

50. Малкин Я. Н., Рыков С. В., Скаковский Е. Д. Прямой фотолиз пероксидов ацетилбензоила и бензоила // Изв. АН СССР. Сер. хим. - 1986. - № 12. - С. 2815-2817.
51. Малкин Я. Н., Шепелин Е. В. Квантовые выходы фотодиссоциации ароматических ацилперекисей // Журнал органической химии. - 1987. - Т.57. - № 5. - С. 1176-1182.
52. Korth H.-G., Luszyk J., Ingold K.U. Electron paramagnetic resonance spectroscopic study of the radicals formed during the photodecomposition of some bis(alkenoyl)peroxides, a bis(alkynoyl)peroxide and some peroxydicarbonates // J. Chem. Soc. Perkin Trans.2. - 1990. - № 11. - P.1997-2007.

УДК.676.2.035:678,5-06-416

Г. М. Горский, профессор

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРОВ

The relationship between structure and properties of paper with chemical fibers and bonding agents was established. The main technological parameters of the production of paper with chemical fibers by wet method were determined. The technology of production of the special types of paper and cardboard with chemical fibers and bonding agents, which are remarkable for high strength isolation and filtering properties was developed.

В странах с ощутимым дефицитом природного сырья в последние годы все большее внимание уделяется производству бумаги с химическими волокнами и связующими. Использование химических волокон, одних или в композиции с растительными, значительно расширяет область применения волокнистых композиционных материалов, отличающихся высокой прочностью, хемо- и термостойкостью, недостижимыми для целлюлозной бумаги.

Бумага из химических волокон обладает совершенно иной структурой, в отличие от обычной целлюлозной. Это обусловлено тем, что синтетические волокна при размоле не расщепляются, не фибриллируются, а следовательно, не гидратируются, подобно растительным волокнам, и не освобождают каких-либо функциональных групп, которые при листообразовании и сушке на бумагоделательной машине могли бы связать волокна между собой.

Поэтому необходимо в бумажную массу или готовую сформированную бумагу вводить специальные полимерные связующие вещества. В бумаге из химических волокон в большинстве случаев следует четко различать два компонента: полимерные волокна и связующие полимерные вещества.

Важнейшей разновидностью связующих сольво-термопластичных волокон являются гидротермопластичные из поливинилового спирта (ПВС), способные размягчаться при одновременном набухании в воде и нагревании.

При использовании в бумажной массе из химических волокон волокна из ПВС диспергируются и набухают в воде, на стадии сушки бумаги частично переходят в вязкотекучее состояние и за счет последующего стеклования обеспечивают повышенную прочность бумаги.

Образование межволоконных связей между основными волокнами и связующими волокнами из ПВС происходит при сушке бумажного полотна при температуре, превышающей температуру растворения в воде поливинилспиртового волокна. Оптимальные условия сушки способствуют образованию такой волокнисто-пористой структуры, когда волокна из ПВС образуют клейки различного вида в местах пересечения волокон без окончательной потери формы волокна. Для такой двухкомпонентной волокнистой системы определяющее влияние на прочность бумаги оказывает адгезия поливинилспиртовых волокон к основным (базовым) волокнам системы.

Проведенные нами исследования по определению напряжения сдвига между волокнами и связующими показали, что адгезия связующих волокон из ПВС почти ко всем видам химических волокон достаточно высока. Так, адгезия волокон из ПВС к волокнам виолола и вискозным превышает 8 МН/м^2 , к волокнам капрона достигает 7 МН/м^2 . В целом адгезионная способность волокон из ПВС к синтетическим волокнам убывает в ряду виолол – капрон – нитрон – лавсан.

Полученные результаты показывают, что, благодаря наличию полярных гидроксильных групп, в макромолекулах поливинилспиртового адгезива обеспечивается достижение более высокой адгезии к волокнам, также содержащим в макромолекулах полярные группы (виолол, капрон). При анализе адгезии волокон из ПВС к химическим волокнам необходимо учитывать, что последние представляют собой весьма своеобразный субстрат, для которого

характерны микрошероховатость, извитость, пористость, влияющие на полноту контакта между поливинилспиртовым адгезивом и субстратом. Следовательно, прочность связи между компонентами в бумаге из химических волокон будет определяться общими закономерностями, характерными при адгезии полимеров к самым различным субстратам полимерной природы.

Сравнение адгезии волокон из ПВС, волокнисто-пленочных связующих (сополимеры акрилонитрила с винилацетатом, метилакрилатом, метилметакрилатом, винилпиридином), связующих на основе мерсеризованных вискозных волокон к химическим волокнам показало, что первые обладают более высокой адгезией к таким материалам. По этой причине волокна из ПВС способствуют повышению механической прочности бумаги из химических волокон и придают ей ряд специфических свойств. Для повышения адгезии волокнисто-пленочных связующих в бумаге из химических волокон приходится применять высокую температуру при каландрировании, а в случае использования мерсеризованных вискозных волокон — изменять условия их щелочной обработки.

