

ТЭХНІЧНАЯ ХІМІЯ І ХІМІЧНАЯ ТЭХНАЛОГІЯ

УДК 676.2:012.24.038

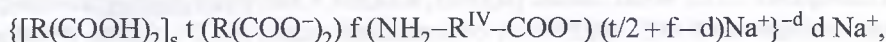
Н. В. ЧЕРНАЯ, А. И. ЛАМОТКИН, А. В. КОСТЮКЕВИЧ, П. А. ЧУБИС

ВЛИЯНИЕ СИЛЬНООСНОВНОГО КАТИОННОГО ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА НА СВОЙСТВА ПРОКЛЕЕННОЙ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ

Белорусский государственный технологический университет

(Поступила в редакцию 03.03.2008)

Широкое применение высокосмоляных гидродисперсий модифицированной талловой канифоли позволяет значительно расширить ассортимент бумажной и картонной продукции, получаемой из проклеенной макулатурной массы в нейтральной среде [1]. К перспективным проклеивающим материалам на канифольной основе относится высокосмоляная гидродисперсия ТМВС-2Н (ТУ РБ 00280198–029–97) [2, 3], содержащая 45% свободных и 55% нейтрализованных смоляных кислот. В этой гидродисперсии содержатся отрицательно заряженные частицы дисперсной фазы



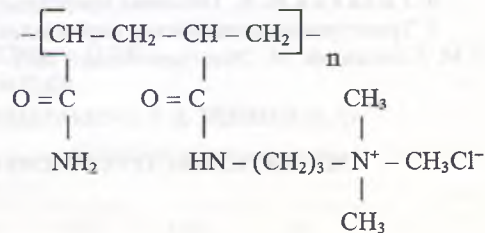
у которых ядром являются свободные смоляные кислоты $R(\text{COOH})_2$, а адсорбционный слой сформирован из нейтрализованных смоляных кислот $R(\text{COO}^-)_2$, анионов стабилизатора $\text{NH}_2\text{-R-COO}^-$ и катионов Na^+ [4].

Однако повышенное содержание в макулатурной массе мелковолокнутой фракции (более 15%), как правило, снижает прочность и влагопрочность клееных видов бумаги и картона на 10% и более [5], что вызывает необходимость увеличения содержания в их композиции дорогостоящей целлюлозы за счет снижения доли вторичного волокнистого сырья – макулатуры [6]. Кроме того, на стадии обезвоживания бумажного и картонного полотна с регистровой водой удаляется мелковолокунистая фракция [7], что вызывает неоправданные потери макулатурного сырья, превышающие 5%.

К перспективным способам повышения бумагообразующих свойств макулатурной массы и одновременного увеличения степени сохранения волокна в структуре бумаги и картона относится способ, основанный на дополнительном применении упрочняющих и флокулирующих добавок, к числу которых относятся сильноосновные катионные полиэлектролиты [8].

В настоящее время в технологии клееных видов бумаги и картона применяются сильноосновные катионные полиэлектролиты, к числу которых относится сополимер акриламида с метиленхлоридом диметиламинопропилакриламида (СА МХ ДМАПА) с молекулярной массой 10^6 у. е. и химической формулой. Отсутствие в литературе данных об упрочняющем и флокулирующем действии катионного полиэлектролита СА МХ ДМАПА на макулатурную массу, проклеенную в нейтральной среде (рН 6,5–7,2) высокосмоляной гидродисперсией модифицированной канифоли, обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель работы – изучение влияния сильноосновного катионного полиэлектролита СА МХ ДМАПА на бумагообразующие свойства макулатурной массы, проклеенной высокосмоляной гидродисперсией модифицированной талловой канифоли в нейтральной среде.



Объектом исследования являлись образцы бумаги (80 г/м^2) и картона (340 г/м^2), изготовленные из проклеенной 1%-ной макулатурной массы и отличающиеся содержанием сильноосновного катионного полиэлектролита СА МХ ДМАПА, а также последовательностью введения в нее гидродисперсии ТМВС-2Н и сульфата алюминия. Макулатурную массу со степенью помола 40°ШР получали путем размола в лабораторном ролле $40,0 \text{ г}$ макулатуры марки МС-1 в присутствии 4000 г воды. Содержание 2%-ной гидродисперсии ТМВС-2Н и 5%-ного раствора сульфата алюминия в макулатурной массе было постоянным и составляло $1,65$ и $0,66 \text{ г}$ соответственно. Содержание (Р) 1%-ного раствора СА МХ ДМАПА увеличивали от нуля до $11,0 \text{ г}$, т. е. Р повышали до $0,05\%$ от абс. сух. волокна. Химикаты в макулатурную массу вводили тремя способами:

1-й – гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия → СА МХ ДМАПА;

2-й – гидродисперсия ТМВС-2Н → СА МХ ДМАПА → сульфат алюминия;

3-й – СА МХ ДМАПА → гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия.

