

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.024.73:676.017.028.3

А. А. Драпеза, аспирант (БГТУ);
Н. В. Черная, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой (БГТУ);
Т. В. Попеня, магистрант (БГТУ)

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Статья посвящена изучению влияния вспомогательных химических соединений (ВРП-3 и алюмокремнийсульфатный наполнитель) при получении бумаги для печати по ресурсо- и энергосберегающей технологии. Использование на стадии размолла водорастворимого полимера ВРП-3 снижает затраты электроэнергии на размол на 2–3%. Замена традиционного каолина на новый алюмокремнийсульфатный наполнитель позволяет улучшить показатели качества бумаги и увеличить его степень удержания на 10–15%.

Article is devoted to studying of influence of auxiliary chemicals (VSP-3 and alumosilicium-sulphate filler) for the manufacture of paper for printing on resource-and energy-saving technology. Using at the stage milling water-soluble polymer VSP-3 reduces the cost of electricity for milling by 2–3%. Replacing the traditional kaolin to the new alumosilicium-sulphate filler can improve the performance quality of the paper and increase its degree of retention by 10–15%.

Введение. Бумага для печати – одно из наиболее динамично развивающихся ассортиментных направлений в производстве бумаги. На сегодняшний день существует огромное количество видов бумаги для печати. В традиционной классификации бумага для печати разделяется на несколько видов в зависимости от способа печати, для которой она предназначена:

- для высокой печати;
- для офсетной печати;
- для глубокой печати;
- для печати без применения печатной формы.

В мировой практике получила распространение также классификация бумаги для печати по виду продукции, для производства которой она предназначена. По этой классификации печатные виды бумаги подразделяются на три группы: газетную, книжно-журнальную и специальную [1].

Соотношение отдельных видов печатной продукции на мировом рынке, согласно оценкам фирмы «Heidelberg» [2], представлено на рис. 1.

Рынок печатных средств информации, несмотря на рост электронных медиа (рис. 2), остается и в дальнейшем привлекательным и с большим оборотом. Во всем мире наряду со спросом на электронные средства увеличивается потребность и в печатной продукции.



Рис. 1. Соотношение отдельных видов печатной продукции на мировом рынке

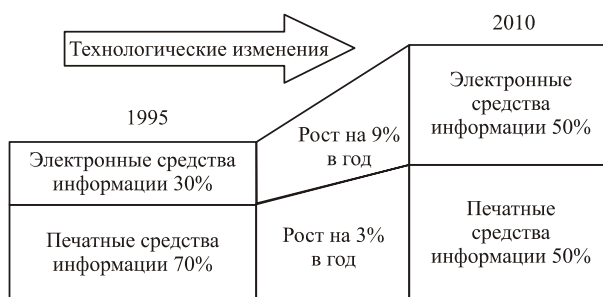


Рис. 2. Сравнительная характеристика изменения рынка печатных и электронных средств информации

Однако для того чтобы бумага для печати оставалась востребованным видом продукции

и спрос на нее не уменьшался, необходимо проводить ряд инновационных мероприятий. Все новые технологии производства бумаги идут по двум направлениям:

– инновации, связанные с повышением производительности, уменьшением затрат на производство;

– инновации, направляемые на повышение качества, создание нового качества, нового ассортимента продукции.

Одной из важнейших операций бумажного производства является размол. Это объясняется тем, что на данном этапе подготовки бумаги и картона происходят главные процессы, которые в дальнейшем влияют на свойства готовой продукции. В цепи технологических операций в производстве бумажно-картонных изделий размол является наиболее энергоемким процессом (до 40–50% от общего расхода энергии). Поэтому решение проблемы по снижению затрат на данном этапе является весьма перспективным и актуальным. С учетом возможностей отечественных предприятий существует несколько реальных способов снижения затрат на размол. Во-первых, модернизация размалывающего оборудования, связанная с переходом на сниженную частоту вращения ротора и при условии оснащения их размалывающей гарнитурой фибриллирующего типа. Однако данный подход по снижению энергетических затрат требует значительных капиталовложений. Более привлекательным, на наш взгляд, является использование химических добавок, вводимых на стадии роспуска, которые способны ускорить процесс роспуска и размола бумажной массы [3].

