



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

ХИМИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

4 • 2014

СПбГУРП
НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ЦЕНТР
С-Петербург, ул. Лавана Черных, 4

УДК 676.024

ХИМИЯ БУМАГИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ И ОБЕЗВОЖИВАЮЩИХ ДОБАВОК

© Р.О. Шабиев^{1*}, А.С. Смолин¹, Ю.С. Кожевников², И.Н. Ковернинский²

¹Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, ул. Ивана Черных, 4, Санкт-Петербург, 198095 (Россия), e-mail: ncjob@yandex.ru

²ООО «СКИФ Спешиал Кемикалз», Восточная промзона, 7, Дзержинск, Нижегородская обл., 606000 (Россия)

В статье приводится исследование действия обезвоживающих и упрочняющих добавок на основе синтетических и природных полиэлектролитов на процессы производства бумаги, мутность, электрокинетический потенциал и физико-механические свойства лабораторных образцов. Объектом исследования является бумажная масса из предварительно очищенной ящичной макулатуры. На основе полученных экспериментальных данных авторы выявили закономерности взаимодействия макулатурной массы с химическими добавками в зависимости от их строения и плотности заряда. Показано, что максимальная прочность и обезвоживание бумажной массы из ящичной макулатуры наблюдается при невысоком отрицательном электрокинетическом потенциале. Полученные данные можно использовать на этапе подготовки бумажной массы для предварительной оценки дозировки и эффективности использования обезвоживающих и упрочняющих добавок.

Ключевые слова: макулатура, упрочнение, обезвоживание, катионный крахмал, полиэлектролиты, электрокинетический потенциал, мутность.

Введение

Высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых содержат ионогенные группы, способные к диссоциации на ионы, получают все большее распространение в химической технологии, экологии, при водоочистке, в строительной индустрии и во многих других отраслях промышленности [1], в том числе и в целлюлозно-бумажной промышленности. В ЦБП их используют для ускорения обезвоживания, повышения удержания мелкого волокна [2], проклеивающих веществ, наполнителя, красителя. Прочность бумаги можно повысить за счет увеличения количества Н-связей, как это происходит при добавлении крахмала, таким же эффектом обладает синтетическая полиакриламидная смола [3]. Высокомолекулярные соединения имеют низкую или относительно невысокую дозировку (до 1%), но проявляют высокую эффективность для улучшения и поддержания основных технологических процессов, особенно при нейтральном способе производства бумаги. При кислом способе для улучшения технологических процессов использовали сернистый глинозем, а также вводили внутримассно нативный и окисленный крахмал, а с середины XX в., с момента промышленного освоения и распространения синтетических полимеров, процесс улучшился введением полиакриламида (ПАА). В системах с глиноземом окисленный крахмал имеет более высокое удержание, чем нативный, а катионирование нативного крахмала приводит к повышению его удержания и показателей качества продукции при нейтральном способе производства бумаги. Придание дополнительных ионогенных групп ПАА привело к возможности его использования для упрочнения, а не только для повышения удержания.

Шабиев Руслан Олегович – доцент кафедры технологии бумаги и картона, e-mail: ncjob@yandex.ru

Смолин Александр Семенович – профессор, заведующий кафедрой технологии бумаги и картона

Кожевников Юрий Сергеевич – генеральный директор, e-mail: skif@skif.ru

Ковернинский Иван Николаевич – профессор, доктор технических наук, e-mail: kovern@list.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

В настоящее время большинство упрочняющих и обезвоживающих добавок (УОД) по своей природе являются полиэлектролитами (ПЭ) и в зависимости от своего конечного предназначения имеют разную структуру и свойства. Несмотря на всестороннее изучение их фундаментальных свойств, доказанную эффективность и начало их массового синтеза (только в современной России в промышленных масштабах их производят несколько крупных и мелких компаний), достаточно слабо изучены способы оценки их влияния на производственные процессы ЦБП. Самым надежным способом оценить эффективность использования химических вспомогательных веществ (ХВВ), волокнистых полуфабрикатов и изменения технологического режима является изготовление и последующее испытание лабораторных образцов, однако такой подход достаточно трудоемкий и продолжительный, поэтому определенный интерес для оценки эффективности УОД представляют физико-химические методы анализа.

