

А. В. Костюкевич, аспирант; П. А. Чубис, аспирант; Н. В. Черная, профессор;  
Н. В. Жолнерович, ст. преподаватель; А. А. Драпеза, магистрант

### ВЛИЯНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ

The given work is devoted to studying of the influence of auxiliary chemical additives on the properties of polygraphic kinds of paper. Two systems of auxiliary chemical additives, differing on his structure and the mechanism of action, are considered in this work. The newest methods of the researches have been applied during the studying of the influence of chemicals on the properties of polygraphic kinds of paper. It was established, that the effect of application of the different binary systems of auxiliary additives is directly depends on the composite structure of a paper suspension. Only at use in a composition less than 20% waste paper fibers system КРАА + bentonite can leads to increase of polygraphic paper samples quality parameters.

**Введение.** В процессе формования бумажного полотна на сеточном столе бумагоделательной машины (БДМ) из волокнистой суспензии необходимо максимально удалить дисперсионную среду, роль которой выполняет вода. Этому способствует процесс флокулообразования, который наряду с перераспределением волокна вызывает выделение воды иммобилизированной первоначальной структурой волокнистой суспензии [1]. Таким образом, флокулообразование способствует удалению из волокнистой суспензии как свободной воды, так и воды, адсорбированной на волокне при помощи водородных связей, что приводит к значительному ускорению процесса обезвоживания [2]. Однако количество волокна в самих флокулах и в выделившейся в момент их образования свободной воде существенно отличается. Данный эффект зачастую является причиной получения бумаги с неоднородным просветом и неудовлетворительными печатными свойствами. Поэтому необходимо осуществлять регулирование как степени флокуляции, так и однородности флокул по размерам [1].

На сегодняшний день на рынке химических продуктов представлен широкий спектр различных вспомогательных химических веществ (ВХВ), способных влиять на производительность БДМ и изменять требуемым образом потребительские свойства вырабатываемой бумаги [3].

Правильное применение комбинаций некоторых ВХВ позволяет не только управлять степенью флокуляции, размерами и прочностью флокул, но и ускорять процесс обезвоживания на сеточном столе БДМ, повышать степень удержания компонентов бумажной массы, снижать уровень ионных загрязнений в производственном водообороте, избегать образования отложений на сетках и сукнах БДМ. В результате рационального применения ВХВ возможно как повышение качества изготавливаемой продукции, так и изменение технико-экономических показателей производства полиграфических ви-

дов бумаги [4–6]. Однако при выборе ВХВ для каждого конкретного производства следует учитывать многие технологические факторы, к числу которых относятся вид используемых волокнистых полуфабрикатов, вид и расход применяемых в процессе производства бумаги химических веществ, степень водооборота предприятия и уровень его ионной загрязненности.

Целью данной работы являлось изучение влияния вспомогательных химических веществ на свойства волокнистых суспензий с различным композиционным составом по волокну.

**Основная часть.** В качестве объектов исследования были выбраны две бинарные системы ВХВ, отличающиеся между собой по составу и принципу действия.

Первая система представляла собой сочетание катионного полиакриламида (КПАА) (сополимер акриламида с N,N-диэтиламиноэтилметакрилатом) со средней катионной активностью в виде товарного продукта «Praestol 650 BC» (молекулярная масса около 6 млн. г/моль, содержание остаточного акриламида 0,1%, количество неионогенных амидных и диссоциирующих катионных групп 25–50%) и бентонита в виде товарного продукта «Altonit SF White» (монтмориллонит кремнекислый с содержанием кремния).

Данная система (рис. 1) должна способствовать протеканию процесса флокулообразования по принципу «мостик – мозаика». Длинные молекулы КПАА должны сначала связать отрицательно заряженные компоненты бумажной массы по мостиковому механизму, в результате чего образуются крупные непрочные флокулы, которые затем разрушаются под действием сдвиговых усилий (смесительный насос, напорные сортировки и т. д.). Затем в волокнистую суспензию вводятся сильноанионные микрочастицы бентонита, что должно привести к повторному образованию более прочных и мелких флокул по мозаичному механизму. При этом небольшой размер флокул должен ускорять процесс обезвоживания волокнистой суспензии.