Кроме проблемы энергосбережения на предприятиях большое внимание уделяется проблеме ресурсосбережения. Как известно, высококачественная бумага для печати в основном изготавливается из дорогостоящего целлюлозного сырья, использование которого влияет на конечную стоимость продукции. В связи с этим ведутся различные научные разработки, направленные на замену части целлюлозных волокон на более дешевое сырье без существенного ухудшения показателей качества получаемой продукции. На сегодняшний день в качестве такого сырья широко применяются минеральные наполнители (каолин, тальк, мел, гипс, бланфикс и др.). Использование данных соединений позволяет не только заменить часть волокна, но также придает бумаге необходимые печатные свойства (непрозрачность, белизну, гладкость, мягкость и др.). Однако традиционно используемые наполнители, как показывает практика, имеют ряд недостатков. Поэтому разработка и применение новых наполнителей в композиции бумаги представляет научный и практический интерес.

Данная работа состояла из двух этапов, которые рассматривали технологию, направленную на уменьшение затрат электроэнергии на стадии размола (энергосберегающая часть) и замене части целлюлозных волокон на более дешевый искусственный наполнитель (ресурсосберегающая часть) при производстве бумаги для печати. На первом этапе работы исследовано влияние водорастворимого полимера ВРП-3 на скорость процесса размола и качество получаемой бумаги. На втором этапе изучено влияние наполнителей на свойства бумаги. Причем в качестве наполнителя использован как традиционный каолин, так и новые алюмокремний-сульфатные наполнители.

Целью работы является разработка ресурсо- и энергосберегающей технологии бумаги для печати.

Основная часть. Для достижения поставленной цели на первом этапе в качестве волокнистого сырья применяли сульфатную беленую целлюлозу из листовых пород древесины. Размол проводили на лабораторном размалывающем комплексе ЛКР-1, состоящем из гидроразбивателя ЛГ-3 и мельницы НДМ-3. Размол проводили при концентрации массы 4%. На стадии роспуска в массу вводили водорастворимый полимер ВРП-3 (ТУ РБ 00280198.024-99). Расход полимера составлял 0,05, 0,25, 0,45% от а. с. в. В точках 30, 45, 70°ШР производили отбор волокнистой суспензии. Далее часть массы подвергали фракционированию на аппарате Bauer-Mcnettt (Норвегия), а из второй получали образцы бумаги.

Образцы бумаги изготавливали на листотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма «Ernst Naage», Германия). Прочность образцов бумаги оценивали разрывной длиной (РД) и сопротивлением разрыву; эти показатели определяли по ISO1924-2 на разрывной машине фирмы «Logentzen&Wettre» (Швеция).

Результаты испытаний приведены на рис. 3–4 и в табл. 1

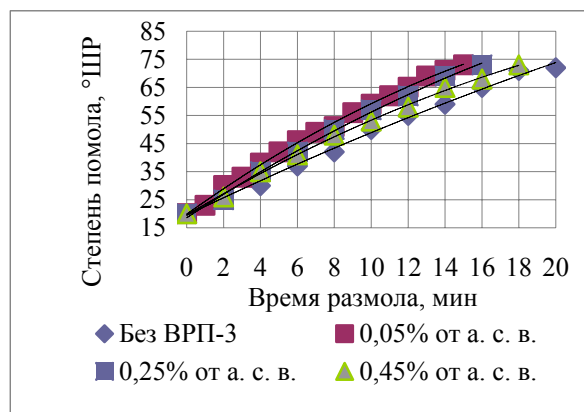


Рис. 3. Влияние водорастворимого полимера ВРП-3 на скорость процесса размола

Таблица 1

Физико-механические показатели качества образцов бумаги при использовании ВРП-3

Расход ВРП-3, % от а. с. в.	Степень помола, °ШР	Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	Сопротивление разрыву, кН/м	РД, км	Удлинение при разрыве, мм	Поглощение энергии при разрыве, Дж/м ²	Модуль Юнга, ГПа	Жесткость при разрыве, кН/м
0	30	76,15	5,08	5,58	2,11	76,74	4,70	678,35
	52	104,90	6,99	7,33	2,38	118,87	6,25	768,55
	71	114,30	7,62	8,55	2,93	158,49	6,83	843,50
0,05	29	77,45	5,70	6,01	2,03	79,95	4,97	691,40
	51	114,45	7,50	7,94	2,59	119,87	6,27	789,20
	70	120,00	8,01	8,69	2,85	162,73	7,17	868,00
0,25	30	62,30	4,16	5,52	2,20	64,39	4,42	554,65
	50	100,50	6,70	7,59	2,91	116,75	6,01	746,05
	71	114,30	7,62	8,56	2,92	157,11	6,61	813,20
0,45	31	61,65	4,11	3,31	1,19	33,63	3,42	646,65
	50	105,55	7,04	5,73	2,51	117,37	4,99	745,65
	70	111,40	7,43	8,55	2,88	151,56	6,95	808,70

Как видно из рис. 3, вводимая добавка ВРП-3 ускоряет процесс размола. При этом максимальная скорость размола достигается при введении водорастворимого полимера ВРП-3 в количестве 0,05% от а. с. в. Последующее введение полимера не приводит к дальнейшему увеличению скорости размола, и кривая находится в диапазоне между кривыми размола без использования ВРП-3 и его расходом 0,05% от а. с. в.