Образование связей в бумаге между основными волокнами и волокнами из ПВС происходит на стадии сушки бумаги, и величина их определяется композиционным составом бумаги (рис.1). Прочность бумаги из 100% синтетических волокон непрерывно повышается с увеличением содержания в ее композиции волокон из ПВС, и для обеспечения прочного склеивания в композиционном материале волокна из ПВС можно применять при относительно небольшом расходе (5-20% от массы материала).

На свойства композиционного бумажного материала из 100% синтетических волокон большое влияние оказывает длина, диаметр основных волокон и масса материала (табл.1).

Увеличение средней длины базовых волокон благоприятно отражается на всех механических показателях бумаги, и в первую очередь на сопротивлении излому. Разрывная длина и сопротивление продавливанию также повышаются, однако в меньшей степени.

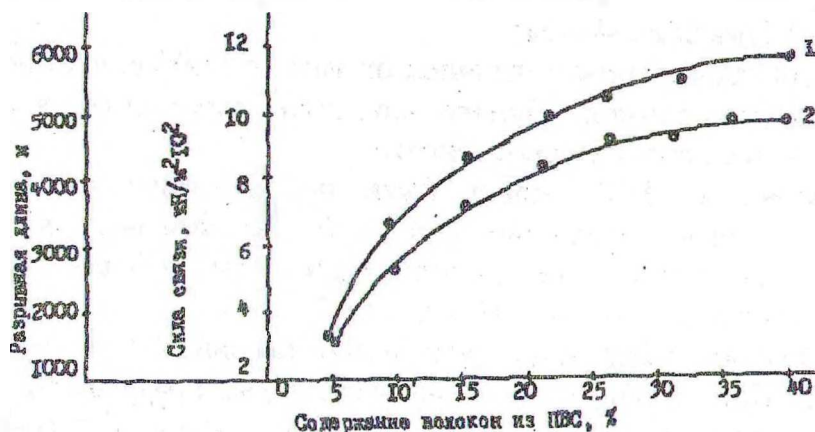


Рис. 1. Зависимость прочности и сил связи бумаги из 100% винола от содержания волокон из ПВХ в композиции: 1 – разрывная длина; 2 – силы связи. Параметры волокон винола: $l = 6$ мм, $d = 16,1$ мкм.

При уменьшении диаметра исходных волокон и увеличении массы m^2 бумаги из 100% винола последняя приобретает повышенные механические свойства и одновременно значительную пористость.

Можно провести аналогию между изменением свойств целлюлозной бумаги в процессе размола массы и изменением свойств синтетической бумаги в зависимости от содержания в ее композиции волокон из ПВХ, длины и диаметра базовых синтетических волокон. Как и для целлюлозной бумаги, увеличение сил связи между волокнами в синтетической бумаге способствует увеличению основных показателей механической прочности материала. Однако в синтетической бумаге поверхность волокон, на которой действуют силы связи (в основном в узлах переплетения) значительно меньше аналогичной поверхности целлюлозных волокон. Это приводит к тому, что размерные параметры синтетических волокон, наряду с содержанием в бумаге волокон из ПВХ, вызывают качественные изменения в развитии основных показателей механической прочности. Для каждого из показателей механической прочности синтетической бумаги количество связующих волокон из ПВХ, при котором достигается максимальное значение того или иного показателя бумаги, различно.

Характерным отличием синтетической бумаги от целлюлозной являются очень высокие показатели сопротивления излому, которые достигают 20-30 тыс. двойных перегибов и выше, сопротивления

раздиранию, которые выше, чем у целлюлозной бумаги в 2-4 раза, а также растяжимость, превышающая соответствующий показатель целлюлозной бумаги в 3-4 раза.

Другим характерным отличием бумаги из 100% синтетических волокон от целлюлозной бумаги является сохранение высокой пористости и впитывающей способности.

Волокна из ПВС могут быть использованы в качестве связующего и при получении бумаг из искусственных волокон. Основные характеристики нескольких видов бумаг из искусственных и синтетических волокон приведены в табл.2.

Из данных табл.2 видно, что бумага из винола отличается от других видов бумаги более высокими показателями разрывной длины и сопротивления продавливанию, что обусловлено повышенной адгезионной способностью ПВС к таким волокнам. Бумаги из искусственных волокон по физико-механическим показателям уступают бумагам из синтетических волокон, однако отличаются более высокой пористостью, что делает их весьма пригодными для изготовления фильтрующих волокнистых материалов.