Экспериментальная часть

Действие УОД исследовали на примере очищенной ящичной макулатуры марки МС-5Б (состав – 100% старые гофроящики), предоставленной ООО «Сухонский ЦБК» (Сокол, Россия). Данная марка макулатуры является самой массовой при изготовлении бумаги и картона из вторичного сырья. Приготовленную бумажную массу из макулатуры обрабатывали следующими добавками: катионным сополимером акрилаида – КСАА (торговая марка «Ультрафикс 127», производства ООО «СКИФ Спешиал Кемикалз», Дзержинск, Россия), катионированным среднезамещенным картофельным крахмалом холодного приготовления со степенью замещения 0,030, так называемый катионный крахмал – КК (торговая марка Emprisol NE25E, производства Emsland Stärke GmbH, Эмлиххайм, Германия), низкозамещенной катионно-анионной полиакриламидной смолой – ПААС (торговая марка «Ультразрез DS-150», производства «СКИФ Спешиал Кемикалз», Дзержинск, Россия).

Для определения плотности заряда ПЭ использовали метод коллоидного обратного индикаторного титрования и прибор SCD [4], скорость обезвоживания определяли модифицированной методикой на аппарате Шоппер-Риглера, электрокинетический потенциал (ЭКП) определяли методом потенциала протекания на приборе FPA (Fiber Potential Analyzer, пр-ва AFG GmbH, Лейпциг, Германия), принцип его работы соответствует приборам конструкции Magendans [4]. Электропроводность (χ) определяли кондуктометром МАРК-603 (производства ООО «Взор», Нижний Новгород, Россия) и регулировали добавлением соответствующего количества NaCl. Мутность определяли в формазиновых нефелометрических единицах (FNU) нефелометром с инфракрасным светодиодом в качестве источника освещения. Для определения мутности отбирали массу объемом 500 см³ с содержанием 2 г а.с.в. и вносили выбранный реагент, затем помещали пробу в стакане на магнитную мешалку для перемешивания в течение 3–5 мин. При внесении КК массу перемешивали 10 мин. Волокно отделяли и отбирали фильтрат при фильтровании через бумагу «красная лента» на воронке Бюхнера $d = 70$ мм.

Для роспуска и последующего размола навеску макулатуры массой 30 г а.с.в. (принимали влажность 7%) помещали в стакан и заполняли около 1500 см³ очищенной водопроводной водой. Макулатуру оставляли набухать не менее чем на 1 ч, но не более чем на сутки. Роспуск макулатуры осуществляли в лабораторном гидроразбивателе ЛГ-3, который входит в состав лабораторного размалывающего комплекта ЛКР-1 (производства ООО МП «Рессбертех», Киев, Украина). Дезинтегрированную массу загружали в стакан мельницы, закрывали крышкой, включали привод мельницы и производили перемешивание массы в течение 1,5 мин без прижима гарнитуры ротора и статора. Затем вращением штурвала уменьшали расстояние между ножами для осуществления размола. Заданная степень помола $38 \pm 1-2$ °ШР достигалась при межножевом расстоянии 0,2 мм в течение 1,5 мин размола.

Определение степени помола и изготовление лабораторных отливок проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 14363.4–89: степень помола и скорость обезвоживания определяли на аппарате СР-2 (аппарат Шоппер-Риглера), отливки массой 100 г/м² изготавливали на листоотливном аппарате ЛОА-4 конструкции «Рapid-Кетен». Для определения скорости обезвоживания отбирали 3 г а.с.в. После отбора пробы массу объемом 1000 см³ вносили в аппарат Шоппер-Риглера при закрытом пробкой центральном отверстии. Через 5 сек после внесения пробы поднимали уплотняющий конус для начала обезвоживания массы. Через заданный интервал времени, соответствующий максимальному приросту скорости обезвоживания, измеряли полученный объем фильтрата через боковое отверстие. Предварительно определяли зави-