Образцы бумаги и картона, содержащие выбранные химикаты и представляющие собой микрогетерогенные системы, изготавливали на листоотливном аппарате «Rapid Ketten» (фирма «Ernst Naage», Германия). После обезвоживания их сначала сушили при температуре 105°C в течение 4 мин , а затем для спекания и плавления проклеивающих комплексов их термообработывали при температуре 125°C в течение 1 мин [9]. Гидрофобность образцов бумаги и картона характеризовали поглощением воды путем одностороннего их смачивания ($Y_1, \text{ г/м}^2$) и степенью проклейки по штриховому методу ($Y_2, \text{ мм}$), которые определяли по ГОСТам 12605-82Е и 6658-75Е соответственно. Прочностные показатели образцов бумаги и картона оценивали согласно стандарту SCAN P38 на разрывной машине (фирма «Lorentzen & Wettre», Швеция) и характеризовали влагопрочностью ($Y_3, \%$) и разрывной длиной ($Y_4, \text{ м}$). Кроме того, по методике [10] определяли содержание волокна в регистровой воде ($C, \text{ мг/л}$) в зависимости от последовательности введения химикатов в макулатурную массу, а также степень удержания волокна ($\text{СТУ}_в, \%$) и проклеивающих комплексов ($\text{СТУ}_к, \%$) в структуре бумаги и картона. Значения $\text{СТУ}_к$ и N_0 рассчитывали по формулам:

$$\text{СТУ}_к = 6,56 \cdot 10^{-8} (N_0 / (d_0 P_0)) (d_b l_b / M_0^2)^2, (\%)$$

$$N_0 = 266,6 (d_b / d_0) (\rho_0 P_0 / l_b),$$

где N_0 – количество проклеивающих комплексов, образовавшихся при коллоидно-химическом взаимодействии частиц дисперсной фазы гидродисперсии ТМВС-2Н и гидроксокомплексами алюминия, шт.; P_0 – содержание гидродисперсии ТМВС-2Н в микрогетерогенной системе, % от абс. сух. волокна ($P_0 = 1,5$); d_0 – средний диаметр проклеивающих комплексов, м; d_b и l_b – диаметр и длина волокна соответственно, м; M_0 – масса образца бумаги (картона), г; ρ_0 – плотность проклеивающих комплексов, кг/м^3 ($\rho_0 = 1005 \text{ кг/м}^3$).

Зависимость изменения свойств бумаги $Y_i = f(P)$ при различной последовательности введения химикатов в макулатурную массу показана на рис. 1. Зависимость $C = f(P)$ представлена на рис. 2, а зависимости $\text{СТУ}_в = f(P)$ и $\text{СТУ}_к = f(P)$ – на рис. 3.

Из рис. 1 следует, что содержание полиэлектролита СА МХ ДМАПА (Р) в микрогетерогенной системе и последовательность введения в нее химикатов оказывают существенное влияние на Y_1 – Y_4 . Получено, что при введении в макулатурную массу химикатов по способу 1 (гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия → СА МХ ДМАПА), когда содержание СА МХ ДМАПА в микрогетерогенной системе составляет $P = 0,01$ (рис. 1, а), образцы бумаги обладают высокими показателями качества, так как $Y_1 = 16,2 \text{ г/м}^2$, $Y_2 = 2,4 \text{ мм}$, $Y_3 = 2,26$ и $Y_4 = 5100 \text{ м}$. Эти данные свидетельствуют о том, что в микрогетерогенной системе, содержащей гидродисперсию ТМВС-2Н и сульфат алюминия, сначала протекает коагуляционный процесс с образованием проклеивающих комплексов и последующей адгезией их на поверхности волокон, а затем (после введения СА МХ ДМАПА) начинается флокуляция, улучшающая структурообразование проклеенной макулатурной массы. Уменьшение содержания волокна в регистровой воде с $11,8$ до $0,2 \text{ мг/л}$ (рис. 2) можно объяснить повышением степени его удержания в структуре бумаги от $94,3$ до $99,5\%$ (рис. 3, а) за счет протекающего флокуляционного процесса, а улучшение гидрофобности образцов бумаги – увеличением степени удержания проклеивающих комплексов от $70,4$ до $94,5\%$ (рис. 3, б)