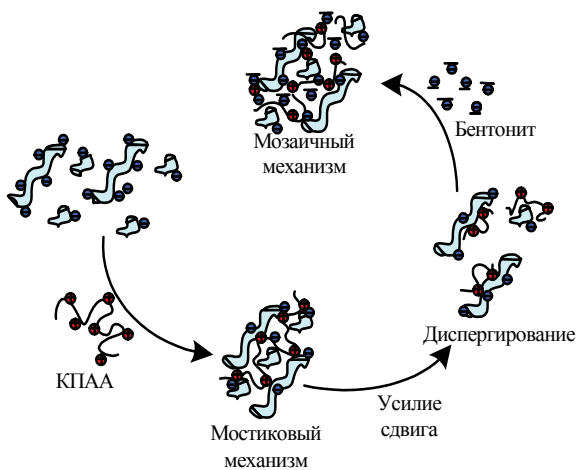


Рис. 1. Механизм флокуляции в системе «КПАА + бентонит»

Вторая бинарная система ВХВ (рис. 2) представляла собой сочетание полиалюминийоксихлорида (ПОХА) в виде товарного продукта «РАХ-18» ( $[Al_3(OH)_4(H_2O)_9]^{5+}$ ) (основность 42%, содержание  $Al_2O_3$  17%) и анионного полиакриламида (АПАА) (сополимер акриламида с 2-акриламидо-2-метилпропансульфонатом натрия) в виде товарного продукта «Lucrid» (молекулярная масса около 4,5 млн. г/моль, содержание остаточного акриламида 0,05%, количество неионогенных амидных и диссоциирующих катионных групп 25–50%).

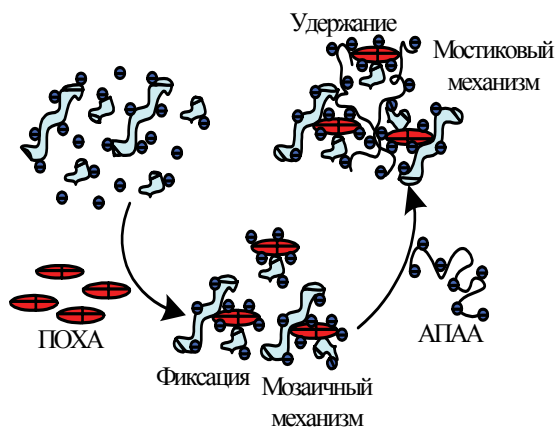


Рис. 2. Механизм флокуляции в системе «ПОХА + АПАА»

Такая система должна проводить процесс флокулообразования по принципу «мозаика – мостик». Высокоэффективный электролит («РАХ-18») в данном случае должен действовать как фиксатор анионных загрязнений бумажной массы. Их фиксация по мозаичному механизму должна приводить к стабилизации электрокинетического состояния волокнистой суспензии (в результате чего улучшается обезвоживание), а вводимый затем полиакриламид должен повышать удержание компонентов бумажной массы (мостиковый механизм) и способствовать устранению фиксированных анионных загрязнений из системы циркуляции оборотных вод.

Эффективность действия бинарных систем изучали на примере бумажной массы, содержащей термомеханическую древесную массу (ТММ) (ГОСТ Р 50068-92), полученную по RTS-технологии, и макулатуру белую (ГОСТ 10700). Роспуск и размол волокнистых полуфабрикатов осуществлялся на лабораторном размалывающем комплексе ЛКР-1. Степень помола ТММ и макулатурной массы составляла 80 и 58°ШР соответственно (по аппарату СР-2Т).

Для исследования влияния бинарных систем ВХВ на свойства полиграфических видов бумаги были приготовлены и испытаны одиннадцать различных волокнистых композиций. Композиция № 1 состояла на 100% из ТММ, № 2 – на 90% из ТММ и на 10% из макулатуры и т. д. После составления композиции по волокну дозировались ВХВ.

При испытании первой системы сперва дозировался 0,25%-ный раствор «Praestol 650 ВС» (расход 0,015% от а. с. в.), после чего дозировалась 0,5%-ная суспензия бентонита (расход 0,2% от а. с. в.).

При испытании второй системы сперва дозировался 12%-ный раствор «РАХ-18» (расход 0,2% от а. с. в.), а затем 0,25%-ный раствор «Lucrid» (расход 0,015% от а. с. в.).

После дозировки каждого из компонентов бинарных систем осуществлялось перемешивание путем 6-кратного переливания волокнистой суспензии из одной емкости в другую. После смешения волокнистых полуфабрикатов и дозировки ВХВ из полученных композиций на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» из 1%-ной волокнистой суспензии изготавливали образцы бумаги с массой метра квадратного 60 г. При этом было получено три серии образцов (две серии с различными системами ВХВ и одна – без химикатов). Высушенные и прокондиционированные образцы бумаги испытывали на горизонтальной разрывной машине «SE 062» фирмы Lorentzen and Wettre по ISO 1924-2; были измерены такие показатели, как разрывная длина (м), разрушающее усилие в сухом состоянии (Н), удлинение (мм), поглощение энергии при растяжении ( $Дж/м^2$ ). Шероховатость (мл/мин) по Бендстену определяли на приборе «SE 164 Bendsten» по SCAN-P 144.