симость скорости обезвоживания от продолжительности испытания. Перед испытаниями лабораторные образцы кондиционировали в течение 12 ч в эксикаторе с постоянной относительной влажностью $50 \pm 2\%$, для создания требуемой влажности дно эксикатора заполняли насыщенным раствором KNO_3 . Температуру кондиционирования и испытания бумаги поддерживали на уровне $23 \pm 1-2^\circ\text{C}$. Для оценки прочности образцов пользовались показателем прочности при растяжении, применение которого взамен показателя «разрывной длины» рекомендуется комитетом ISO/TC6. Условия проведения испытаний по прочности соответствовали ГОСТ Р 1924-1-96, время испытания подбиралось таким образом, чтобы разрушение наступало за 20 ± 5 с. Испытания проводились на универсальной испытательной машине Hounsfield (производства Tinius Olsen, Редхил, Великобритания), все расчеты выполняли при помощи программного обеспечения Qmat, для построения графических зависимостей использовали программный пакет SigmaPlot 11.0.

Схема экспериментальной части приводится на рисунке 1.



Рис. 1. Схема исследования влияния УОД на бумажную массу из макулатуры

Результаты и их обсуждение

Известно, что плотность заряда (σ) косвенно показывает содержание ионогенных групп или степень замещения [5], что, в свою очередь, говорит об активности реагента. В таблице полученных данных по определению σ (табл. 1) маркер *индикатор* означает, что в этом случае использовался индикатор 0,1% ОТГ (ортотолуидиновый голубой), а маркер *прибор SCD* – прибор с поршнем, данные методы имеют разный класс точности. В качестве титрантов использовали стандартный ПДАДАМАХ, поставляемый компанией AFG GmbH, и ВПК-402 – высокомолекулярный катионный продукт (производства ЗАО «Каустик», Башкортостан, Россия). Определяли σ при двух концентрациях, 0,1 и 1 г/дм³, по товарному продукту, поскольку для некоторых реагентов при $C = 0,1$ г/дм³ переход при титровании с индикатором обнаружен не был. Катионный крахмал исследовали при концентрации 10 г/дм³.

Таблица 1. Зависимость плотности заряда σ , ммоль/г, от способа его определения, pH 7

Реагент	Титрант и способ титрования	Концентрация, г/дм ³	
		0,1	1
ПААС	ВПК-402 (<i>индикатор</i>)	Переход не обнаруживается	0,05
	ПДАДМАХ (<i>индикатор</i>)	Переход не обнаруживается	0,05
	ПДАДМАХ (<i>прибор SCD</i>)	...	$0,047 \pm 0,005$
КК	ВПК-402 (<i>индикатор</i>)	Переход не обнаруживается	– (0,015)*
	ПДАДМАХ (<i>индикатор</i>)	Переход не обнаруживается	$0,05 (0,4)^*$
КСАА	ВПК-402 (<i>индикатор</i>)	$0,75 \pm 0,10$	$0,52 \pm 0,10$
	ПДАДМАХ (<i>индикатор</i>)	$1,50 \pm 0,05$	$1,15 \pm 0,05$
	ПДАДМАХ (<i>прибор SCD</i>)	$1,255 \pm 0,158$	...

* Концентрация КК 10 г/л

Полученные данные показывают, что, кроме метода определения, σ зависит от концентрации реагента, это связано со скоростью образования полиэлектролитного (между титруемым веществом и титрантом) и окрашенного комплекса (между титруемым веществом и индикатором). Также влияет уровень кислотности, поскольку в этом случае меняется степень диссоциации функциональных групп смолы [6], нами установлено, что для КСАА $\sigma = 1,863$ ммоль/г при pH 3,5 против $\sigma = 1,255$ ммоль/г при pH 7,5. Вне зависимости от титранта и способа титрования, самая высокая σ наблюдается у КСАА, а КК и ПААС имеют примерно одинаковую ее величину: $\sigma_{\text{КСАА}} \gg \sigma_{\text{ПААС}} \sim \sigma_{\text{КК}}$. Невысокое содержание ионогенных групп в выбранной марке КК подтверждается невысокой степенью замещения 0,030, заявленной производителем, что означает, что на 1000 ОН-групп приходится только 30 четвертичных аммонийных групп.