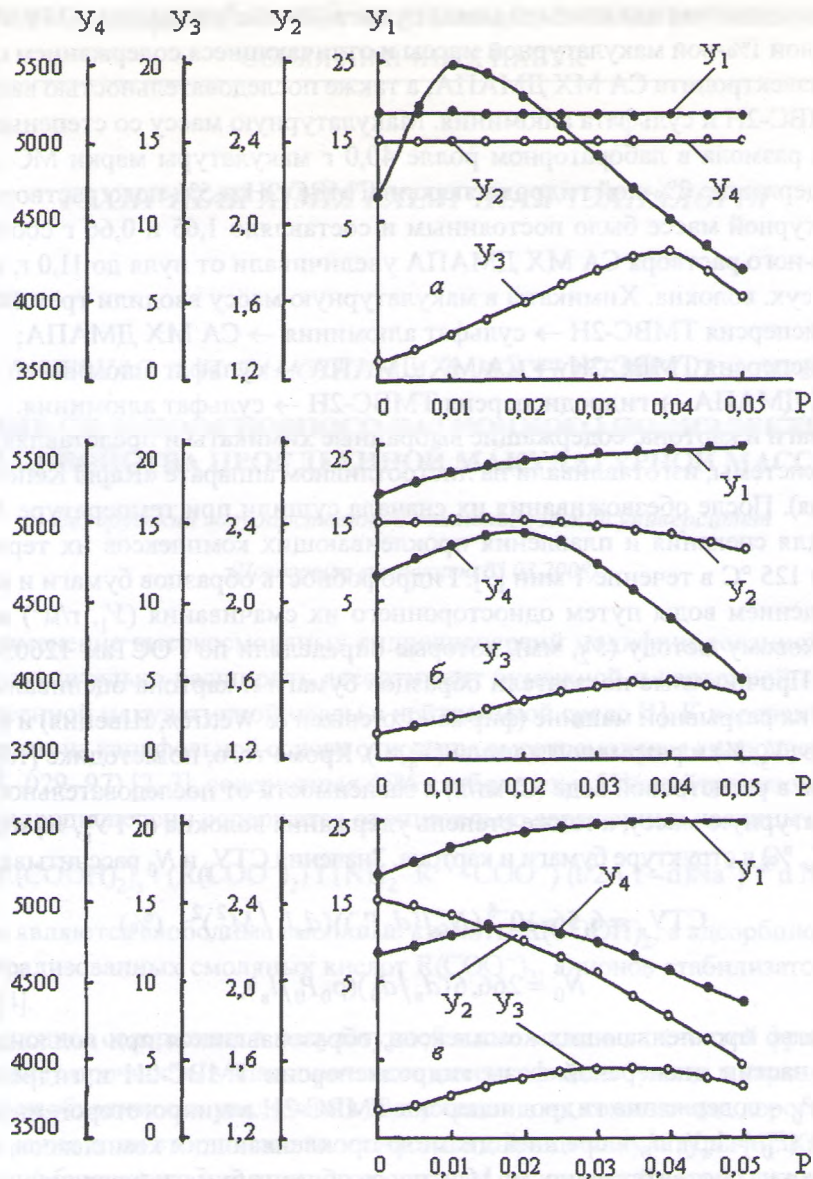


Рис. 1. Качество образцов бумаги (Y_1 - Y_4) в зависимости от расхода СА МХ ДМАПА (P , % от абс. сух. волокна) и очередности введения химикатов в волокнистую суспензию: а – способ 1; б – 2; в – способ 3

за счет протекающего коагуляционного процесса. Установлено, что в исследуемом диапазоне содержания СА МХ ДМАПА в проклеенной макулатурной массе, когда $0,005 < P < 0,050$, введение его по способу 2 является нецелесообразным из-за повышения Y_1 от 17,0 до 36,7 г/м² и снижения Y_2 с 2,4 до 1,2 мм.

Однако при $P = 0,02$, как видно из рис. 1, б, образцы бумаги и картона обладают высокими прочностными свойствами, так как возрастают Y_3 от 2,6 до 4,5% и Y_4 от 4600 до 4900 м. Вероятно, это можно объяснить преобладанием процесса флокуляции над процессом коагуляции. Поэтому введение химикатов в макулатурную массу по способу 2 (ТМВС-2Н → → СА МХ ДМАПА → сульфат алюминия) является целесообразным в том случае, когда к прочностным свойствам бумаги и картона предъявляются повышенные требования, а их гидрофобность может находиться на

