

Е.П. Шишаков, канд. техн. наук., вед. науч. сотр.;
И.В. Николайчик, канд. техн. наук., ст. преп.;
А.С. Гордейко канд. техн. наук., доц.
(БГТУ, г. Минск)

НОВЫЕ УПРОЧНЯЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БУМАГИ

Бумага и разнообразные изделия из бумаги широко и прочно вошли в наш быт и различные отрасли народного хозяйства. По ряду потребительских свойств изделия из бумаги не уступают изделиям из металла, стекла и полимеров. В отличие от полимеров бумага легко подвергается биологической деструкции и при этом не вызывает заметного отрицательного влияния на окружающую среду. Несомненным преимуществом бумаги является то, что использованные бумажные изделия могут многократно перерабатываться, при этом степень использования вторичного сырья может достигать до 95–98 %.

Однако, в процессе переработки бумажных изделий происходит ухудшения их качества, поверхность целлюлозных волокон загрязняется, а сами волокна измельчаются. С увеличением количества циклов повторного использования качество вторичного сырья закономерно снижается. Для компенсации ухудшения качества вторичного сырья (макулатуры) в бумажную массу вводят упрочняющие добавки. Упрочняющие добавки могут быть как синтетическими, так и изготовленными на природной основе. В последние годы в качестве упрочняющей добавки широкое применение нашел катионный крахмал. Использование катионного крахмала в количестве 4–10 кг на 1 тонну бумаги позволяет повысить показатели ее прочности на 5–20 % при использовании макулатуры и на 15–30 % при использовании целлюлозы. Однако, наряду с положительными свойствами, катионный крахмал имеет и ряд недостатков. Основными недостатками катионного крахмала являются следующие: необходимость специального оборудования для приготовления крахмального клейстера; высокая вязкость крахмального клейстера, что вызывает необходимость работы с низкими концентрациями крахмала и соответственно с большим расходом пара на заваривание крахмала; дополнительные трудовые затраты на обслуживание оборудования; биологическое загрязнение оборудования и коммуникаций. Крахмалы являются прекрасной питательной средой для очень многих микроорганизмов, в том числе и слизиобразующих. В процессе нарастания биомассы на стенках оборудования происходит отрыв сгустков слизи и ее унос потоком обо-

ротной воды. Оторвавшиеся сгустки слизи попадают на сеточный стол и горячие цилиндры бумагоделательной машины (БДМ). Это приводит к образованию дыр в бумажном полотне и его обрыву. По наблюдению авторов статьи простой БДМ из-за обрыва бумажного полотна могут достигать 25–30 % рабочего времени, что приводит к огромным экономическим потерям. Кроме того, в последнее время резко ухудшилось снабжение предприятий импортными реагентами, в частности 3-хлор-2-гидроксипропилтриметиламмонием, необходимым для производства катионного крахмала.

В силу указанных причин синтез и разработка технологии получения новых упрочняющих добавок, не уступающих по эффективности катионному крахмалу, и производимых из доступного сырья имеет важное практическое значение при производстве высококачественных видов бумаги.

На кафедре химической переработки древесины проводятся научно-исследовательские работы по синтезу новых добавок, способных заменить катионный крахмал в технологии бумаги.

В качестве исходного сырья для синтеза использовались следующие реагенты: карбамид, карбамидоформальдегидный концентрат, декстрин, моноэтаноламин, диэтаноламин, капролактан, глиоксаль. Все эти реагенты производятся в Республике Беларусь или в Российской Федерации, то есть являются доступным сырьем. В результате проведения нескольких серий экспериментов были синтезированы и испытаны ряд веществ полимерной природы, получивших условные названия DS-1, DS-2, DS-3, DS-4. На основании вида используемых реагентов, соотношения компонентов, условий проведения реакции синтеза можно полагать, что полученные вещества имеют в своем составе следующие основные структурные фрагменты (рисунки 1–4). Из приведенных структурных фрагментов макромолекул видно, что полученные вещества имеют значительное количество полярных функциональных групп, способных образовывать водородные связи с полярными молекулами целлюлозы, что предопределяет их упрочняющее действие.