На основании данных об σ следует ожидать более высокой степени электростатической составляющей во взаимодействии КСАА с макулатурной массой, а также большего влияния КСАА на флокуляцию. Характер изменения ЭКП макулатурной массы при добавлении ПААС и КСАА (рис. 2) подтверждается данными коллоидного титрования, поскольку $\sigma_{\text{ПААС}}$ очень низкая, то и ЭКП макулатурной массы при его добавлении практически не изменяется. Определение ЭКП при добавлении ПААС выполнено для разной χ , поскольку известно, что при ее изменении в большей степени должно проявляться изменение эффективности слабозаряженных ПЭ, так как они более чувствительны к экранированию ионогенных групп и изменению конформации макромолекул, что, в свою очередь, влияет на характер изменения ЭКП бумажной массы. Как видно, при снижении χ бумажной массы ее ЭКП повышается по абсолютному значению в нулевой точке, но в дальнейшем практически не изменяется при добавлении ПААС, что свидетельствует об отсутствии заряженных групп, которые могут повлиять на изменение электроповерхностных параметров бумажной массы. Средней χ для бумажных фабрик, использующих в композиции 100% макулатуру марки МС-5Б, является $\chi = 1000$ мкСм/см; $\chi = 150$ мкСм/см соответствует средней χ водопроводной воды при проведении лабораторных испытаний и в производственных условиях практически не встречается.

Поскольку добавление КСАА приводит к изменению ЭКП, то можно говорить о достаточно высоком содержании ионогенных групп в его макромолекулах, в этом случае по измерению ЭКП бумажной массы можно качественно характеризовать степень взаимодействия подобных добавок. Изoeлектрическое состояние массы достигается при дозировке около 15 мг/г = кг/т, что является достаточно высокой в условиях бумажных фабрик. Эти данные подтверждаются результатами определения степени флокуляции, которые легко интерпретируются по изменению мутности. Мутность достигает своего минимального значения как раз при дозировке КСАА, соответствующей изoeлектрическому состоянию массы, подобная зависимость ЭКП и мутности подтверждается литературными данными [3]. Медленнее всего снижается мутность при введении ПААС: при дозировке 10 кг/т мутность практически не изменяется, что соответствует поведению синтетических упрочняющих добавок на основе полиакриламидной смолы, которые отличаются от традиционного высокомолекулярного ПАА, применяемого для удержания, своей невысокой степенью полимеризации и низкой σ [3]. При добавлении КК мутность фильтрата сразу же резко снижется, а при дозировке около 7,5 кг/т достигает своего минимума, что свидетельствует об интенсивной флокуляции массы под действием протяженных макромолекул амилопектина КК. Следует ожидать второй минимум мутности при достижении изoeлектрического состояния, как в случае с КСАА, однако поскольку $\sigma_{\text{КСАА}} \gg \sigma_{\text{КК}}$, то достижения этого состояния не стоит ожидать при этих дозировках КК.

Прямым методом оценки взаимодействия ХВВ с бумажной массой является определение скорости ее обезвоживания. Очевидно, что чем выше скорость удаления несвязанной воды из волокнистой гидросуспензии, тем лучше влияет добавка. Такой метод оценки эффективности ХВВ с точки зрения процесса водоотдачи на сеточной части БКДМ распространен среди поставщиков УОД, особенно поставщиков КК. Скорость удаления воды из целлюлозной гидросуспензии в нулевой точке прежде всего зависит от степени помола и состава по волокну, поскольку методика не является стандартизированной, то перед испытанием выполняли предварительный эксперимент. Из полученных данных видно (табл. 2), что оптимальной продолжительностью определения скорости обезвоживания является интервал времени 30 с, поскольку за этот интервал времени наблюдается максимальный прирост фильтрата за время испытания. Для каждого испытания использовали свою пробу. После испытаний массу сливали, а каждый раз после использования ХВВ аппарат СР-2 тщательно промывали.