В теоретическом плане в результате проведенных исследований можно сделать заключение о влиянии добавок химических (искусственных и синтетических) волокон в композицию целлюлозной бумаги (без связующего). Установлено, что химические волокна нарушают формирование межволоконных сил связи в бумаге и понижают все ее показатели, кроме сопротивления раздиранию, а также делают ее более пухлой, пористой и впитывающей (рис.2). При наличии в композиции бумаги относительно небольшого количества химических волокон (до 30%) такой материал, вероятно, можно классифицировать как бумагу с наполнителем, в качестве которого выступают химические волокна. При введении в массу большого количества химических волокон (свыше 30%) идет постепенное изменение всей структуры бумажного листа и снижение влияния целлюлозных волокон. Наличие большого количества (сверх 50%) химических волокон создает совершенно иную капиллярно-пористую структуру, состоящую из каркаса переплетенных химических волокон, заполненного фибриллированным целлюлозным волокном.

Таблица 1
Свойства бумаги из 100 % винола с применением в качестве связующего 20 % по массе волокон из ПВС

Исходное волокно винола		Показатели бумаги							
Длина, мм	Диаметр, мкм	Масса 1 м ² , г	Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Удлинение, %	Сопротивление			Впитываемость по Клемму, мм
						излому (число двойных перегибов)	продольную, МН/м ²	раздирающую, Н	
3	16,1	45	0,172	3400	11,5	1010	0,138	0,94	28
4	16,1	45	0,170	3500	11,2	1120	0,145	1,07	29
5	16,1	45	0,173	4470	11,7	1450	0,215	1,26	30
6	16,1	45	0,174	4500	12,2	1570	0,233	1,70	34
Влияние средней длины волокон винола									
6	16,1	45	0,174	4500	12,1	1570	0,233	1,70	34
6	14,7	45	0,174	4570	10,1	2050	0,235	1,62	35
6	12,6	45	0,169	4620	9,3	2580	0,238	1,53	43
6	11,8	45	0,168	4630	9,1	2800	0,245	1,51	49
6	11,0	45	0,165	4690	9,0	2950	0,261	1,43	59
6	9,5	45	0,160	4710	10,2	5770	0,270	1,28	67
Влияние массы 1 м ² бумаги									
6	9,5	45	0,16	4710	10,2	5770	0,272	1,28	67
6	9,5	66	0,19	4790	12,0	17000	0,423	2,02	77
6	9,5	84	0,21	4820	12,1	более 30000	0,535	2,72	89
6	9,5	105	0,25	4870	11,9	более 35000	0,613	3,43	105

Таблица 2
Свойства бумаг, полученных из химических волокон с использованием в качестве связующего 20 % по массе волокон из ПВС

Вид волокна	Исходное волокно		Показатели бумаги					Впитываемость по Клемму, мм	
	Диаметр, мкм	Длина, мм	Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Удлинение, %	Узлом (число двойных перегибов)	Сопроотивление продавливанию, МН/м ²		раздира-нию, Н
Винол	16,1	6	0,190	4530	11,5	более 20000	0,55	3,6	101
Капрон	16,7	6	0,187	3760	21,0	более 30000	0,53	5,3	45
Нитрон	14,14	6	0,203	4230	8,5	15000	0,54	3,0	63
Вискозные волокна	16	6	0,185	3200	7,6	2930	0,41	2,4	91
Поли-нозные волокна	Степень помола 13 ⁰ ПР		0,304	2000	-	2	0,21	0,7	106

Таблица 3

Физико-механические свойства бумаги смешанной композиции

Композиция по волокну, %		Показатели бумаги										
		Винол	Беленая целлюлоза	Степень помола массы, ППР	Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Удлинение, %	Сопротивление			Впитываемость по Клемму, мм	Воздухопроницаемость, см ³ /мин
							раздира- нию, Н	продав- ливаню, МН/м ²	излому (число двойных перегибов)			
Без связующих волокон ПВС												
0	100		65	0,58	4800	3,66	0,46	0,176	71	8	29	
10	90		52	0,56	3880	3,47	0,86	0,158	56	15	78	
20	80		49	0,52	3290	3,29	1,50	0,150	54	24	360	
30	70		29	0,51	2900	3,31	2,27	0,146	50	31	380	
40	60		23	0,49	2690	3,02	2,90	0,132	45	48	более 1000	
50	50		20	0,48	2400	2,85	3,20	0,122	15	61	более 1000	
С добавлением 20 % от массы связующих волокон из ПВС												
10	90		45	0,55	5920	3,27	0,48	0,226	72	12	130	
20	80		32	0,52	5540	3,07	0,62	0,232	131	18	340	
30	70		27	0,50	5410	2,92	0,82	0,199	290	33	930	
40	60		20	0,47	5200	2,74	1,04	0,185	424	50	более 1000	
50	50		18	0,44	4860	2,63	1,35	0,176	580	62	более 1000	

