



ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.22.664.1:676.017.42

А.А. Комиссаренков, В.Г. Хорьков

С.-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров

Комиссаренков Алексей Алексеевич родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Ленинградский технологический институт, кандидат химических наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической химии, декан химико-технологического факультета С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет более 150 печатных работ в области синтеза и использования сорбентов, технологии производства целлюлозы, бумаги и картона.

Тел.: 8(812)786-52-69



КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ МАКУЛАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ РОСПУСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Установлено, что кондиционирование макулатурной массы на стадии роспуска с применением наполнителей, модифицированных НПАВ, приводит к увеличению белизны образцов отливок бумаги, снижению сорности при высоких физико-механических характеристиках.

Ключевые слова: макулатура, облагораживание, роспуск, наполнители модифицированные.

Кондиционирование высококачественной макулатуры низких номеров включает задачу сохранения в максимально неповрежденном виде не только вторичного волокна, но и вторичного наполнителя. Тонкодисперсный наполнитель в оборотной воде, как и целлюлозные волокна, ухудшают технологический процесс изготовления бумаги в целом, влияя на экономику и экологию производства в связи с накоплением труднопереобрабатываемого скопа. Таким образом, облагораживание макулатурной массы и ее кондиционирование можно рассматривать с общих позиций получения качественной продукции этого класса и обеспечения устойчивой работы всей технологической линии.

Вторичный наполнитель и целлюлозные волокна, поступающие в массу при роспуске макулатурного сырья, отличаются от исходных компонентов бумажной массы тем, что выделенные из макулатуры единичные компоненты, экранированные функциональными реагентами – составны-

ми частями композиции бумажной массы, также претерпевают структурно-химические изменения. Экранированные волокна и наполнители, вероятно, не являются сплошным агрегатом, но из-за термической обработки при сушке и прессовании бумажного полотна адгезия этих реагентов может быть значительной, о чем свидетельствует наличие в распущенной макулатурной массе мелких узелков и жгутиков, состоящих их сгустка целлюлозного волокна и примесей.

Свойства вторичной бумажной массы после роспуска естественно отличаются от свойств свежих компонентов. Эти свойства трудно прогнозируются, что приводит к необходимости при изготовлении бумаги опытным путем подбирать композицию массы и расход новых функциональных реагентов.

Первая стадия переработки макулатуры – роспуск, в качестве предварительного этапа подготовки массы с физико-химических позиций в общем виде представляется как суммарное

влияние процессов смачивания, набухания, эффекта Ребиндера, адсорбционных явлений и др. В практическом плане общепринятым этапом облагораживания макулатурной массы является процесс флотации, который при правильно выбранном опытным путем флотореагенте обеспечивает массе технологические преимущества, однако является энергоемким и капиталозатратным.

В работе представлены данные о влиянии модифицированных наполнителей, внесенных на стадии роспуска в бумажную массу, на степень кондиционирования волокна, выражающемся в показателях качества образцов отливок бумаги.

Выбор активирующей роспуск добавки в виде модифицированных наполнителей обусловлен их положительным влиянием на процесс изготовления бумаги [4], в том числе и на стадии размола [2].

В качестве наполнителей использовали технические образцы, применяемые в производстве и обладающие различными кислотно-основными функциями [3]: алюмосиликатный наполнитель – цеолекс; гидратированный оксид алюминия – витлекс; карбонат кальция – переосажденный мел РСС. Модификатором поверхности наполнителей был выбран НПАВ – неол АФ 9-10. Композиция для проведения роспуска состояла из макулатуры МС-1А и МС-7Б (1:1) с получением бумаги для офсетной печати массой 55 г/м².

Роспуск макулатурного сырья, изготовление образцов отливок бумаги и оценку физико-механических характеристик проводили аналогично [5].

Данные о влиянии модифицированных наполнителей в процессе роспуска макулатуры на качество бумаги,

полученные в двух сериях экспериментов, приведены в табл. 1, 2.

Влияние природы наполнителя наглядно проявляется при оценке свойств образцов отливок бумаги при изменяющемся от 5 до 30 кг/т расходе наполнителя и постоянном расходе НПАВ, равном 0,5 кг/т (табл. 1). В этом случае адсорбция НПАВ уменьшается с ростом общего расхода наполнителя, и основное влияние на эффективность роспуска и облагораживания макулатурной массы связывается с действием наполнителя, который вовлекается в состав бумажной массы из вторичного волокна, содержащей наполнитель.