Ускорение размола можно объяснить с точки зрения набухания волокон и взаимодействием молекул водорастворимого полимера с целлюлозными волокнами. При набухании увеличивающихся по объему внутренних слоев

вторичной стенки происходит разрушение наружных слоев с образованием на определенных расстояниях кольцевых перетяжек. Это уменьшает поперечное сечение волокон и способствует дальнейшему набуханию с образованием шаровых вздутий. В первичной оболочке фибрилл мало, поэтому они сами по себе не имеют существенного значения. Однако их удаление облегчает проникновение воды во внутренние области волокна. Все вышеперечисленные процессы позволяют размалывающему оборудованию раскрыть внешнюю оболочку волокна – первичную стенку, а в некоторых случаях и внешний слой вторичной стенки с меньшими энергетическими затратами.

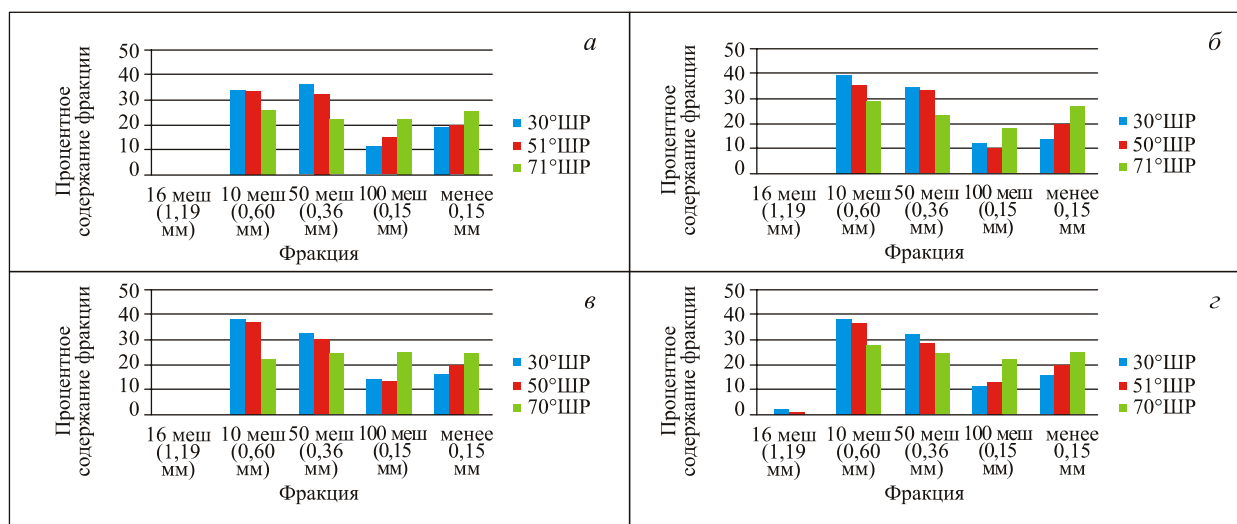


Рис. 4. Влияние расхода водорастворимого полимера ВРП-3 на фракционный состав:

а – без ВРП-3; б – расход ВРП-3 0,05% от а. с. в.;

в – расход ВРП-3 0,25% от а. с. в.; г – расход ВРП-3 0,45% от а. с. в.

Характеристика наполнителей, вводимых в волокнистую суспензию

Номер наполнителя	Порядок смешения реагентов	Значение pH суспензии	Объемная доля осадка, %	Содержание SO ₃ /F, мас. %		Примечание
				в жидкой фазе	в твердой фазе	
Образец № 1	Кремнегель → фосфогипс → жидкое стекло → мел	6,1	65,9	0,15/0,019	4,70/3,10	Осадок длительное время сохраняется во взвешенном состоянии
Образец № 2	Фосфогипс → жидкое стекло → кремнегель → мел	5,9	57,9	0,16/0,028	4,78/3,05	Во времени осадок уплотняется

Как видно из табл. 1, добавление ВРП-3 в количестве 0,05% от а. с. в. приводит к увеличению физико-механических показателей бумаги, дальнейшее введение химиката не ведет к повышению прочностных свойств, а в некоторой степени их снижает.