Рис. 2. Изменение электрокинетического потенциала и мутности неразмолотой макулатурной массы при добавлении некоторых УОД: 1-1 – ЭКП (ПААС) $\chi = 150$ мкСм/см; 1-2 – ЭКП (ПААС) $\chi = 1$ мСм/см; 1-3 – мутность (ПААС); 2 – мутность (КК); 3-1 – ЭКП (КСАА) $\chi = 1$ мСм/см; 3-2 – мутность (КСАА)

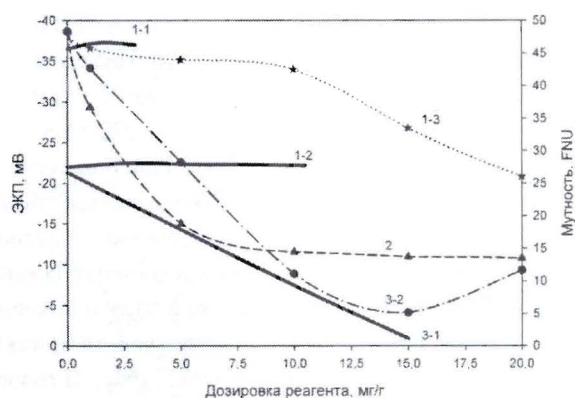


Таблица 2. Зависимость скорости обезвоживания от продолжительности испытания

V, мл/с	τ , с	$\Delta V/\Delta \tau$
350	10	—
400	20	+50
480	30	+80
530	40	+50
570	50	+40

Известно, что на повышение скорости обезвоживания оказывают влияние в первую очередь процессные химикаты, но химикаты свойств тоже могут оказывать на нее существенное влияние. Как видно на рисунке 3, при добавлении КК происходит линейное увеличение скорости обезвоживания, а прочность при растяжении существенно увеличивается не сразу, а только при дозировке в 7–7,5 кг/т, после чего показатель прочности сразу вырос на треть. По-видимому, при этой дозировке преодолевается энергетический барьер взаимодействия частиц и наблюдается флокуляция мелкого волокна (рис. 2), которое заполняет пустоты между волокнами, тем самым повышая прочность. Однако изоэлектрического состояния массы в этой точке ожидать не стоит, поскольку $\sigma_{\text{КК}}$ невысокая, что подтверждается ранее полученными данными изменения ЭКП отдельных видов волокнистого полуфабриката при добавлении картофельного КК подобной степени замещения [7]. Снижение сил отталкивания и удержание мелких волокон приводит к повышению плотности и однородности бумажного листа, это, в свою очередь, приводит к повышению количества межволоконных сил связи, что повышает бумагообразующие свойства. Образование дополнительных Н-связей «волокно – крахмал – волокно» вызвано родственной с целлюлозой природой и наличием свободных ОН-групп, кроме того, макромолекулы амилопектина имеют большие размеры, что повышает вероятность их столкновения с микрофибриллами и волокнами. При рассмотрении действия ПЭ с высокой молекулярной массой нельзя говорить только о степени их взаимодействия с позиций электростатических сил. Катионирование применяется для улучшения удержания крахмала и повышения обезвоживания и удержания бумажной массы. Их повышение и снижение мутности не является основной ожидаемой пользой от введения КК, но относится к дополнительным полезным эффектам. Основным предназначением КК является упрочнение бумаги в сухом состоянии.

Как видно на рисунке 4, с повышением дозировки ПААС последовательно повышается прочность отливок и скорость обезвоживания, аналогично повышению прочности при добавлении КК. Эффективную дозировку реагента следует признать на уровне около 7,5 кг/т, когда наблюдается хорошая скорость обезвоживания бумажной массы и заметно улучшаются прочностные свойства лабораторных образцов. Однако ПААС полноценной заменой КК сложно назвать, подобные синтетические упрочняющие в сухом состоянии смолы особенно эффективны при добавлении солей алюминия, при нейтральном способе производства бумаги в сочетании с полиоксихлоридом алюминия эффект от упрочнения ПААС возрастает [6]. Подобные исследования в рамках данной работы не проводились. Подобные смолы следует использовать в двух и более компонентных системах, например, при совместном использовании полиоксихлорида алюминия и КК, КК и бентонита натрия [3]. Синтетические упрочняющие смолы можно рекомендовать к применению в композиции для поддержания заданной прочности при невозможности проведения интенсивного размала бумажной массы, а также для повышения межслоевой прочности. Таким путем сохраняется высо-

кий удельный объем и толщина бумаги, что особенно важно при выработке санитарно-гигиенической бумаги, где применение КК невозможно вследствие повышения гидрофобности и плотности бумаги.