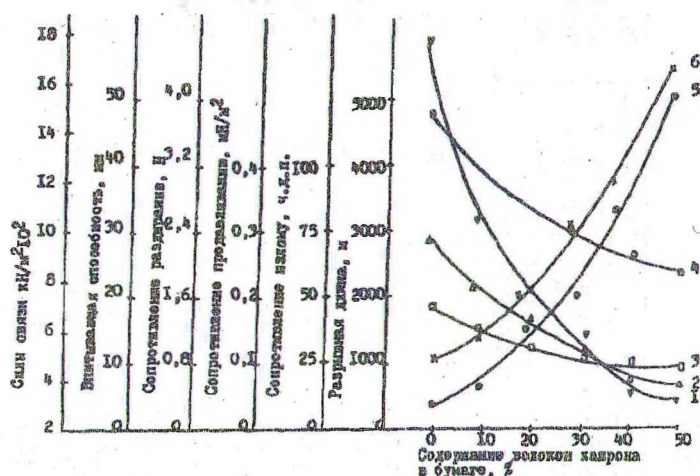


Рис. 2. Изменение свойств бумаги из сульфитной беленой целлюлозы с введением в ее композицию капроновых волокон: 1 – силы связи; 2 – сопротивление излому; 3 – сопротивление продавливанию; 4 – разрывная длина; 5 – сопротивление раздиранию; 6 – впитывающая способность.

Параметры волокон капрона: $d = 16,7$ мкм, $l = 6$ мм.

Степень размола исходной целлюлозы - 65° ШР.

Если же одновременно с введением в бумагу химических волокон добавить в композицию третий компонент – полимерные связующие, например гидротермопластичные волокна из ПВС, получается более прочная бумага, нежели из 100% целлюлозы, особенно по показателям сопротивления раздиранию и излому. При этом все показатели механической прочности (кроме сопротивления разрыву): впитывающая способность, пористость и пухлость бумаги – значительно увеличиваются при повышении расхода химических волокон в композиции (табл. 3).

Подобные закономерности получены не только для бумаги с волокнами из винола, но и для бумаги с другими видами химических волокон, а именно: полиамидных, полиэфирных, полиакрилонитрильных, полиоксиметиленовых, вискозных. В зависимости от того, какой из волокнистых компонентов будет преобладать в композиции бумаги, изменится и соотношение между видами межволоконных связей в бумаге и соответственно ее свойства.

Волокна из ПВС можно применять в качестве связующего для повышения прочности обычной целлюлозной бумаги взамен крахмала и других адгезивов. Для этой цели вполне достаточно ввести их в количестве 3-5% от массы волокна. При этом наблюдается резкое

увеличение показателей механической прочности бумаги, особенно изготовленной из немолотой целлюлозы (табл. 4).

Волокна из ПВС вводят в массу незадолго до отлива бумаги и картона, чтобы вследствие длительного действия воды и размалывающей гарнитуры они не потеряли свою форму и не перешли в гелеобразное состояние или раствор. Низкомолекулярные фракции полимера в волокнах из ПВС будут играть в этом случае примерно такую же роль, что и гемицеллюлозы при изготовлении целлюлозной бумаги.

Таблица 4
Влияние добавки к белой сульфитной целлюлозе волокон из ПВС на свойства бумаги

Содержание в массе волокон из ПВС, %	Степень помола целлюлозы, °ШР	Показатели бумаги							
		Объемная масса, г/см ³	Разрывная длина, м	Удлинение, %	Сопротивление			Впитываемость по Клемму, мм	Воздухопроницаемость, м ³ /мин
					раздира-нию, Н	про-давли-ванию, Н/м ²	излому (число двойных перегибов)		
Бумага из неразмолотой целлюлозы									
0	11	0,53	1160	1,2	0,55	0,020	-	56	Более 1000
1,0	11	0,51	2410	2,0	0,95	0,073	10	42	Более 1000
2,5	11	0,51	2530	2,6	0,71	0,075	23	40	Более 1000
5,0	11	0,50	3740	2,8	0,64	0,115	100	39	Более 1000
Бумага из размолотой целлюлозы									
0	36	0,58	3790	2,7	0,52	0,123	30	18	170
1,0	36	0,56	4030	2,8	0,48	0,132	33	14	200
2,5	36	0,55	4300	3,0	0,47	0,158	56	13	210
5,0	36	0,54	4900	3,3	0,46	0,179	96	12	230

Введение в композицию бумаги химических волокон вызывает целый ряд существенных изменений в обычной технологии производства бумаги мокрым способом. Размол массы, кроме массы из полинозных волокон, не производится, так как большинство химических волокон не имеет фибриллярной структуры и их невозможно на этой стадии производства перевести в высокоэластичное состояние.