Начальный период роспуска макулатуры связан, в основном, с коллоидно-химическими процессами, приводящими к разволокнению фрагментов бумаги. В этот период количество единичных волокон и выделенного из состава макулатурного сырья наполнителя незначительно, и требуется механическое воздействие для разделения массы на компоненты.

Введение дополнительно тонкодисперсного наполнителя в поле механического воздействия на макулатуру означает увеличение, особенно на начальном этапе роспуска, числа столкновений фрагментов бумажной массы с наполнителем, что приводит к выделению в массу единичных волокон.

Это может быть связано с тем, что малые частицы наполнителя при роспуске следуют за средой, а крупные образования в виде части макулатурной массы, обладающие большой инерцией, не увлекаются потоком. Таким образом, малые частицы наполнителя могут прошивать среду и оказываются в поле действия молекулярных сил, что снижает когезионные силы состава молекулярной массы.

Разница в действии различных наполнителей как медиаторов механической энергии в гидродинамическом потоке на конкретные точки целлюлозной массы может быть обусловлена удельной плотностью, дисперсным составом и их поверхностными свойствами.

Коллоидно-химический аспект действия модифицированных наполнителей связан со структурой поверхностных слоев модификатора, зависящих от состояния поверхности наполнителя и расположения НП АВ на этой поверхности [1]. Адсорбция НП АВ за счет образования Н-связи с непарными

центрами поверхности наполнителя и гидрофильной части молекулы НП АВ приводит к гидрофобизации наполнителя. В этом случае возможна дополнительная адсорбция НП АВ с образованием слоя на поверхности наполнителя, ориентированного полярными головными группами к водной среде. Это обстоятельство позволяет предположить возможным процесс переноса части молекул НП АВ для модифицирования определенной массы макулатурного сырья. Модифицированный наполнитель в данном случае может выступать как буферное депо мономеров НП АВ.

Таблица 1
Зависимость качества бумаги от расхода модифицированного мела при постоянном расходе НП АВ (0,5 кг/т)

Показатель	Значение показателя при расходе наполнителя, кг/т					
	0	5	10	15	20	30
Разрушающее усилие, Н:						
цеолекс	30	31	31	32	32	30
витлекс	29	27	28	25	23	21
мел РСС	28	28	23	25	26	25
Разрывная длина, км:						
цеолекс	3,2	3,2	3,3	3,3	3,0	2,9
витлекс	3,2	3,1	3,0	2,9	2,7	2,7
мел РСС	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	2,8
Относительное удлинение, %:						
цеолекс	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9
витлекс	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7
мел РСС	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
Белизна, %:						
цеолекс	97	101	100	103	103	102
витлекс	95	92	92	93	92	90
мел РСС	98	100	100	100	95	94
Непрозрачность, %:						
цеолекс	87	90	91	93	96	97
витлекс	88	90	90	90	91	92
мел РСС	88	94	91	92	95	96
Стойкость поверхности к выщипыванию по Деннисону:						
цеолекс	8	7	9	8	5	5
витлекс	8	7	8	7	6	5
мел РСС	6	6	6	5	5	4
Зольность, %:						
цеолекс	11,7	12,0	12,1	12,4	13,0	13,7
витлекс	10,2	11,0	11,2	11,4	12,0	12,5
мел РСС	12,2	12,1	12,4	12,7	13,0	13,5

Таблица 2

**Зависимость качества бумаги от расхода модификатора
при постоянном расходе наполнителя мела (10 кг/т)**

Показатель	Значение показателя при расходе НП АВ, кг/т						
	*	0	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
Разрушающее усилие, Н:							
цеолекс	22	24	26	30	32	28	27
витлекс	22	24	26	30	30	28	27
мел РСС	22	21	26	23	24	23	25
Разрывная длина, км:							
цеолекс	3,0	2,8	3,1	3,3	3,3	3,1	3,2
витлекс	3,0	3,0	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2
мел РСС	2,9	2,8	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0
Относительное удлинение, %:							
цеолекс	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8
витлекс	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8
мел РСС	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
Белизна, %:							
цеолекс	92	99	100	103	102	100	101
витлекс	92	91	90	92	91	93	93
мел РСС	92	93	96	102	100	100	102
Непрозрачность, %:							
цеолекс	92	92	93	93	90	93	92
витлекс	88	89	89	92	92	90	91
мел РСС	88	91	93	91	92	92	93
Стойкость поверхности к выщипыванию по Деннисону:							
цеолекс	8	7	7	9	8	7	7
витлекс	8	7	8	8	8	6	7
мел РСС	5	5	7	6	6	5	5
Зольность, %:							
цеолекс	10,4	11,9	12,7	12,9	12,9	12,6	12,6
витлекс	10,4	11,0	11,2	11,0	11,2	10,9	10,7
мел РСС	10,9	11,8	12,3	12,2	12,8	12,8	12,1

* Образец не содержит наполнителя и модификатора.