Полученные данные на рисунке 5 показывают, что с повышением дозировки КСАА постоянно повышается прочность лабораторных образцов и скорость обезвоживания, а при дозировке около 10 кг/т происходит максимальное проявления показателей, однако с повышением дозировки наблюдается их падение. При этой дозировке преодолевается энергетический барьер взаимодействия частиц, снижение сил отталкивания приводит к повышению плотности и образованию дополнительных межволоконных Н-связей, хотя сам КСАА непосредственно новые Н-связи не вносит, в отличие от КК и ПААС. Очевидно, что эффективность применения средне- и высокозаряженных катионных препаратов связана с характером изменения электроповерхностных свойств бумажной массы. Такой характер зависимостей при сопоставлении с данными по изменению ЭКП (рис. 2) говорит об отсутствии прямой корреляции между изоэлектрическим состоянием бумажной массы, прочностью и скоростью обезвоживания, а для благоприятствования основным технологическим процессам следует поддерживать ЭКП слегка отрицательным.

Полученные данные соответствуют литературным источникам (рис. 6), где показано, что по способности к флокуляции и изменению электрокинетических параметров можно охарактеризовать используемый ПЭ. Например, при наличии экстремумов на кривых изменения флокуляции и электрокинетических явлений можно сделать вывод, что ПЭ содержит средние и небольшие макромолекулы, обычно они представляют собой поликатионы с высокой σ и низкой молекулярной массой. И наоборот, при постепенном снижении проявления электрокинетических параметров и повышении степени флокуляции можно сделать вывод о небольшой σ и высокой молекулярной массе ПЭ, в этом случае образуются как бы «мостики» между полимерами и микрофибриллами. Несмотря на колоссальную разницу в их размерах (1 : 1000), они обеспечивают дополнительную площадь контактов между волокнами там, где расстояние между ОН-группами слишком большое, чтобы образовать прямую Н-связь.

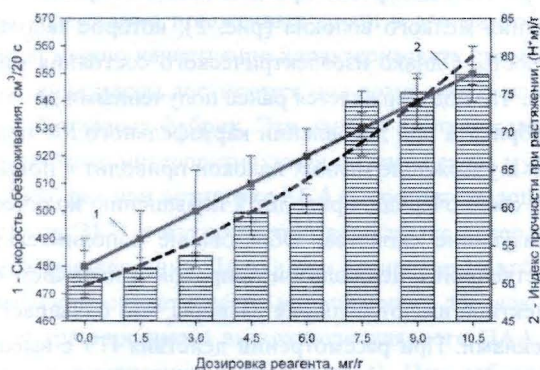


Рис. 3. Зависимость добавления среднезамещенного КК на скорость обезвоживания и индекс прочности при растяжении