Время обезвоживания измерялось при помощи аппарата СР-2Т. Для этого  $300\text{ см}^3$  1%-ной волокнистой суспензии, в которую заранее были продозированы расчетные количества химикатов, разбавляли водой до объема, равного 1 л, после чего перемешивали и, предварительно закрыв центральное отверстие аппарата, выливали в верхнюю воронку СР-2Т. Открывая клапан прибора, засекали время, за которое через боковой патрубком выльется  $700\text{ см}^3$  воды. За результат измерений принимали среднее арифметическое трех определений.

По результатам экспериментальных данных построены графические зависимости, представленные на рис. 3.

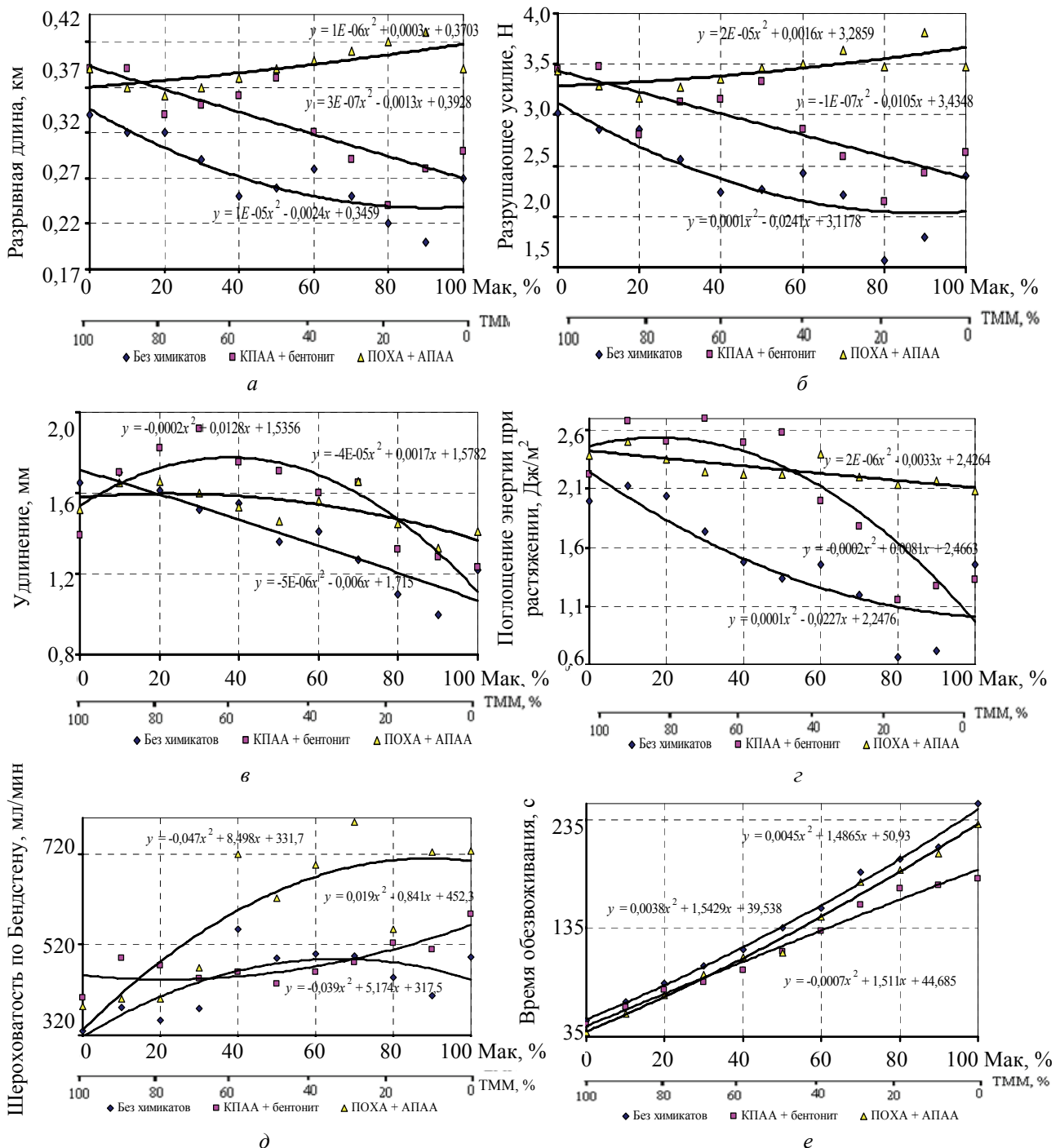


Рис. 3. Влияние ВХВ на показатели качества образцов бумаги с различным композиционным составом по волокну:  
 а – разрывная длина; б – разрушающее усилие в сухом состоянии;  
 в – удлинение; г – поглощение энергии при растяжении;  
 д – шероховатость по Бендстону; е – время обезвоживания