Нами изучено обезвоживание бумажной массы из химических волокон при формировании бумаги в условиях высокого разбавления. Показано, что такая масса имеет большую скорость обезвоживания, сопоставимую с соответствующим показателем массы из немолотой целлюлозы.

Проведенные исследования позволили также определить пределы основных параметров подготовки бумажной массы к отливу, значительно предотвращающих процесс флокуляции: расход диспергаторов, концентрацию массы при отливе, размерные параметры химических волокон. Исследования показали, что в композицию вискозной и полинозной бумаги можно вводить традиционные для ее технологии проклеивающие вещества (канифольный клей, влагопрочные смолы и т. п.), а также минеральные наполнители.

Исследованиями установлено, что начальная прочность бумаги из синтетических волокон зависит от длины, диаметра и природы волокон и что при соответствующем выборе этих параметров она приближается к прочности целлюлозной бумаги, обеспечивающей успешный отлив бумажного полотна на бумагоделательной машине.

Определено влияние прессования на свойства бумаги из 100% химических волокон. В отличие от целлюлозной, при мокром прессовании синтетической бумаги наблюдается рост ее прочности на разрыв и продавливание и впитывающей способности.

Сравнительные испытания бумаги и композиционных волокнистых материалов, которые подвергали воздействию излучения, при различных дозах и мощности облучения подтвердили меньшую деструкцию последних.

Исследования бумаги из целлюлозных и химических волокон показали, что для оценки ее свойств можно также использовать методы неразрушающего контроля.

Для качественного и количественного анализа сложного композиционного состава бумаги с полимерами был использован метод пиролитической газожидкостной хроматографии. Этот метод

позволил с большой точностью определить в композиции бумаги количество и вид синтетических волокон и связующих.

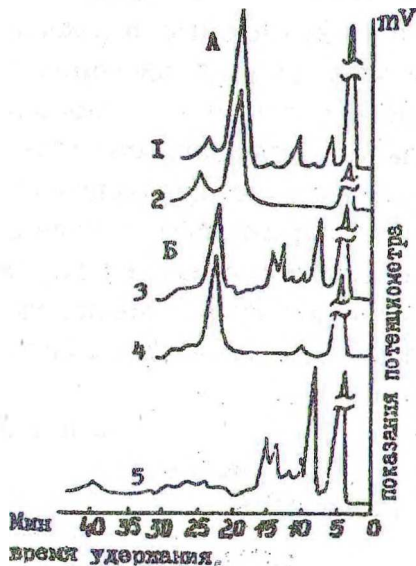


Рис. 3. Хроматограммы продуктов пиролиза целлюлозы и бумаги с синтетическими волокнами: 1 – бумага с нитроном; 2 – волокна нитрона; 3 – бумага с лавсаном; 4 – волокна лавсана; 5 – волокна целлюлозы; А – характеристический пик нитрона; Б – характеристический пик лавсана.

количественном определении синтетических волокон в бумаге. Такой же метод использован для количественной и качественной идентификации бутадиенстирольного латекса в бумаге сложной композиции.

Таким образом, получение бумаги из химических волокон с уникальным комплексом свойств должно осуществляться с учетом природы химических волокон и связующих, адгезии последних к химическим волокнам, количества связующих в композиции бумаги, совместимости их с природными волокнами, а также с учетом особенностей производства бумаги из химических волокон мокрым способом и специфических методов анализа таких материалов.

На рис. 3 приведены хроматограммы продуктов пиролиза целлюлозных и синтетических волокон, а также бумаги с синтетическими волокнами. Из приведенных данных видно, что при выбранных условиях полиакрилонитрильное волокно имеет характеристический пик со временем удержания 15,5 мин, который имеется и на хроматограмме бумаги с нитроном. Этот пик приходится на область, где хроматограмма продуктов пиролиза целлюлозы близка к нулевой линии. Полиэфирные волокна имеют характеристический пик, в который практически не вносят своего вклада продукты пиролиза целлюлозы в хроматографическом спектре со временем удержания 20,6 мин. Выбранные характеристические пики использованы при

Использование в композиции бумаги и картона как химических волокон, так и полимерных связующих позволяет изменять весь комплекс структурно-механических, капиллярных и гигроскопических свойств композиционных волокнистых материалов. Теоретический анализ показывает следующие возможные варианты целенаправленного изменения свойств бумаги: за счет введения в композицию целлюлозных видов бумаги и картона различных химических волокон; за счет создания трехкомпонентных композиционных бумажных материалов на основе целлюлозных, химических волокон и полимерных связующих; за счет введения полимеров как в массу, так и на поверхность бумаги. Во всех трех случаях одним из основных ингредиентов является целлюлоза, присутствие которой накладывает свой особый отпечаток на свойства бумаги и картона.