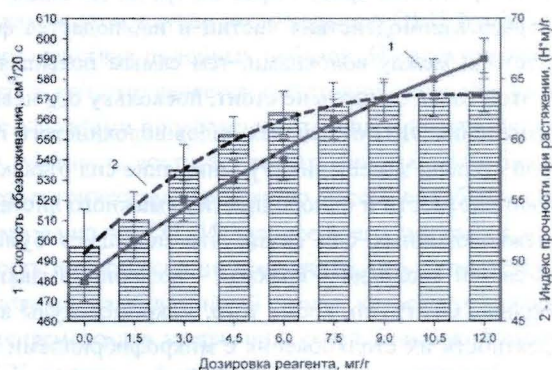
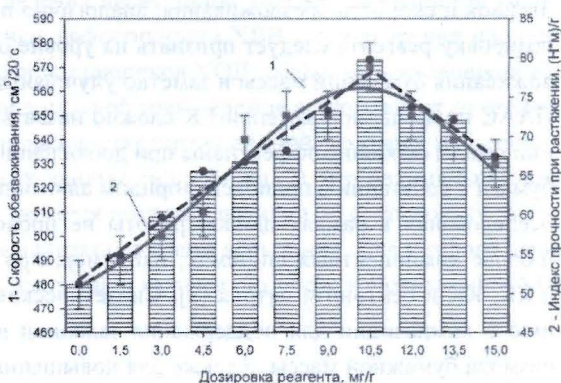
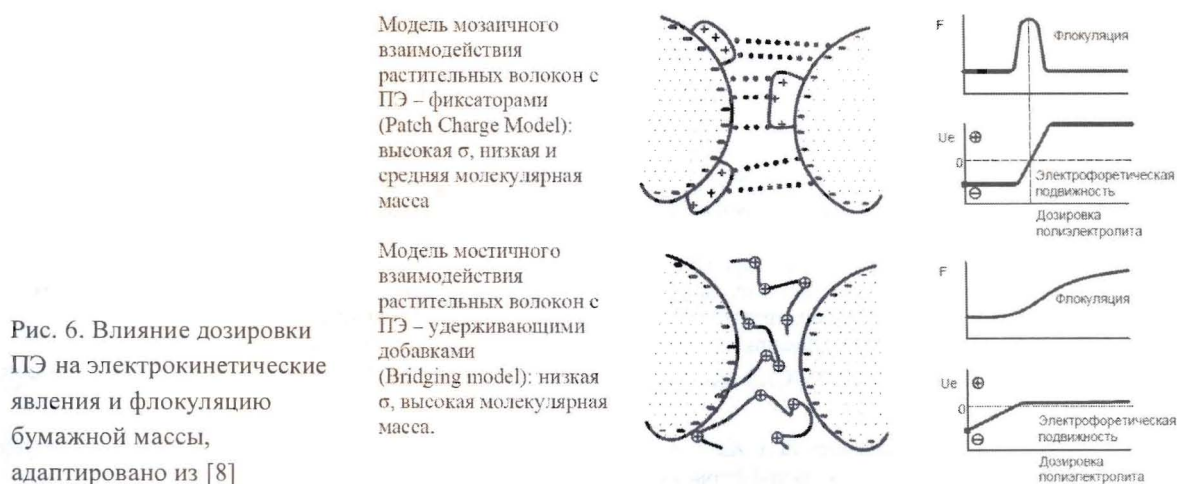


Рис. 4. Зависимость добавления ПААС на скорость обезвоживания и индекс прочности при растяжении

Рис. 5. Зависимость добавления КС ПАА на скорость обезвоживания и индекс прочности при растяжении





Выводы

1. Подтверждена возможность исследования структуры упрочняющих и обезвоживающих добавок посредством физико-химических методов анализа. Одним из ключевых параметров является плотность заряда.
2. Чем выше плотность заряда полиэлектролита, тем большее влияние оказывает добавка на упрочнение, степень флокуляции и обезвоживание, на их кривых присутствует экстремум, поэтому для таких добавок следует аккуратнее подбирать дозировку.
3. О степени взаимодействия и эффективности упрочняющих добавок невысокой плотности заряда можно рассуждать только при изготовлении и испытании образцов.
4. Перспективным представляется исследование совместного применения природных и синтетических добавок для усиления их действия по упрочнению бумаги и улучшению обезвоживания бумажной массы.
5. Максимальная прочность и обезвоживание бумажной массы из макулатуры наблюдается при слегка отрицательном электрокинетическом потенциале.

Авторы выражают благодарность ООО «Сигма Микрон» (СПб, Россия) и Emtec Electronic GmbH (Лейпциг, Германия) за предоставление прибора FPA для определения электрокинетического потенциала макулатурной массы.

