

УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БУМАГИ И КАРТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИАМИДНОЙ СМОЛЫ

Я.В. Боркина, В.Л. Флейшер

*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Республика Беларусь*

Представлены результаты оценки упрочняющего и гидрофобизирующего действия модифицированной полиамидной смолы, полученной в промышленных условиях, на бумажные массы.

IMPROVEMENT OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PAPER AND CARDBOARD USING A MODIFIED POLYAMIDE RESIN

Ya.V. Borkina, V.L. Fleisher

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

The evaluation results of the strengthening and hydrophobizing effect of modified polyamide resin exerted on paper masses are presented. This resin was obtained in industrial conditions.

Отличительной особенностью бумаги и картона из макулатурного сырья являются невысокие физико-механические свойства [1]. Для повышения качества макулатурных видов бумаги и картона широко применяются химические вспомогательные вещества (ХВВ) [2], в первую очередь, позволяющие улучшить физико-механические свойства (крахмал в т.ч. модифицированный; полиакриламид и поливиниловый спирт; амфотерные полимерные смолы; стирол-акрилатная дисперсия; мочевино- и меламиноформальдегидные смолы; полиамидаминоэпихлоргидриновые смолы). Однако использование ХВВ с различным функциональным действием неразрывно связано с проблемой их сочетаемости. Перспективным решением указанной проблемы, на наш взгляд, является применение при производстве макулатурных видов бумаги и картона ХВВ с упрочняющим и гидрофобизирующим действием, в частности, модифицированной полиамидной смолы [3].

Модифицированная полиамидная смола представляет собой 12,5 % водный раствор частично нейтрализованного продукта модифицирования полиаминоамидов на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина малеинизированной канифолью. Опытно-промышленная партия модифицированной полиамидной смолы произведена на оборудовании ООО «ПромХимТехнологии».

