

УДК 542.951.1:547.462.3

М. В. Андрюхова, аспирант (БГТУ);
В. Л. Флейшер, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
Т. В. Чернышёва, научный сотрудник (БГТУ);
С. А. Гордейко, аспирант (БГТУ); **Д. С. Макарова**, студент (БГТУ)

АМИДЫ ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ БУМАГИ И КАРТОНА

Синтезированы полиамиды фумаровой кислоты взаимодействием фумаровой кислоты с полиаминами (диэтиленetriамином, триэтилентетраамином) методом равновесной поликонденсации в расплаве. Полученные продукты перспективны как упрочняющие агенты в технологии бумаги и картона.

В работе изучено влияние вида и расхода полиамидов фумаровой кислоты на некоторые прочностные характеристики бумаги (разрывная длина, разрушающее усилие в сухом и влажном состояниях). Показано, что наибольший эффект упрочнения бумаги достигается при использовании добавки, представляющей собой продукт поликонденсации фумаровой кислоты и диэтиленetriамина.

Fumaric acid polyamids were synthesized by interaction of fumaric acid with polyamines (diethylenetriamine, triethylenetetramine) by equilibrium polycondensation in the melt. The obtained products are promising as hardening additives in the technology of paper and cardboard.

This article is devoted to studies the type and rate effects of fumaric acid polyamides on some paper strength properties (breaking length, breaking force in the dry and wet conditions). It is shown that the greatest effect of the paper hardening is achieved using additive, which is a product of polycondensation of fumaric acid and diethylenetriamine.

Введение. При производстве клееных видов бумаги и картона используются различные волокнистые полуфабрикаты, проклеивающие материалы, наполнители, красители, упрочняющие добавки, электролиты и катионные полиэлектролиты. Вид и расход каждого компонента влияют на бумагообразующие и коллоидно-химические свойства такой многокомпонентной системы и зависят от требований, предъявляемых к качеству и себестоимости производимой продукции [1].

На современном этапе целлюлозно-бумажная промышленность стремится к увеличению потребления макулатуры, использование которой позволяет решать не только экономические, но и экологические задачи [2]. Однако использование макулатуры при производстве бумаги и картона требует решения ряда технологических проблем. Одним из перспективных способов их решения является применение в композициях бумаги и картона упрочняющих добавок.

Известно, что применение полимерных добавок при изготовлении бумаги улучшает прочностные характеристики во влажном состоянии и прочность в сухом состоянии сформованной бумаги. К ним относятся натуральные, частично модифицированные или синтетические растворимые в воде полимеры, такие как катионогенные и анионогенные крахмалы, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, полиакриламиды, анионогенные полиакриламиды и низкомолекулярные катионогенные полимеры, такие как PolyDADMAC (диаллилдимети-

ламмонийхлорид), полиамидаминэпихлоргидрин, полиаминэпихлоргидрин, полидициандиамид [3].

На основе анализа литературы было выдвинуто предположение, что полиамиды фумаровой кислоты, исходя из их химического строения, могут найти применение в технологии бумаги и картона в качестве упрочняющих добавок.

Основная часть. Целью данной работы являлось получение полиамидов фумаровой кислоты методом равновесной поликонденсации в расплаве и апробация полученных продуктов в технологии бумаги как упрочняющих добавок.

В качестве исходных веществ были использованы кислота фумаровая техническая (ФКТ) **I**, диэтиленetriамин (ДЭТА) **II** и триэтилентетраамин (ТЭТА) **III**.

Образование полиамидов фумаровой кислоты **IV**, **V** происходит согласно схеме (см. с. 34). Реакции осуществляли в трехгорлом реакторе емкостью 100 мл, снабженном мешалкой, термометром и насадкой Дина – Старка с холодильником. В реактор помещали 0,091 моля амина (**I** или **II**) и нагревали до 160°C, после чего при перемешивании постепенно вносили 0,086 моля фумаровой кислоты (молярное соотношение фумаровая кислота : амин составляло 1 : 1,05). Реакцию контролировали по объему выделившейся воды, определяющему конверсию реагентов (рис. 1), а также по изменению кислотного числа (КЧ) реакционной массы (рис. 2). За кислотное число в начале процесса брали значение кислотного числа фумаровой кислоты, которое составляет 959,5 мг КОН/г.