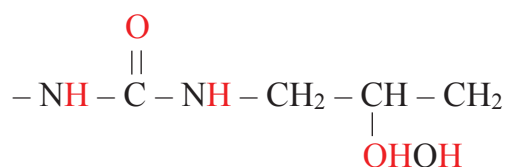


Рисунок 1 – Основной структурный фрагмент добавки DS-1

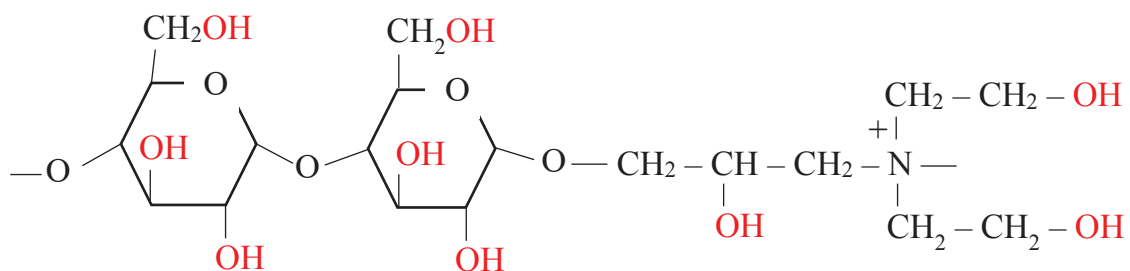


Рисунок 2 – Основной структурный фрагмент добавки DS-2

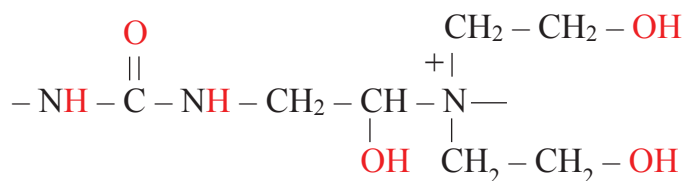


Рисунок 3 – Основной структурный фрагмент добавки DS-3

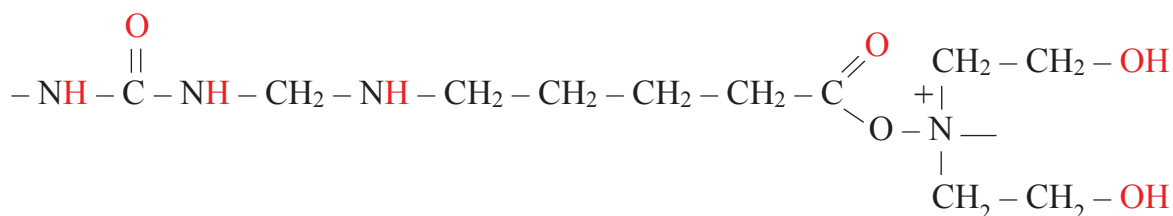


Рисунок 4 – Основной структурный фрагмент добавки DS-4

В тоже время нерегулярное строение и наличие полярных групп обеспечивает хорошую растворимость полученных веществ в воде. Благодаря наличию в молекулах полимеров амидо- и аминогрупп, в том числе третичных и четвертичных, придает им положительный заряд и обеспечивает адсорбцию на отрицательно заряженных молекулах целлюлозы. Также благодаря относительно невысокой молекулярной массе, полученные вещества имеют невысокую вязкость растворов и, в отличие от крахмала, не склонны к ретроградации. Свойства водных растворов упрочняющих добавок при различных концентрациях приведены в таблице.

Таблица 1 – Свойства водных растворов упрочняющих добавок

Вид добавки	Концентрация раствора, %					
	5		10		20	
	условная вязкость, с	pH	условная вязкость, с	pH	условная вязкость, с	pH
Катионный крахмал	85	7,6	350	7,7	гель	7,8
DS-1	14	8,1	16	8,2	20	8,2
DS-2	18	7,6	22	7,7	28	7,7
DS-3	15	7,8	18	7,8	22	7,9
DS-4	14	7,9	16	7,9	18	8,0

Из данных приведенных в таблице видно, что 10–20 % водные растворы упрочняющих добавок имеют низкую вязкость, что позволяет получать и использовать их в концентрированном виде в качестве упрочняющей добавки при производстве бумаги.

В качестве волокнистого сырья для изготовления лабораторных образцов бумаги использовали макулатуру марки МС–6Б, а также целлюлозу сульфатную хвойную беленую. Размол волокнистой суспензии проводили до достижения степени помола 45–50 °ШР (Шопер–Риглера). В размолотую массу вводили упрочняющую добавку в количестве 0,2–10 г сухого вещества добавки на 1 кг волокна. Для проклейки бумаги вводили дисперсию алкилкитендимеров (АКД) из расчета 5 г товарного продукта на 1 кг целлюлозного материала. Изготовление образцов бумаги проводили на листоотливном аппарате «Rapid Ketten». Полученные образцы бумаги кондиционировали в условиях лаборатории в течение 1 сут. По истечении указанного времени проводили испытания бумаги по следующим показателям: разрушающее усилие в сухом состоянии, разрушающее усилие во влажном состоянии, впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб30 и Кобб60).