Список литературы

1. Топчиев Д.А., Малкандуев Ю.А. Катионные полиэлектролиты: получение, свойства и применение. М., 2004. 232 с.
2. Сюткин В.Н., Сажин С.А., Попов В.М., Ерин Н.Ю. Новые экологически безопасные высокомолекулярные флокулянты – катионные полиэлектролиты // Химия растительного сырья. 2000. №1. С. 61–66.
3. Papermaking science and technology. Book 4. Papermaking chemistry / Ed. Gullichsen (series ed.) // J., Paulapuro (series ed.) H., Neimo (book ed.) L. Jyväskylä: FAPET, 1999 [Электронный ресурс]: CD-ROM.
4. Шабиев Р.О., Смолин А.С. Анализ электрокинетических параметров бумажной массы: учебное пособие. СПб., 2012. 80 с.
5. Wågberg L., Winter L., Lindström T. Determination of ion-exchanged capacity of carboxymethylated cellulose fibers using colloid and conductometric titration // Papermak. Raw Mater. trans. 8th Fundam. Res. Symp. Oxford: Mechanical Eng. Publ. Ltd., 1985. Pp. 917–923.
6. Кожевников С.Ю., Андреева С.Л. Упрочнение бумаги синтетической катионно-анионной полиакриламидной смолой // Химия растительного сырья. 2011. №2. С. 177–182.
7. Шабиев Р.О., Смолин А.С., Яккола П. Исследование дзета-потенциала и катионной потребности волокнистых полуфабрикатов // Химия растительного сырья. 2009. №1. С. 177–184.
8. Paper Chemistry / Ed. Roberts J.C. London, 1996. 267 p.

Поступило в редакцию 16 мая 2014 г.

После переработки 26 сентября 2014 г.

Shabiev R.O.^{1*}, Smolin A.S.¹, Kozhevnikov Yu.S.², Koverninsky I.N.² PAPER CHEMISTRY: STUDY ON ACTION OF STRENGTHENING AND DRAINAGE ADDITIVES

¹State Technological University of Plant Polymers, ul. Ivana Chernykh, 4, Saint Petersburg, 198095 (Russia),
e-mail: ncjob@yandex.ru

²SKIF Special Chemicals Ltd, Eastern Industrial Area, 7, Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod region, 606000 (Russia).

The article provides a study of the effect of strengthening and drainage additives based on synthetic and natural poly-electrolytes on papermaking, turbidity, zeta potential and strength properties of handsheets. Object of study is the paper pulp from prescreened OCC wastepaper. On the basis of experimental data obtained, the authors have identified the interaction of wastepaper pulp with chemical additives depending on their structure and charge density. It is shown that the maximum strength and drainage of wastepaper pulp is observed at low negative zeta potential of secondary fibers. The data obtained can be used in the stock preparation for assessment of the dosage and effectiveness of strengthening and drainage additives.

Keywords: waste paper, strengthening, dewatering, cationic starch, polyelectrolytes, zeta potential, turbidity.

References

1. Topchiev D.A., Malkanduev Ju.A. *Kationnye polielektrolity: poluchenie, svoystva i primeneniye*. [Cationic polyelectrolyte: Preparation, Properties and Applications]. Moscow, 2004, 232 p. (in Russ.).
2. Sjutkin V.N., Sazhin S.A., Popov V.M., Erin N.Ju. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, 2000, no. 1, pp. 61–66. (in Russ.).
3. *Papermaking science and technology. Book 4. Papermaking chemistry*. Ed. Gullichsen (series ed.) // J., Paulapuro (series ed.) H., Neimo (book ed.) L. Jyväskylä: FAPET, 1999 [Electronic resource]: CD–ROM.
4. Shabiev R.O., Smolin A.S. *Analiz jelektrorodnitseskikh parametrov bumazhnoj massy: uchebnoe posobie*. [Analysis of electrokinetic parameters pulp. tutorial.]. Saint Petersburg, 2012, 80 p. (in Russ.).
5. Wågberg L., Winter L., Lindström T. *Papermak. Raw Mater. trans. 8th Fundam. Res. Symp.* Oxford: Mechanical Eng. Publ. Ltd., 1985, pp. 917–923.
6. Kozhevnikov S.Ju., Andreeva S.L. *Himija rastitel'nogo syr'ja*. 2011, no. 2, pp. 177–182. (in Russ.).
7. Shabiev R.O., Smolin A.S., Jakkola P. *Himija rastitel'nogo syr'ja*. 2009, no. 1, pp. 177–184. (in Russ.).
8. *Paper Chemistry*. Ed. Roberts J.C. London: Blackie Academic and Professional, 1996. 267 p.

Received May 16, 2014

Revised September 26, 2014

* Corresponding author.