Этот процесс косвенно подтверждается данными, приведенными в табл. 2. Увеличение расхода НП АВ при модифицировании наполнителей при введении в макулатурную массу в процессе роспуска приводит к росту практически всех показателей качества бумаги при параллельном увеличении зольности пропорционально расходу НП АВ и наполнителей.

Относительное увеличение прочностных характеристик бумаги, определенное в каждой серии экспериментов, дополняется увеличением белизны и непрозрачности бумаги на фоне вы-

сокой белизны исходных контрольных образцов отливок бумаги без активирующих роспуск добавок. Тенденция к увеличению белизны особенно заметна для модифицированных НП АВ образцов мела и алюмосиликата. В этом случае может проявляться солюбилюющая роль поверхностных слоев на указанных наполнителях.

Этот же эффект облагораживания макулатурной массы влияет на изменение показателя «сорности» бумаги в зависимости от брутто расхода НП АВ в пересчете на наполнитель (рис. 1).

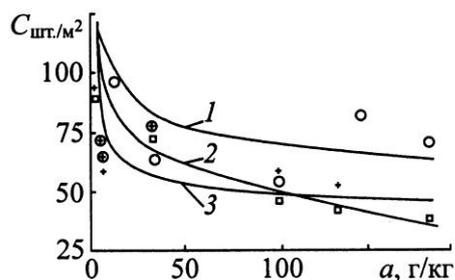


Рис. 1. Изменение сорности бумаги C в зависимости от содержания a НПАВ в составе наполнителей: 1 – витлекс, 2 – цеолекс, 3 – мел

Резкое снижение показателя сорности образцов отливок отмечено при расходе НПАВ до 20 г/кг наполнителя. Гидратированный оксид алюминия в этом процессе проявляет низкую эффективность, вероятно, в связи с относительно высокой льюисовой кислотностью.

Эффективность действия модифицированных наполнителей на качество продукции проявляется при их добавках в процессе роспуска макулатуры марки МС-5Б с последующим изготовлением образцов картона массой 140 г/м².

В этой серии опытов использовали в качестве добавки при роспуске цеолекс, модифицированный НПАВ, содержащий в расчете на массу наполнителя 0,1 и 0,5 кг/т модификатора. Расход наполнителя составлял 1,0 и 2,0 кг/т картона.

Наряду с оценкой основных физико-механических показателей качества картона проверяли ряд показателей макулатурной массы (табл. 3).

Показатель рН макулатурной массы оставался относительно постоянной величиной, равной $7,7 \pm 0,3$, жесткость дисперсной среды уменьшалась в среднем на 7 % по сравнению с контрольной массой без модифицированного наполнителя, а концентрация деградированного крахмала соответ-

ствовала контрольной массе – 100 мг/дм³. Поверхностный потенциал разбавленной в 5 раз макулатурной массы с увеличением расхода НПАВ в составе цеолекса уменьшался на 50 % по сравнению с контрольной массой и составлял, как и для отфильтрованной суспензии, 140 мВ. При увеличении расхода наполнителя до 2 кг/т с повышением содержания НПАВ в составе цеолекса поверхностный потенциал отфильтрованной суспензии имеет тенденцию к увеличению отрицательного заряда.

Эти эффекты могут быть связаны с явлением солубилизации примесей, которые, попадая в мицеллу НПАВ на поверхности наполнителя, соединяются эфирными атомами оксигидратированных цепей, обуславливая высокое удержание.

Малый индуцированный положительный заряд НПАВ мог бы частично компенсировать отрицательный заряд поверхности компонентов макулатурной массы. С другой стороны, возможно экранирование поверхности наполнителя с формированием ориентированной гидратной оболочки, что может обуславливать структурно-механический фактор устойчивости тонкодисперсных фракций компонентов бумажной массы.

Эти процессы, в разной степени проявляющиеся при роспуске макулатурного сырья, структурируют массу, приводят к ее облагораживанию и сообщают впоследствии дополнительный эффект упрочнения бумаги и картона.

Применение добавок при роспуске макулатурного сырья определено влияет на процесс размола (рис. 2).