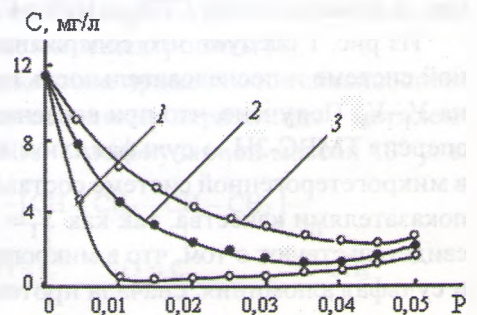


Рис. 2. Содержание волокна (C , мг/л) в регистровой воде в зависимости от расхода СА МХ ДМАПА (P , % от абс. сух. волокна) и очередности введения химикатов в волокнистую суспензию: 1 – способ 1; 2 – 2; 3 – способ 3

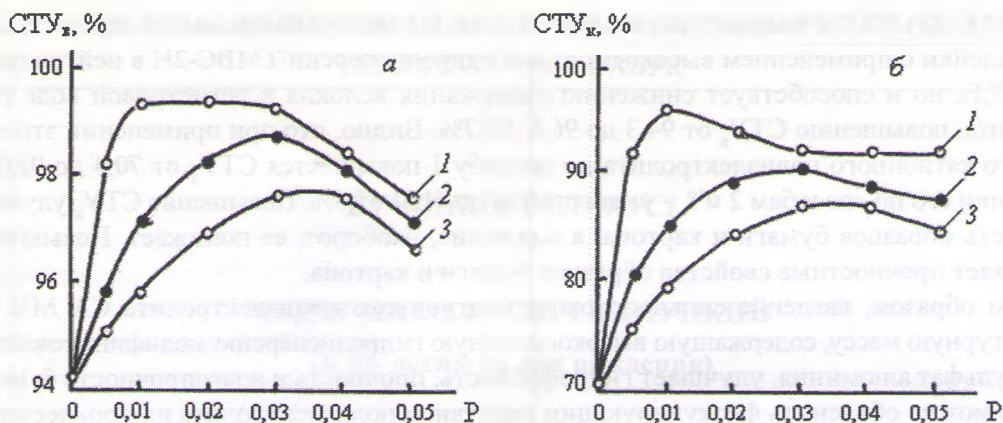


Рис. 3. Степень удержания волокна (СТУ_в, %) (а) и частиц клеевого осадка (СТУ_к, %) (б) в зависимости от содержания СА МХ ДМАПА (P , % от абс. сух. волокна) и очередности введения химикатов в волокнистую суспензию: 1 – способ 1; 2 – 2; 3 – способ 3

среднем уровне. Увеличение влагопрочности образцов бумаги и картона, содержащих СА МХ ДМАПА, когда $P = 0,02$, можно объяснить повышением прочности структурированной сетки вследствие увеличения степени флокуляции проклеенной макулатурной массы.

Установлено, что применение СА МХ ДМАПА по способу 3 может быть рекомендовано для макулатурной массы с повышенным содержанием в ней мелковолокнистой фракции. Из рис. 1, в следует, что при $0,005 < P \leq 0,010$ показатели качества образцов бумаги и картона не отличаются от качества исходных образцов, не содержащих СА МХ ДМАПА, когда $P = 0$, а при $0,03 < P \leq 0,05$ повышаются U_3 от 2,6 до 5,2% и U_4 от 4600 до 4950 м. Поэтому при $P = 0,05$ разрывная длина достигает максимальных значений ($U_4 = 4950$ м), в то время как $U_1 = 25,0$ г/м² и $U_2 = 2,2$ мм. Поэтому этот способ применения СА МХ ДМАПА является целесообразным с целью повышения прочности слабосклеенных видов бумаги.

В таблице представлены данные о влиянии способов введения химикатов в макулатурную массу при оптимальном содержании СА МХ ДМАПА ($P_{\text{опт}}$, % от абс. сух. волокна) в микрогетерогенной системе на рН проклеенной макулатурной массы перед ее обезвоживанием, содержание волокна в регистровой воде (C , мг/л), степень удержания волокна (СТУ_в, %) и проклеивающих комплексов (СТУ_к, %) в структуре бумажного листа.