На рис. 4 представлен фракционный состав волокна при использовании химической добавки. Анализ зависимостей показывает, что фракционный состав практически не изменяется как для холостого хода, так и с ВРП-3.

На втором этапе работы использовали волокнистую суспензию, размолотую до 42°ШР и содержащую 0,05% от а. с. в. водо-растворимого полимера ВРП-3. В данную волокнистую суспензию вводили 10%-ные алюмокремнийсульфатные суспензии наполнителей и для сравнения традиционный каолин. Расход наполнителя составлял 6, 12, 24, 36% от а. с. в. В качестве электролита применяли 2%-ный раствор сульфата алюминия, имеющий pH = 2,7. Дозировка раствора сульфата алюминия обеспечивала значение pH волокнистой суспензии в диапазоне 4,5–4,6. Характеристика наполнителей, вводимых в волокнистую суспензию, представлена в табл. 2. Проклейка осуществлялась с помощью разработанного на кафедре химической переработки древесины проклеивающего материала ТМВС-2Н (ТУ РБ 00280198-017-95). Расход ГМК составлял 0,9% от а. с. в.

Результаты испытаний образцов бумаги приведены на рис. 5–11.

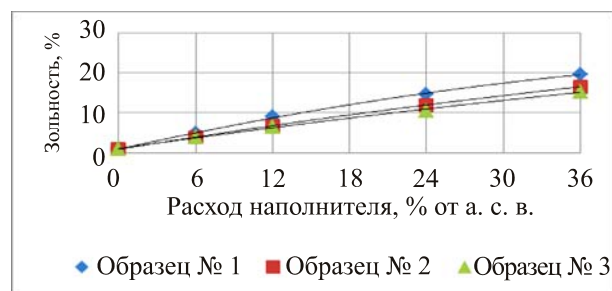


Рис. 5. Влияние вида и расхода наполнителей на зольность образцов бумаги

Увеличение расхода наполнителя от 0 до 36% от а. с. в. приводит к увеличению зольности бумаги от 0,62 до 19,62%, причем, как видно из рис. 5, при одинаковом расходе наполнителей наибольшая зольность наблюдается у образцов бумаги, содержащей в качестве наполнителя образец № 1, а наименьшая – у образцов бумаги, содержащей в своей структуре каолин.

На рис. 6 представлена графическая зависимость степени удержания наполнителя в структуре бумаги от его расхода. Максимальная степень удержания при расходе наполнителя от 6 до 36% имеет образец бумаги, содержащий в качестве наполнителя образец № 1 (от 77,8 до 58,3%). Для образцов бумаги, содержащих в своей структуре в качестве наполнителя образец № 2 и каолин, кривые степени удержания наполнителя в бумаге имеют практически одинаковый вид.

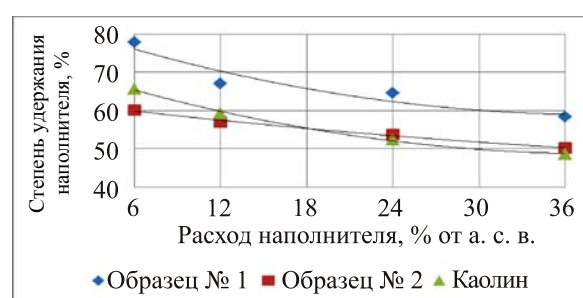


Рис. 6. Влияние вида и расхода наполнителей на степень удержания наполнителя в образцах бумаги

Как видно из рис. 7, физико-механические показатели образцов бумаги уменьшаются почти в 2,5 раза (разрывная длина снижается с 7,9 до 3,5 км) с увеличением расхода наполнителя от 6 до 36% от а. с. в. Разрывная длина образцов бумаги, содержащих каолин (при одинаковых расходах наполнителя), выше, чем у образцов бумаги, содержащих в качестве

наполнителя образцы № 1 и 2. Однако если взять во внимание степень удержания наполнителя и проанализировать образцы бумаги с одинаковой зольностью, то физико-механические показатели качества у образцов бумаги, содержащих наполнитель № 1 и 2, превышают соответствующие показатели качества бумаги при использовании в ее структуре каолина [4].