Таблица 5

Виды бумаги и картона, полученные с применением гидротермопластичных волокон из ПВС

Материал	Композиция бумажной массы по волокну	Достижимый эффект
Бумага для химических источников тока	80% волокна вилол + 20% волокна из ПВС	Повышение хемотстойкости, долговечности, термостойкости
Фильтрующий материал	75-85% полинозных волокон + 15-20% волокон из ПВС	Улучшение фильтрующих свойств, упрощение технологического процесса
Фильтрующий картон	54-70% вискозных волокон + 15-23% поливинилспиртовых волокон + 15-23% хлопковых волокон	Повышение гидрофобности, влагопрочности, фильтрующих и влагопрочных свойств
Фильтрующий картон	30-45% вискозных волокон + 65-50% хлопковых волокон + 5% волокон из ПВС	Повышение гибкости, пористости
Вискозная бумага	75-95% вискозных волокон + 25-5% волокон из ПВС	Повышение прочности, впитывающей способности

Свойства бумаги с химическими волокнами зависят не только от содержания целлюлозы в композиции бумаги, но и от вида добавляемых химических волокон. Это создает дополнительные предпосылки для целенаправленного изменения характеристик бумаги.

В табл.5 даны примеры использования гидротермопластичных волокон из ПВС для получения композиционных волокнистых материалов.

Добавление в композицию печатной бумаги размолотых полинозных волокон приводит к изменению физико-механических показателей бумаги и к непрозрачности при сохранении деформации при намокании в воде на уровне 0,7-0,9%.

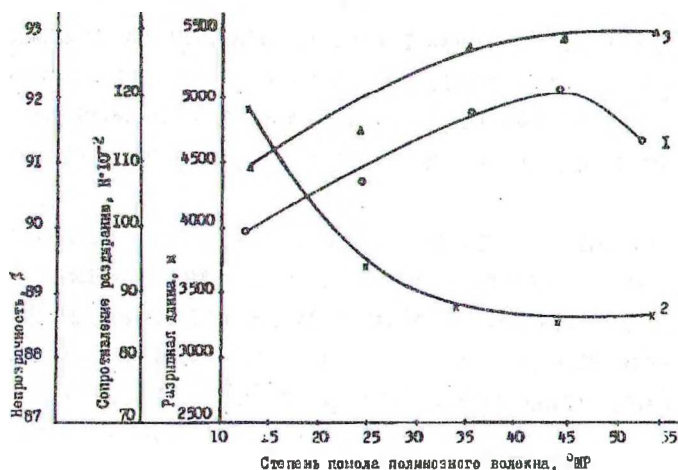


Рис. 4. Зависимость физико-механических показателей бумаги от степени помола полинозных волокон (содержание полинозных волокон в композиции бумаги 30%): 1 – разрывная длина; 2 – сопротивление раздиранию; 3 – непрозрачность.

С увеличением степени помола полинозного волокна при содержании его в композиции 30% возрастает разрывная длина (рис.4), так как при размолу полинозного волокна увеличивается поверхностная фибрилляция волокна, что способствует созданию дополнительных межволоконных сил связи при сушке бумажного листа. Однако после перекрытия эффекта фибрилляции эффектом рубки волокна показатель разрывной длины бумаги снижается. Непрозрачность печатной бумаги увеличивается с повышением степени помола полинозных волокон, а сопротивление раздиранию уменьшается. Таким образом, при использовании в композиции

бумаги размолотых полинозных волокон можно получить печатную бумагу без введения минеральных наполнителей. Такая бумага отличается от обычной печатной бумаги тем, что имеет повышенные физико-механические показатели, а зольность - на уровне чистоцеллюлозной бумаги.

Комплекс показателей электроизоляционных свойств бумаги можно значительно улучшить при использовании в ее композиции полиакрилонитрильных, полиэфирных и полиоксиметиленовых волокон, а также волокнисто-пленочных полимерных связующих.

Установлены закономерности изменения свойств таких бумаг в зависимости от химической природы связующих, их содержания в композиции бумаги, количества, вида и размерных параметров исходных синтетических волокон. Методами математического моделирования установлены также закономерности изменения свойств вискозной бумаги, в которой в качестве связующего использовались «самосвязывающиеся» вискозные волокна; вискозной и полинозной бумаги, где роль адгезива выполнили гидротермопластичные волокна из ПВС.