Влияние способов применения химикатов на $P_{\text{опт}}$, рН, C , СТУ_в, СТУ_к и свойства образцов бумаги

$P_{\text{опт}}$	рН	C	СТУ _в	СТУ _к	U_1	U_2	U_3	U_4
Исходные образцы бумаги без применения СА МХ ДМАПА (гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия)								
–	7,2	11,8	94,3	70,4	17,0	2,4	2,6	4600
Применение химикатов по способу 1 (гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия → СА МХ ДМАПА)								
0,01	7,0	9,4	96,5	93,0	16,2	2,4	2,26	5100
Применение химикатов по способу 2 (гидродисперсия ТМВС-2Н → СА МХ ДМАПА → сульфат алюминия)								
0,02	7,1	5,5	97,4	65,6	36,7	1,2	4,5	4900
Применение химикатов по способу 3 (СА МХ ДМАПА → гидродисперсия ТМВС-2Н → сульфат алюминия)								
0,03	6,8	4,0	98,7	61,3	25,0	2,2	5,2	4950

В этой таблице приведены такие свойства образцов бумаги, как поглощение воды (впитываемость при одностороннем смачивании) (U_1 , г/м²), степень проклейки по штриховому методу (U_2 , мм), влагопрочность (U_3 , %) и разрывная длина (U_4 , м). Установлено, что качество образцов картона на 20–40% выше, чем для образцов картона. Откуда видно, что дополнительное введе-

ние СА МХ ДМАПА в макулатурную массу позволяет не только проводить процесс канифольной проклейки с применением высокосмоляной гидродисперсии ТМВС-2Н в нейтральной среде (рН 6,8–7,1), но и способствует снижению содержания волокна в регистровой воде от 11,8 до 4,0–9,4 мг/л, повышению $СТУ_{\text{в}}$ от 94,3 до 96,5–98,7%. Видно, что при применении этого сильноосновного катионного полиэлектролита по способу 1 повышается $СТУ_{\text{к}}$ от 70,4 до 93,0%, а при применении его по способам 2 и 3 – уменьшается до 61,3–65,6%. Повышение $СТУ_{\text{к}}$ улучшает гидрофобность образцов бумаги и картона, а снижение, наоборот, ее понижает. Повышение $СТУ_{\text{в}}$ увеличивает прочностные свойства образцов бумаги и картона.

Таким образом, введение сильноосновного катионного полиэлектролита СА МХ ДМАПА в макулатурную массу, содержащую высокосмоляную гидродисперсию модифицированной канифоли и сульфат алюминия, улучшает гидрофобность, прочность и влагопрочность бумаги и картона, что можно объяснить флокулирующим действием полиэлектролита на проклеенную макулатурную массу. Изменение последовательности введения химикатов в макулатурную массу ухудшает гидрофобность образцов бумаги и картона из-за активного участия полиэлектролита в процессе флокуляции, замедляющим электролитную коагуляцию гидродисперсии модифицированной канифоли.

Литература

1. Черная Н. В., Ламоткин А. И. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной средах. Мн., 2003. С. 345.
2. Патент 2816 (РБ). МКИ D 21 H 11/00, 17/62, C 09 J 193/04. Бумажная масса / А. И. Ламоткин, Н. В. Черная, А. А. Комаров, В. Л. Колесников. Заявл. 22.08.1997; Опубл. 31.12.1998.
3. Черная Н. В. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2006. № 1. С. 111–115.
4. Черная Н. В. Проклейка бумаги и картона гидродисперсиями модифицированной канифоли в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Мн., 2007.
5. Швец Л. В., Лапин В. В., Тесленко В. В. // Сб. тр. ЦННИБ. Исследования в области производства бумаги. М., 1975. № 10. С. 60–67.
6. Фляте Д. М. Свойства бумаги. М., 1970. С. 456.
7. Лапин В. В., Капанчан А. Т., Клименко В. М. // Сб. тр. ЦННИБ. Исследования в области химии бумаги. М., 1980. № С. 4–11.
8. Черная Н. В., Ламоткин А. И. // Тез. докл. IV науч.-техн. конф. «Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов». г. Гродно, 11–13 октября 2000 г. С. 64.
9. Черная Н. В., Ламоткин А. И., Эмелло Г. Г., Жолнерович Н. В. // Материалы. Технологии. Инструменты. 2001 Т. 6, № 4. С. 90–93.
10. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству / Под ред. С. Ф. Примакова, В. П. Миловзорова, М. С. Кухникова, И. М. Царенко. М., 1980.

N. V. CHERNAYA, A. I. LAMOTKIN, A. V. KOSTYUKEVICH, P. A. CHUBIS

THE EFFECT OF HIGHY BASIC CATIONIC POLYELECTROLYTE UPON PAPER-FORMING PROPERTIES OF SIZED WASTE PAPER MASS

Summary

It has been shown that hydrophobic properties and strength of paper and board are improved with introduction of modified resin hydrodispersion TMVS-2N, aluminium sulphate and strong-founded polyelectrolyte SA MX DMAPA in waste paper mass.