Анализ графических зависимостей (рис. 3, а, б) позволил установить, что обе бинарные системы ВХВ положительно влияют на разрывную длину и разрушающее усилие в сухом состоянии. Важно отметить, что линия тренда в случае применения системы «КПАА + бентонит» имеет практически тот же вид, что и линия тренда, полученная при испытании образцов, которые изготовлены без использования ВХВ. Однако значения показателей разрывной длины и раз-

рушающего усилия при использовании системы «КПАА + бентонит» выше на 10–15%. Линия тренда в случае применения системы «ПОХА + АПАА» пересекает линию системы «КПАА + бентонит» при композиционном составе по волокну – 88% ТММ и 12% макулатуры – и достигает максимальных значений разрывной длины (0,42 км) и разрушающего усилия в сухом состоянии (3,7 Н) при изготовлении образцов из 100% макулатуры.

На рис. 3, в, з показано, что максимальные значения удлинения (1,7–1,9 мм) и поглощения энергии при разрыве (2,4–2,7 Дж/м<sup>2</sup>) получены с использованием бинарной системы «КПАА + бентонит» при содержании в композиции не более 50% макулатуры. При повышении доли макулатуры от 70% и выше применение системы «ПОХА + АПАА» дает лучший результат, однако значения удлинения и поглощения энергии при разрыве в этом случае не превышают 1,4 мм и 2,2 Дж/м<sup>2</sup> соответственно.

Использование системы «ПОХА + АПАА» приводит к повышению шероховатости по Бенд-стену (рис. 3, д). При этом максимальные значения показателя (750 мл/мин) получены при испытании образцов, содержащих от 80 до 100% макулатуры. Применение системы «КПАА + бентонит» позволяет получать более низкие (по сравнению с композицией без химикатов) значения шероховатости (370–390 мл/мин) при содержании в композиции ТММ в пределах от 35 до 70%.

Анализ зависимостей, представленных на рис. 3, е, показывает, что обе бинарные системы ВХВ способны снизить время обезвоживания на 10–18%. Следует отметить, что время обезвоживания находится в прямолинейной зависимости от содержания макулатуры в композиции бумажной массы. Следует отметить, что для бумажной массы с повышенным содержанием в ней макулатуры (30% и более) лучшим эффектом обладает система «ПОХА + АПАА».

**Заключение.** Изучение влияния бинарных систем «ПОХА + АПАА» и «КПАА + бентонит» на свойства бумаги, изготовленной из ТММ и макулатурной массы, позволило сделать следующие выводы.

1. Столь очевидные различия в эффектах от введения бинарных систем ВХВ («ПОХА + АПАА» и «КПАА + бентонит») в волокнистые суспензии с различным композиционным составом подтверждают литературные данные об осуществлении процессов флокулообразования по двум различным механизмам.

2. Использование макулатурного сырья в композиции бумаги для печати приводит к сни-

жению их физико-механических показателей качества, что можно объяснить присутствием анионных загрязнений во вторичном волокнистом сырье (макулатуре). Однако именно в таких условиях наблюдается максимальный эффект от применения системы «ПОХА + АПАА», действующей по механизму «мозаика – мостик».

3. Эффект использования любой из бинарных систем ВХВ («ПОХА + АПАА» и «КПАА + бентонит») напрямую зависит от композиционного состава волокнистой массы по волокну.

4. Бинарная система «КПАА + бентонит», реализуя процесс флокуляции по принципу «мостик – мозаика», приводит к повышению показателей качества образцов бумаги лишь при применении в композиции менее 20% макулатурного волокна.

### Литература

1. Бабурин, С. В. Реологические основы процессов целлюлозно-бумажного производства / С. В. Бабурин. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 192 с.
2. Осипов, П. В. Оценка обезвоживания, эффективности полимерных добавок и химического фильтрования в мокрой части БДМ / П. В. Осипов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 2. – С. 62–67.
3. Осипов, П. В. Эффективное использование химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.03 / П. В. Осипов. – СПб., 2007. – 32 с.
4. Осипов, П. В. Оценка обезвоживания, эффективности полимерных добавок и химического фильтрования в мокрой части машин / П. В. Осипов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 4. – С. 54–56.
5. Осипов, П. В. Регулирование параметров формования бумажного полотна в мокрой части машин применением систем химических продуктов / П. В. Осипов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 8. – С. 68–72.
6. Лапин, В. В. Эффективный интенсификатор флокуляции макулатурной массы / В. В. Лапин // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 10. – С. 54–57.