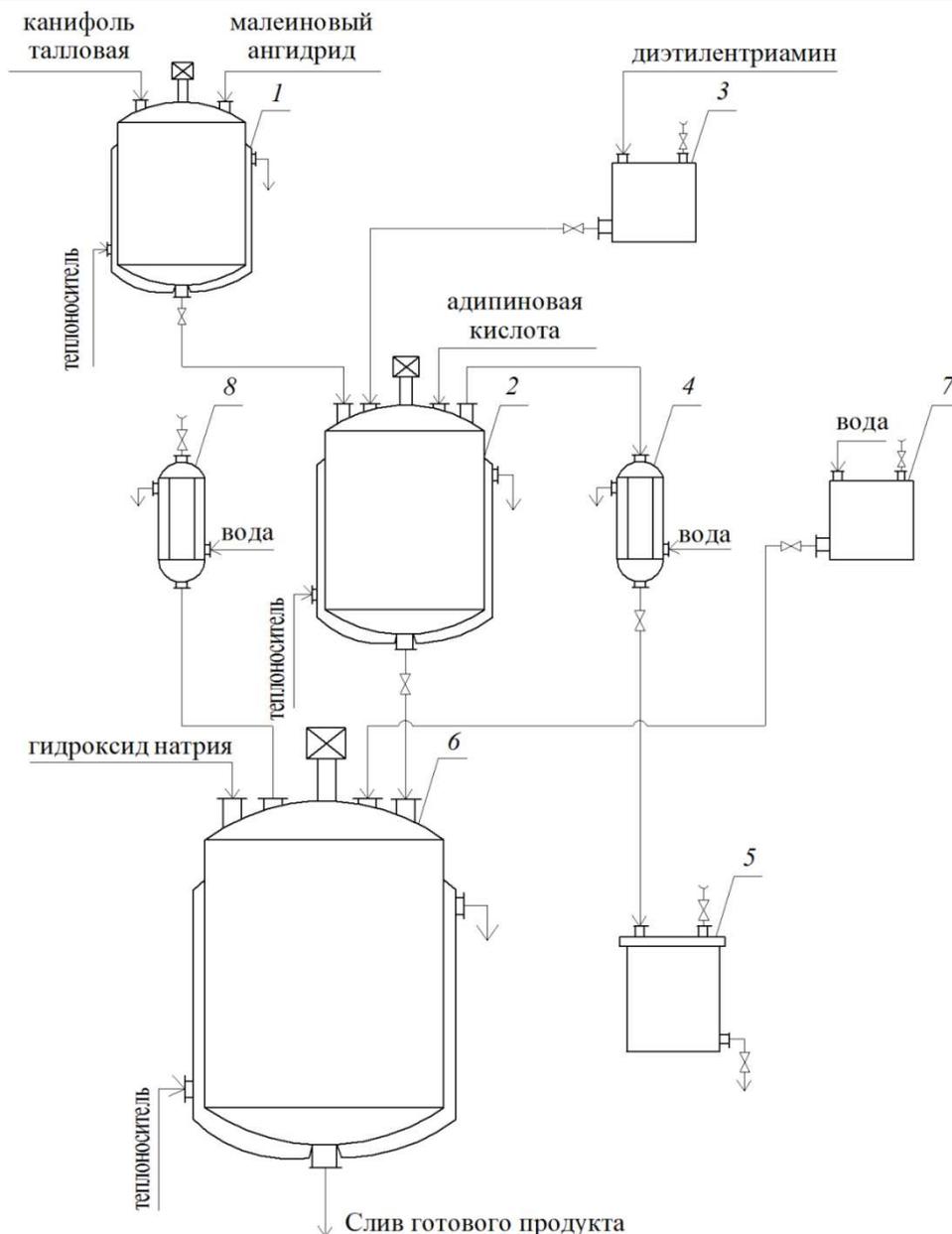


Рис. 1. Технологическая схема производства модифицированной полиамидной смолы: 1, 2 – реактор; 3, 7 – мерник; 4, 8 – теплообменник; 5 – сборник конденсата; 6 – реактор-нейтрализатор

Получение малеинизированной канифоли осуществляли в реакторе 1 (рис. 1), в который загружали 142,2 кг предварительно измельченной талловой канифоли и нагревали до полного расплавления. После этого включали перемешивающее устройство и при температуре канифоли 140...150 °С порциями добавляли 4,5 кг малеинового ангидрида. После введения всего

количества модифицирующего агента температуру реакционной массы повышали до 180...190°C. Процесс проводили при непрерывном перемешивании в течение 3 ч.

Одновременно с процессом модифицирования канифоли осуществляли получение полиаминоамидов. Для этого в реактор 2 из мерника 3 вливали 102,8 л (97,7 кг) диэтилентриамин, включали перемешивающее устройство и порциями загружали 139,4 кг адипиновой кислоты. После чего реакционную массу нагревали до температуры 150...160 °С и проводили поликонденсацию мономеров в течение 2...3 ч до достижения кислотного числа полиаминоамидов не менее 76,7 мг КОН/г. Пары воды, образовавшейся в процессе, из реактора 2 поступали в теплообменник 4 и конденсировались. Конденсат собирался в сборнике 5.

Не прекращая перемешивания и не понижая температуры полиаминоамидов, по утепленному трубопроводу из реактора 1 в реактор 2 сливали малеинизированную канифоль. Взаимодействие полимера с малеинизированной канифолью осуществляли при температуре 150...160 °С до кислотного числа реакционной массы не менее 79,8 мг КОН/г. Выделяющиеся пары воды выводились из реактора 2, конденсат после теплообменника 4 собирался в сборнике 5.

Параллельно стадии модифицирования полимера в реакторе-нейтрализаторе 6 готовили 5 %-ный раствор гидроксида натрия. Для этого реактор 6 наполняли водой в количестве 70,8 л из мерника 7, включали мешалку и порциями вводили 3,6 кг гидроксида натрия.

Реакционную массу из реактора 2 постепенно при непрерывном перемешивании вводили в реактор-нейтрализатор 6, в котором находился предварительно приготовленный 5 %-ный раствор щелочи. Процесс нейтрализации продукта модифицирования полиаминоамидов малеинизированной канифолью осуществляли при температуре 90...98 °С и непрерывном перемешивании в течение 1,5 ч. Испаряющаяся при этом вода после конденсации в теплообменнике 8 возвращалась в систему (реактор 6). Окончание процесса нейтрализации контролировали путем растворения образца продукта в воде. Процесс нейтрализации считали законченным, если образец смолы растворялся в воде без осадка.

По окончании стадии нейтрализации реакционную смесь охлаждали до температуры 75...80 °С и проводили разведение продукта водой при непрерывном перемешивании в течение 0,5 ч. Для этого в реактор 6 из мерника 7 при непрерывном перемешивании порциями вливали 2377,6 кг пред-

варительно нагретой до 60...70 °С воды. Полученный продукт – раствор полиамидной смолы, модифицированной малеинизированной канифолью, – самотеком сливали в сборник готового продукта.