Полимерные связующие вводятся в массу из целлюлозных и химических волокон или после получения бумаги-основы пропитывают ее. На рис.5 представлена диаграмма состава-свойства для разрывной длины бумаги, пропитанной карбоксилсодержащим бутадиен-стирольным латексом марки БСК-65/3, и бумаги-основы.

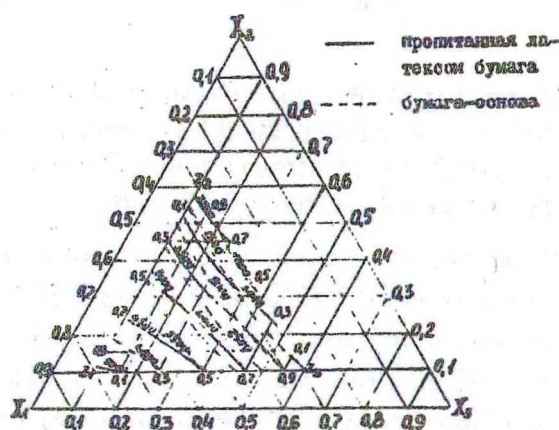


Рис.5. Диаграмма состава-свойства для разрывной длины бумаги, пропитанной латексом, и бумаги-основы

Обработка бумаги из целлюлозных и синтетических волокон латексом в клеильном прессе способствует образованию дополнительных связей между целлюлозными и синтетическими волокнами, что резко увеличивает (в 2-5 раз) прочностные показатели бумаги.

Существенное изменение свойств бумаги имеет место при содержании связующего 25-35% , при котором достигается максимальная величина адгезионных контактов в системе. Дальнейшее возрастание доли связующего в бумаге приводит к тому, что прочность и растяжимость бумаги будут определяться уже не характеристиками волокнистой сетки, а прочностью и растяжимостью самой пленки связующего. В связи с этим прочность бумаги начинает падать, а растяжимость - расти. При поверхностной обработке особые требования следует предъявить к композиции бумаги-основы по волокну. Для бумаги с полиэфирными волокнами характерны повышенные структурно-механические свойства и высокая упругая деформация при растяжении. Бумага с полиамидными волокнами отличается повышенной растяжимостью и сопротивлением раздиранию. Независимо от вида химического волокна в композиции бумаги увеличение его количества приводит к повышению обратимой деформации при сжатии и понижению пластической.

Влагопрочные виды бумаги из целлюлозных и химических волокон могут быть получены при использовании в качестве связующего волокнистой системы полиэтиленimina и его сополимеров, полиамидо-полиамино-эпихлоргидринной смолы (ППЭС), а также эмульсий силоксано-акрилатных сополимеров. Свойства одного из таких материалов приведены в табл.6.

Из данных табл.6 видно, что при увеличении дозировки ППЭС в массе наблюдается повышение капиллярной впитываемости бумаги и увеличение прочности в сухом и особенно во влажном состоянии. Такая бумага может быть использована для изготовления фольгированного гетинакса, отличающегося хорошей штампруемостью и высокими диэлектрическими свойствами, а также в качестве наполнителя для изготовления комбинированного материала-пластика для замены текстолита марки ВЧ, в котором ранее для этой цели использовали дорогую и дефицитную хлопковую ткань.

Полотно бумаги из 80% целлюлозных и 20% полиэфирных волокон можно обрабатывать в клеильном прессе 1-10%-ной водной эмульсией силоксано-акрилатного сополимера. У такой бумаги влагопрочность достигает 20%, и после термического старения при

473 К в течение 10 суток она сохраняет примерно 30% механической прочности в обоих направлениях.

Таблица 6
Свойства бумаги из целлюлозных и полиэфирных волокон с добавкой смолы ППЭС

Композиционный состав бумаги, %		Дозировка ППЭС в массе, %	Показатели бумаги			
Сульфатная небеленая целлюлоза	Лавсан		Разрушающее усилие в среднем по двум направлениям, Н		Капиллярная впитываемость, мм	Электрическая прочность, кВ/мм
			в сухом состоянии	во влажном состоянии		
80	20	-	72	4	38	6,4
80	20	0,5	74	20	47	6,1
80	20	1,0	76	33	49	6,0
80	20	1,5	82	36	51	6,0
80	20	2,0	85	40	53	6,0

Следует отметить, что волокна из ПВС являются эффективной добавкой при использовании их в композиции электроизоляционного картона (улучшение диэлектрических и прочностных свойств), коробочного картона (повышение сопротивления расслаиванию), волокнистой массы для отлива диффузоров динамических громкоговорителей (уменьшение неравномерности частотной характеристики), а также древесно-волокнистых плит (повышение физико-механических показателей и улучшение формоустойчивости).