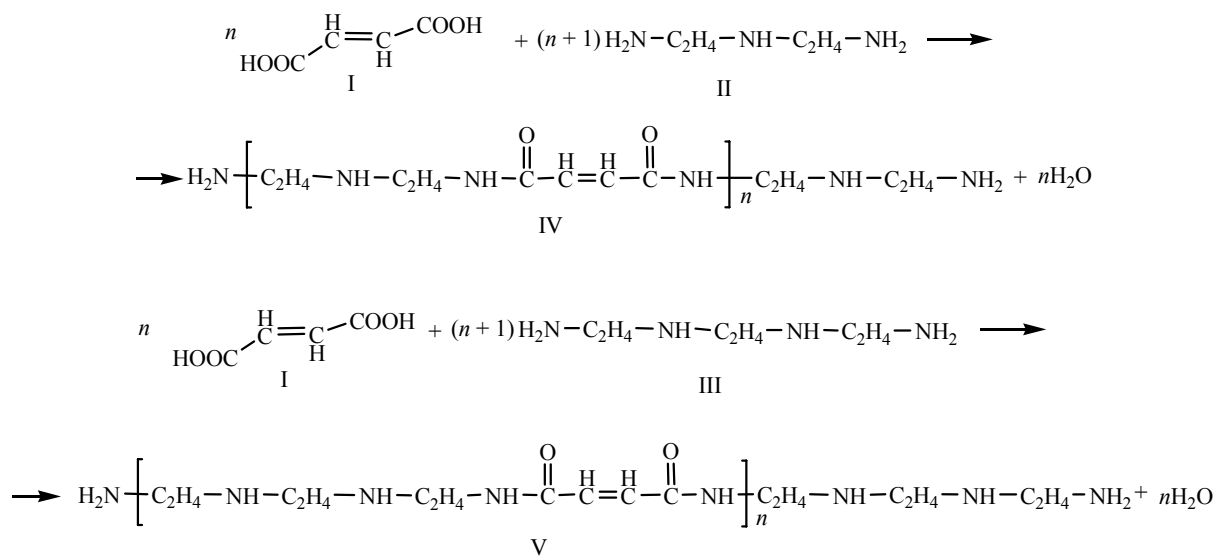


Схема образования полиамидов фумаровой кислоты IV, V

В результате реакций были получены продукты темно-коричневого цвета, хорошо растворимые в воде.

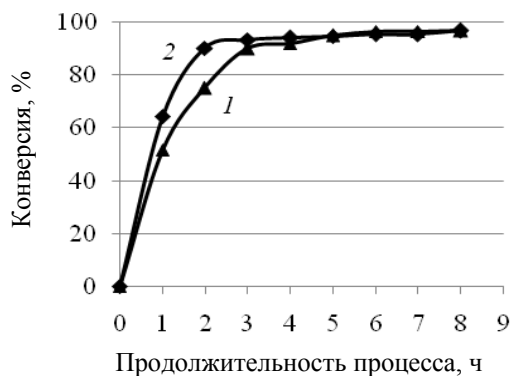


Рис. 1. Зависимость конверсии реагентов от продолжительности процесса взаимодействия ФКТ:
1 – с ДЭТА; 2 – с ТЭТА

Установлено, что реакция протекает в первые 2–3 ч, далее скорость реакции замедляется, поэтому для достижения максимальной конверсии реагентов заключительную стадию синтеза целесообразно проводить при пониженном давлении. Это будет способствовать смещению равновесия и образованию полиамидов с количественным выходом.

Для оценки эффективности упрочняющего действия полученных полиамидов фумаровой кислоты в технологии бумаги были приготовлены 2%-ные растворы продуктов взаимодействия ФКТ с ТЭТА (добавка № 1) и ФКТ с ДЭТА (добавка № 2), которые добавляли в бумажную массу в концентрации 0,5–2,0% от а. с. в. В качестве сравнения использовали образец бумаги без добавки.

В качестве волокнистого сырья применяли листовую целлюлозу, которую подвергали роспуску (мельница НДМ-3) и размолу (гидро-разбиватель ЛГ-3). Из полученной волокнистой суспензии были изготовлены образцы бумаги с массой одного метра квадратного 80 г, для которых определяли разрывную длину и разрушающее усилие в сухом и во влажном состоянии. Испытание образцов бумаги проводили по стандарту SCAN P 38, отвечающем требованиям DIN 53112. Разрушающее усилие образцов бумаги в сухом состоянии определяли на горизонтальной разрывной машине SE 062/064 фирмы «Lorentzen and Wettre».

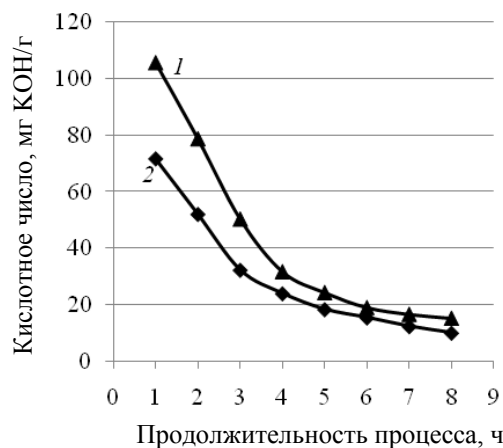


Рис. 2. Зависимость изменения кислотного числа в процессе взаимодействия ФКТ:
1 – с ДЭТА; 2 – с ТЭТА

Зависимость разрывной длины образцов бумаги от вида и расхода добавки представлена на рис. 3.

Анализ зависимости изменения разрывной длины образцов бумаги от вида и расхода по-

лиамидов фумаровой кислоты свидетельствует об эффективности упрочняющего действия как добавки № 1, так и добавки № 2 во всем исследуемом диапазоне расходов. Так, при увеличении расхода добавки № 1 от 0,5 до 2,0% от а. с. в. разрывная длина образцов бумаги увеличивается от 2524 до 2982 м. В случае с добавкой № 2 наблюдается увеличение разрывной длины от 2830 до 4054 м.