Добавка мела приводит к замедлению кинетики размола макулатуры МС-5Б, несмотря на увеличение рН системы, способствующей этому процессу. Использование НПАВ при роспуске

Таблица 3

Показатели распушенной макулатурной массы и качества картона при добавке мела, модифицированного НП АВ

Расход, кг/т		Распушенная масса				Кarton			
НП АВ	наполнителя	Степень помола, °ШР	Длина волокна, дг	Поверхностный заряд		Разрушающее усилие, кгс	Сопротивление продавливанию, кгс/см ²	Поверхностная впитываемость по Коббу, г/м ²	Зольность, %
				до фильтра	после фильтра				
–	1	23	75	-240	-112	7,1	3,0	29,0	1,1
–	2	25	65	-210	-109	7,0	2,8	28,0	1,7
0,1	1	24	70	-215	-108	7,0	3,2	27,0	1,2
0,1	2	25	70	-170	-128	7,2	2,8	26,2	1,7
0,5	1	23	73	-180	-90	7,7	3,2	27,5	1,2
0,5	2	23	63	-155	-168	7,5	3,0	28,5	1,6
1,0	1	25	65	-178	-110	7,9	3,5	26,5	1,1
1,0	2	24	65	-125	-150	7,7	3,3	28,5	1,8
1,5	1	22	70	-160	-105	7,9	3,5	28,0	1,1
1,5	2	22	72	-160	-190	7,7	3,5	28,0	1,6
2,0	1	25	71	-150	-98	7,9	3,7	25,5	1,2
2,0	2	25	67	-135	-192	7,7	3,1	27,5	1,6

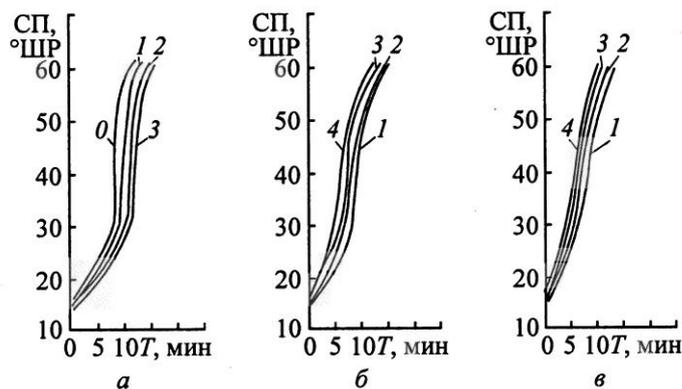


Рис. 2. Кинетика размола макулатуры МС-5Б с использованием в качестве добавки мела (а); НПАВ (б); мела, модифицированного НПАВ (в), при различных расходах: 0 – холостая проба; 1 – 0,1 кг/т; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 2,0 кг/т

вторичного сырья ускоряет процесс пропорционально расходу реагента. Этот процесс усиливается при использовании в качестве добавки мела, модифицированного НПАВ. При этом эффективность размола также зависит от расхода НПАВ.

Такой эффект может быть связан не только с функциями НПАВ как смазочного, диспергирующего вещества и ускорителя набухания волокон, но и с проявлением действия наполнителя.

Выводы

Установлено влияние модифицированных НПАВ наполнителей (целюлекса, витлекса, мела) на процесс облагораживания макулатуры при ее роспуске, выразившееся в максимально возможном сохранении волокна и наполнителя, что отражается на качественных характеристиках образцов отливок бумаги: увеличивается белизна отливок, снижается сорность при высоких физико-механических характеристиках бумаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюни Дж., Ингрэм Б. Адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ // Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел / Пер. с англ.; под ред. Г. Парфита, К. Рочестера. М: Мир, 1986. С. 127–181.

2. Комиссаренков А.А., Парамонова Л.Л., Мартемьянова О.А. Влияние гидрофильных добавок на процесс размола целлюлозы // Технология бумаги и картона: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТИЦБП. Л., 1989. С. 32–36.

3. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир, 1973. 183 с.

4. Фляте Д.М. Применение модифицированных наполнителей в производстве бумаги: Обзор. информ. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1989. 36 с.

5. Хорьков В.Г. Комиссаренков А.А. Облагораживание макулатурной массы в процессе роспуска вторичного сырья // ЦБиК. 2006. № 9. С. 44–48.

Поступила 29.12.09

A.A. Komissarenkov, V.G. Khorkov
Saint-Petersburg State Technological University
of Plant Polymers

Conditioning of Recycled Paper at Pulping Stage by Using Modified Fillers

It is established that conditioning process of the recycled pulp at the pulping stage by adding fillers modified by nonionic surfactants results in increasing brightness of paper samples and decreasing dirt under high physical-mechanical properties of paper.

Keywords: recycled paper, upgrading, pulping, modified fillers.