Волокна из ПВС можно использовать в композиции целлюлозных бумаг и картона в сочетании с другими полимерными веществами. Такие комбинированные составы были нами применены при получении высококачественного электроизоляционного картона и бумаги-основы фотобумаги. В первом случае в массу вводили 1,25% по массе волокон из ПВС и 0,2-0,25% полиэтиленimina и получали картон, отличающийся повышенными показателями предела прочности при растяжении и сопротивлении расслаиванию.

Во втором случае комбинированные добавки волокон из ПВС (2,0% от массы) и ППЭС (1,5-2,0% от массы) были использованы для изготовления тонкой высококачественной бумаги-основы фотобумаги, имеющей высокую влагонепроницаемость, химическую инертность и пониженную впитываемость при одностороннем смачивании.

Кроме волокон из ПВС, нами в качестве добавок полимеров в массу было предложено использовать размолотые полинозные волокна (для повышения маслостойкости электроизоляционного картона), полимер-минеральный состав на основе латекса БСК-65/3 (для увеличения в композиции коробочного картона количества макулатуры), отходы искусственного трикотажного меха (для повышения физико-механических показателей и гидрофобности бумаги) и отходы кабельной бумаги (для повышения качества пористо-бумажной изоляции городских телефонных кабелей).

Практическую значимость получили работы по применению ферментированного крахмала в качестве добавок в массу и для поверхностной проклейки бумаги. Модификацию крахмала производили ферментом – амилодиастатином, полученным в результате глубинного культивирования *Vac. Diastaticus* на картофельных средах с последующей их фильтрацией и высушиванием. Добавки в массу ферментированного крахмала позволили улучшить проклейку офсетной бумаги и снизить расход укрепленного клея в производстве бумаги для глубокой печати. Поверхностная проклейка ферментированным крахмалом применена при выработке офсетной, перфокарточной бумаги, бумаги-основы фотобумаги, подпергамента и коробочного картона. Такая проклейка при снижении расхода крахмала значительно улучшает качество бумаги и картона.

Показано, что составы из неклеистеризованного и ферментированного крахмала можно применять для склейки гофрированного, коробочного картона и бумажных мешков, а составы из ферментированного крахмала и канифоля использовать для поверхностной проклейки бумаги-основы фотобумаги с целью значительного улучшения ее сенситометрических показателей. Поверхностную проклейку последней можно проводить также водными эмульсиями кремнеорганических соединений. Здесь эффект модификации бумаги заключается в повышении ее гидрофобных и физико-механических свойств.

ВЫВОДЫ

1. Выполнено комплексное исследование, позволяющее установить закономерности получения бумаги и картона с химическими волокнами мокрым способом с использованием в качестве связующего гидротермопластичных волокон из ПВС. Намечены пути целенаправленного изменения свойств бумаги и картона за счет использования химических волокон и связующих, и

разработаны научные основы технологического процесса получения таких материалов.

2. Исследована адгезия волокон из ПВС к химическим волокнам. Показано, что волокна из ПВС обладают высокой адгезией к химическим волокнам, способствуют повышению физико-механических свойств бумаги и придают ей ряд специфических свойств. Установлено, что в исследованных пределах параметров наибольшее влияние на свойства бумаги оказывает количество волокон из ПВС, вид, длина и диаметр базовых химических волокон, а также условия сушки бумаги.

3. Выявлены общие закономерности изменения свойств бумаги из целлюлозных и химических волокон. Показана роль химических волокон и связующих в композиции таких бумаг, найдены оптимальные композиционные составы для получения бумаги и картона с химическими волокнами с наибольшей экономической эффективностью.

4. Установлены значения процессов отлива, прессования, сушки, отделки и облагораживания, в пределах которых возможна реализация технологии производства синтетической бумаги. Даны рекомендации по изменению параметров этих процессов с целью регулирования свойств синтетической бумаги.

5. Разработана система оценок качества бумаги и картона с полимерами. Показано, что введение в композицию бумаги химических волокон улучшает термостабильность, радиационную стойкость, электрические, теплоизоляционные, фильтрующие характеристики материала.

6. Разработаны технология и методы поверхностной обработки бумаги с химическими волокнами и чистоцеллюлозной бумаги. Исследован комплекс деформационных, структурно-механических и специальных свойств бумаги после поверхностной обработки. Выбраны и обоснованы проклеивающие составы на основе различных видов полимеров, применение которых экологически, технологически и экономически оправдано.

7. Созданы новые виды бумаги и картона с химическими волокнами и связующими, обеспечивающими ускорение научно-технического прогресса в различных отраслях промышленности. Разработки этих волокнистых композиционных материалов получили более 70 авторских свидетельств на изобретения.