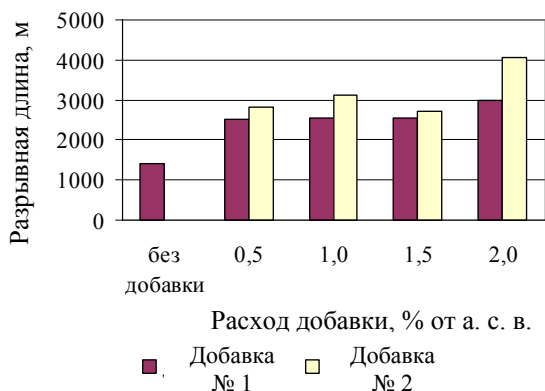


Рис. 3. Изменение разрывной длины бумаги в зависимости от вида и расхода добавки

Данные разрушающего усилия образцов бумаги в сухом и влажном состояниях при добавлении полиамидов фумаровой кислоты (рис. 4, 5) также свидетельствуют о повышении прочности образцов бумаги.

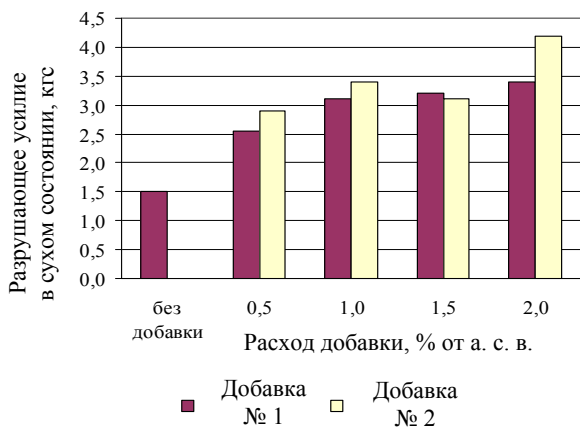


Рис. 4. Зависимость разрушающего усилия образцов бумаги в сухом состоянии от вида и расхода добавки

Так, при увеличении расхода добавок № 1 и 2 от 0,5 до 2,0% от а. с. в. разрушающее усилие в сухом состоянии увеличивается от 2,55 до 3,40 кгс и от 2,90 до 4,20 кгс соответственно.

Во влажном состоянии при увеличении расхода добавок № 1 и 2 от 0,5 до 2,0% от а. с. в. разрушающее усилие увеличивается от 0,07 до 0,10 кгс и от 0,09 до 0,10 кгс соответственно.

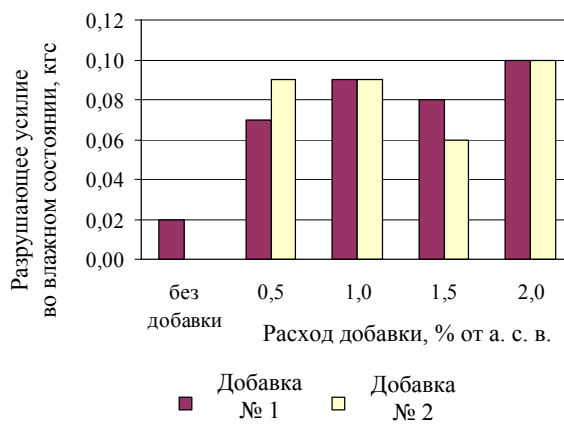


Рис. 5. Зависимость разрушающего усилия образцов бумаги во влажном состоянии от вида и расхода добавки

Заключение. В данной работе осуществлен синтез полиамидов фумаровой кислоты методом равновесной поликонденсации в расплаве. Установлено влияние вида и расхода полиамидов фумаровой кислоты на прочностные характеристики бумаги.

Показано, что наибольший эффект упрочнения бумаги достигается при использовании добавки № 2, представляющей собой полиамид фумаровой кислоты и диэтилентриамина.

Литература

1. Чёрная, Н. В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона: монография / Н. В. Чёрная. – Минск: БГТУ, 2009. – 394 с.
2. Демешкан, Е. Использование макулатуры в целлюлозно-бумажной промышленности – экономические и экологические аспекты / Е. Демешкан // Макулатура. – 2009. – № 1 (18). – С. 8–11.
3. Способ изготовления бумаги [Электронный ресурс]: изобр. к пат. 2384661 GB, МПК7 D 21 C 11/02, D 21 C 9/18, D 21 H 21/14, D 21 H 21/16, D 21 H 21/20, C 08 F 220/00, C 08 F 220/56, C 08 F 220/32 / М. Синг, Р. Коккрофт; заявитель Циба спешиалти кемикэлз уотер тритментс лимитед (GB); заявл. 20.12.08; опубл. 20.03.10 // Федер. служба по интеллек. собств., патентам и тов. знакам. – Режим доступа: www.fips1.ru. – Дата доступа: 11.12.2011.

Поступила 19.03.2012