирол-акрилатной дисперсии (0,1% от а. с. в.), димеров алкилкетена (0,14% от а. с. в.) и катионного полиэлектролита (0,05% от а. с. в.) обеспечивается не только получение бумажных масс с требуемыми бумагообразующими свойствами, но и придание образцам бумаги и элементарным слоям картона требуемого комплекса свойств. Об этом свидетельствует снижение для исследуемых образцов на 19,4% впитываемости при одностороннем смачивании, повышение на 25,2% разрушающего усилия, 26,5% сопротивления при разрыве, 28,9% поглощения энергии при разрыве и на 14,2% жесткости при разрыве.

К особенностям проклейки димерами алкилкетенов в присутствии стирол-акрилатной дисперсии и катионного полиэлектролита относятся: а) последовательность введения веществ функционального назначения в макулатурную массу (стирол-акрилатной дисперсии, димеров алкилкетена, катионного полиэлектролита); б) содержание в дисперсной системе макулатурных волокон, упрочняющих и проклеивающих веществ и катионных полиэлектролитов; в) механизм действия бинарной системы «стирол-акрилатная дисперсия – димеры алкилкетенов» в присутствии катионного полиэлектролита, объясняющий синергическое действие ее на макулатурную массу.

### Литература

1. Технология целлюлозно-бумажных производств. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1: Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб.: Политехника, 2005.
2. *Черная Н. В.* Технология производства бумаги и картона: учеб. пособие для студентов / Н. В. Черная, В. Л. Колесников, Н. В. Жолнерович. Минск: БГТУ, 2013.
3. *Блинушова О. И.* // Химия растительного сырья. 2008. № 1. С. 131–138.

*S. A. GORDEYKO, N. V. CHERNAYA*

#### **SIZING OF WASTE PAPER MASS WITH ALKYLKETENE DIMERS IN THE PRESENCE OF STYRENE-ACRYLATE DISPERSION AND A CATIONIC POLYELECTROLYTE**

#### **Summary**

The technological regimes to enhance the effectiveness of waste paper mass hardening and sizing processes taking into account specific features of functional substance use (styrol-acrylate dispersion as a hardener, alkylketene dimers as a sizing agent and cationic polyelectrolyte as a retaining agent) has been developed.