Была получена опытно-промышленная партия модифицированной полиамидной смолы со следующими физико-химическими показателями: внешний вид – прозрачный раствор желтого цвета; массовая доля сухих веществ – 12,5 %; водородный показатель при 20 °С – 8,8; условная вязкость при 20°С – 11,6 с; кислотное число расплава – 23,0 мг КОН/г. Указанные показатели полностью соответствовали требованиям нормативно-технической документации.

Функциональное действие модифицированной полиамидной смолы оценивали, сравнивая прочностные и гидрофобные свойства образцов бумаги (элементарных слоев картона), изготовленных из макулатуры марки МС-5Б с ее использованием, с таковыми образцов бумаги, изготовленных с использованием импортных ХВВ, наиболее часто применяющихся на целлюлозно-бумажных предприятиях Республики Беларусь, – канифольной дисперсии Fenno-size RS KN 12A (гидрофобизирующее вещество) и катионного крахмала Hi-Cat 5283A (упрочняющее). Подготовку волокнистой суспензии осуществляли путем роспуска макулатуры в дезинтеграторе марки БМ-3 с последующим размолотом дезинтегрированной массы в лабораторном ролле (ISO 5264-1) до степени помола волокон 40°ШР. Степень помола определяли на аппарате СР-2Т по ГОСТ 14363.4-89. ХВВ (рабочая концентрация растворов – 1,0 %) вводили в волокнистые суспензии в количестве 0,14...1,0 % от абсолютно сухого вещества (а. с. в.). После введения модифицированной полиамидной смолы и импортной канифольной дисперсии в бумажные массы добавляли полиоксихлорид алюминия (1,76 г/л в ед. Al₂O₃) до достижения значений рН среды, равных 6,5...7,2. Измерение рН бумажных масс осуществляли с использованием рН-метра HANNA PH 212 (Hanna Instruments, Германия) с комбинированным стеклянным электродом. Образцы бумаги (элементарные слои картона) массой 80 г/м² изготавливали на листоотливном аппарате Rapid-Ketten (Ernst Naage, Германия). Дополнительную термообработку полученных образцов бумаги при температуре 125 °С осуществляли с помощью скоростной сушки LABTECH SD24E (Labtech Instruments Inc., Канада). Перед определением гидрофобных и физико-механических свойств полученных образцов бумаги их подвергали кондиционированию до равновесной влажности по ГОСТ 13523-78. Гидрофобность образцов бумаги характеризовали впитываемостью при одностороннем смачивании (метод Кобба), которую определяли согласно

ГОСТ 12605-97 (ИСО 535-91), продолжительность испытания составляла 30 с. Физико-механические свойства образцов бумаги характеризовали разрушающим усилием в сухом состоянии и разрывной длиной, которые определяли согласно ГОСТ 13525.1–79.