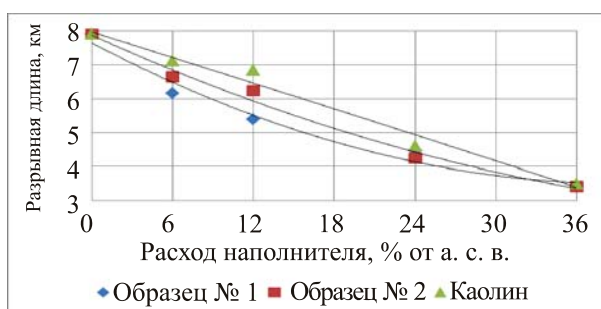


Рис. 7. Влияние вида и расхода наполнителей на разрывную длину образцов бумаги

Наполнитель по сравнению с целлюлозой имеет большую белизну и увеличение его расхода приводит к увеличению белизны бумаги. Из рис. 8 видно, что увеличение расхода наполнителя от 6 до 36% от а. с. в. приводит к увеличению белизны от 69 до 80%. Анализ данного рисунка показывает, что белизна новых наполнителей не уступает белизне каолина. Так, при зольности 10% белизна у каолина составляет 76%, а для образцов № 1 и 2 – 77 и 76,5% соответственно.

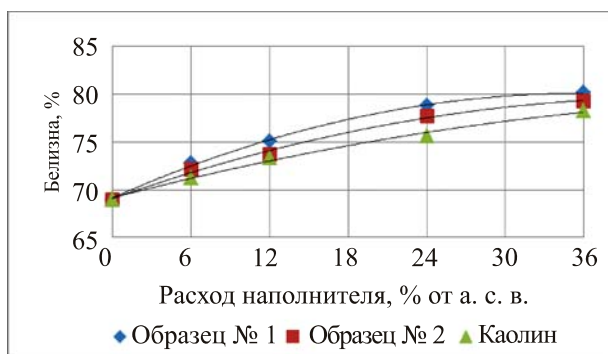


Рис. 8. Влияние вида и расхода наполнителей на белизну образцов бумаги

Анализ рис. 9 показывает, что введение наполнителей приводит к увеличению впитываемости при одностороннем смачивании. Причем наименьшей впитываемостью при одностороннем смачивании обладают образцы бумаги при использовании в качестве наполнителя алюмокремнийсульфатного образца № 1.

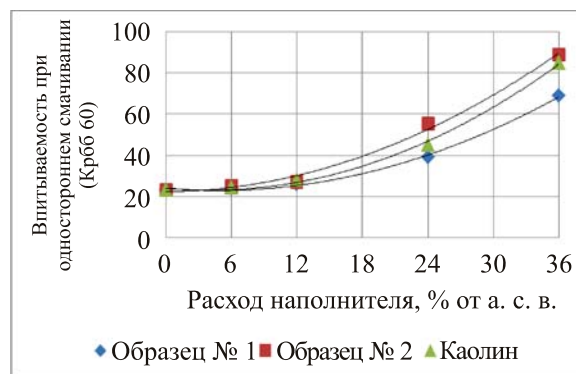


Рис. 9. Влияние вида и расхода наполнителей на впитываемость при одностороннем смачивании образцов бумаги

Таким образом, разработанная технология позволяет производить высококачественную бумагу для печати с использованием в ее композиции нового высокодисперсного наполнителя. При этом в качестве наполнителя необходимо использовать образец № 1 с расходом 18–24% от а. с. в. При этом показатели качества находятся в регламентируемом диапазоне: разрывная длина от 4800 до 4000 м, белизна от 77 до 80%, впитываемость от 30 до 40 г/м².

Закключение. В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На стадии размола возможно использование водорастворимого полимера ВРП-3 для ускорения процесса размола целлюлозного волокнистого материала. Причем расход его должен составлять 0,05% от а. с. в. Использование данного химиката позволяет уменьшить расход электроэнергии на стадии размола на 2–3%.
2. Отечественный алюмокремнийсульфатный наполнитель позволяет полностью заменить традиционно используемый импортный наполнитель каолин, закупаемый за рубежом.
3. При получении алюмокремний-сульфатного соединения исходные соединения необходимо смешивать в следующей последовательности: кремнегель → фосфогипс → жидкое стекло → мел.

Литература

1. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 2006. – 695 с.
2. Киппхан, Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Г. Киппхан. – М.: МГУП, 2003. – 1280 с.
3. Фляте, Д. М. Технология бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.
4. Половинкин, В. Л. Минеральные наполнители и прочностные свойства бумаги / В. Л. Половинкин, С. В. Благодатских. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 26 с.

Поступила 11.03.2011