На рисунке 5 показано изменение прочности на разрыв в сухом состоянии образцов бумаги, изготовленных из макулатуры, при введение следующих упрочняющих добавок: DS-2, DS-3 и катионного крахмала.

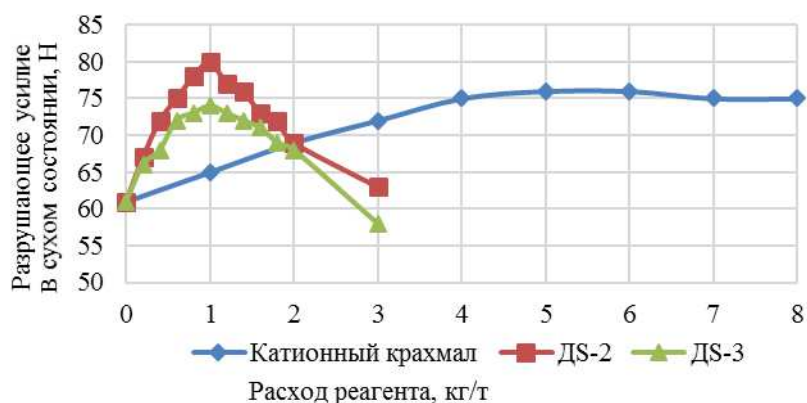


Рисунок 5 – Влияние добавок на прочность бумаги

При введении катионного крахмала в количестве 1–6 г/кг (кг/т) прочность бумаги увеличивается от 60 до 76 Н, т.е. на 27 %. При дальнейшем увеличении расхода крахмала разрушающее усилие в сухом состоянии образцов бумаги не изменяются. Полученная закономерность подтверждается практическим опытом работы промышленных предприятий.

Совершенно по-другому ведут себя добавки, которые были син-

тезированы на кафедре ХПД. При увеличении расхода добавки DS-2 до 1 кг/т бумаги наблюдается резкий рост прочности бумаги с 60 до 81 Н, т. е. на 35 %. Дальнейшее увеличение расхода добавки приводит к снижению показателя прочности бумаги. Особенно сильно это явление наблюдается при расходе 2–3 кг/т бумаги. Добавка DS-3 ведет себя аналогично, хотя и не так резко выражено. На рисунке 6 показано влияние исследуемых добавок на показатели проклейки образцов бумаги (впитываемости при одностороннем смачивании (Кобб₆₀)), изготовленных из макулатуры при расходе АКД в количестве 5кг/т.

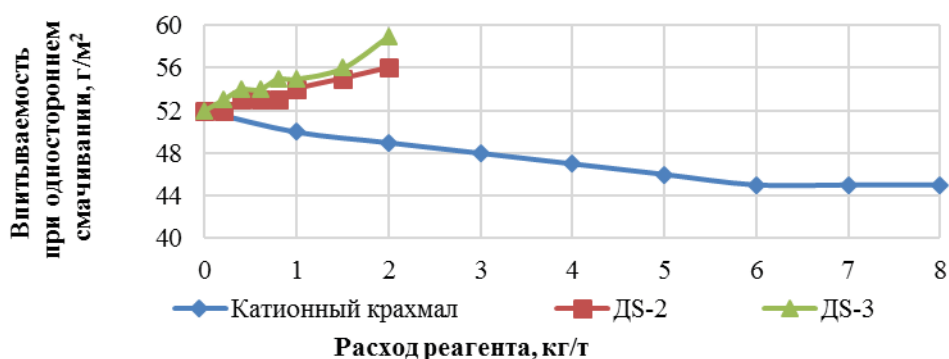


Рисунок 6 – Влияние добавок на проклейку бумаги

При введении катионного крахмала в количестве 1–8 г/кг (кг/т) впитываемость при одностороннем смачивании бумаги снижается (улучшается) от 52 до 46 г/ м², т.е на 13 %. Полученная закономерность подтверждается практическим опытом работы промышленных предприятий.

Совершенно по-другому ведут себя добавки, которые были синтезированы на кафедре ХПД. При использовании добавок DS-2 и DS-3 наблюдается некоторое ухудшение гидрофобности бумаги. Особенно сильно это явление наблюдается при дозировке 2–3 кг/т бумаги. Добавка DS-3 ведет себя аналогично, хотя и не так резко выражено.

При использовании целлюлозы полученные закономерности сохраняются.

Таким образом можно резюмировать, что новые синтезированные вещества обладают упрочняющим действием при изготовлении бумаги из первичного и вторичного волокнистого сырья. По своей эффективности новые добавки не уступают, а в ряде случаев превосходят катионный крахмал. При этом расход новых добавок по сухому веществу в 5–10 раз меньше.