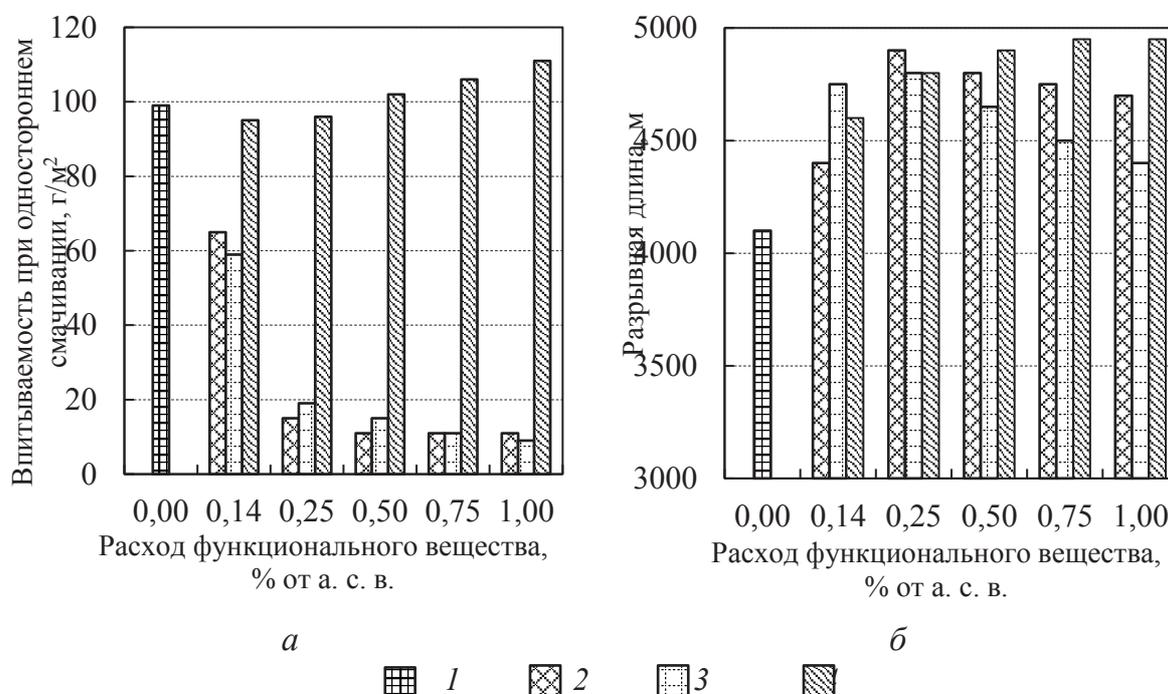


Рис. 2. Впитываемость при одностороннем смачивании (а), разрушающее усилие в сухом состоянии (б) и разрывная длина (в) образцов бумаги, изготовленных из макулатуры без использования ХВВ (1) и с использованием: 2 – модифицированной полиамидной смолы; 3 – проклеивающего вещества Fennosize RS KN 12A; 4 – упрочняющего вещества Hi-Cat 5283A

Установлено, что введение модифицированной полиамидной смолы в количестве 0,14 % от а. с. в. в макулатурную суспензию позволило снизить впитываемость образцов бумаги (рис. 2,а) от 99 до 65 г/м² (на 34,3 %) и увеличить их разрывную длину (рис. 2,б) от 4100 до 4400 м (на 7,3 %) по сравнению с образцами бумаги, изготовленными без использования ХВВ. Увеличение количества модифицированной полиамидной смолы в бумажных массах до 0,25 % от а. с. в. привело к резкому снижению впитываемости при одностороннем смачивании образцов бумаги до 15 г/м² (на 76,92%) и увеличению разрывной длины до 4900 м (на 11,3 %), что на 84,8; 44,2 и 19,5% выше гидрофобности и прочности образцов бумаги, изготовленных без использования ХВВ соответственно. Гидрофобные и прочностные свойства

образцов бумаги при увеличении количества модифицированной полиамидной смолы в бумажных массах до 1 % от а.с.в. незначительно снизились: впитываемость при одностороннем смачивании – до 11 г/м² (на 26,7 %), разрывная длина – до 4700 м (на 4,1 %). Независимо от снижения прочности образцов бумаги при увеличении количества смолы в бумажных массах их разрушающее усилие в сухом состоянии и разрывная длина выше таковых образцов бумаги, изготовленных без использования ХВВ, на 27,9 и 14,6 % соответственно.

Использование импортной канифольной дисперсии в количестве 0,14...1,0 % от а. с. в. при изготовлении образцов бумаги из макулатуры привело к снижению их впитываемости при одностороннем смачивании (рис. 2,*а*) от 99 до 59–11 г/м² (на 40,4...88,9 %).

При увеличении количества катионного крахмала в бумажных массах от 0,14 до 1,0 % от а. с. в. впитываемость при одностороннем смачивании (рис. 2,*а*), разрывная длина (рис. 2,*б*) образцов бумаги увеличились от 95 до 111 г/м² (на 16,8 %), от 4600 до 4950 м (на 7,6 %) соответственно, т.е. использование катионного крахмала при изготовлении образцов бумаги позволило повысить прочность бумаги на 12,2...27,9 %.

Таким образом, гидрофобность и прочность образцов бумаги, изготовленных с использованием 0,25 % от а. с. в. модифицированной полиамидной смолы, соответствуют гидрофобности образцов бумаги, изготовленных с использованием 0,50 % от а. с. в. импортной канифольной дисперсии, и прочности образцов бумаги, изготовленных с использованием 0,50 % от а.с.в. катионного крахмала, что обуславливает целесообразность использования модифицированной полиамидной смолы при изготовлении образцов бумаги (элементарных слоев картона) из макулатуры в качестве упрочняющего вещества.

Список литературы

1. Кулешов А.В., Смолин А.С. Бумагообразующие свойства вторичных растительных волокон // Химия растительного сырья. 2008. № 2. С. 109–112.
2. Хованский В.В., Дубовый В.К., Кейзер П.М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона. СПб.: СПбГТУРП, 2013. 151 с.
3. Флейшер В.Л., Боркина Я.В. Канифольная композиция с гидрофобизирующим и упрочняющим действием на бумагу // Труды БГТУ. Серия 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2020. № 1. С. 131–137.