

А. А. Пенкин, ассистент; В. И. Темрук, ген. директор УП «Бумажная фабрика» Гознака;
Т. В. Соловьева, профессор

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СОСТАВОВ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ БУМАГИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРБОНАТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

It is well known that incorporating starch solution into filler suspension during the process of it modification result in flocculation of filler particle. In this article the floc size was estimated by using the sedimentation method. Influence of ground calcium carbonate filler (chalk) modification on floc size and electrokinetic properties as well as filler retention and printability of paper was investigated. A key finding of recent research is that the filler modification allow to particle electrokinetic charge exchanging. This opportunity positively affect filler retention and printability of paper incorporated therein. A Mill trial of modification of chalk with cationic starch was carried out. Mill trials confirmed that paper producing with modified filler has increasing filler content and higher printability.

Введение. Широкое использование наполнителей в производстве бумаги для печати определяется двумя основными причинами:

- улучшением комплекса эксплуатационных характеристик бумаги, в частности печатных свойств, оптических показателей, равномерности макроструктуры;
- заменой части дорогостоящего целлюлозного волокна на дешевое минеральное вещество, что непосредственно сказывается на снижении себестоимости продукции [1].

Наиболее распространенным наполнителем в производстве бумаги для печати в Республике Беларусь является карбонатный наполнитель в виде мела.

Общим недостатком введения наполнителей является заметное снижение степени проклейки бумаги и механической прочности вследствие возникновения границы раздела «целлюлозное волокно – наполнитель», являющейся наиболее дефектной областью бумаги.

Одним из путей преодоления этих затруднений является модифицирование наполнителя путем предварительной обработки последнего полимерными веществами, которая будет способствовать повышению прочности бумаги и увеличению удержания в ней наполнителя.

Основная часть. В качестве модифицирующего агента для карбонатного наполнителя в виде мела нами использован катионный крахмал, находящий все более широкое применение в бумажной промышленности. Этот выбор обоснован следующими характерными особенностями поведения катионного крахмала в композициях бумажного производства:

1. Макромолекулы катионного крахмала, благодаря наличию в них четвертичных аммониевых групп, в водной среде обладают положительным зарядом, что будет способствовать перезарядке частиц наполнителя в процессе модифицирования. Это устранил действие электростатических сил отталкивания между частицами модифицированного наполнителя и отрицательно заряженного целлюлозного волокна с последующим

увеличением удержания наполнителя в композиции бумаги.

2. Макромолекулы катионного крахмала обладают сильным сродством к молекулам целлюлозных волокон и, будучи адсорбированы на поверхности минерального наполнителя, способны к участию в образовании межмолекулярных водородных сил связей, что приведет к увеличению прочности бумаги в зоне контакта «модифицированный наполнитель – целлюлозное волокно».

3. Катионный крахмал является так называемым «мягким флокулянтом», что снижает риск возникновения избыточной флокуляции бумажной массы с нарушением процессов удержания, формования, обезвоживания при несоблюдении режима приготовления составов для наполнения бумаги.

Введение катионного крахмала в суспензию мела вызывает флокуляцию последнего. Это наглядно демонстрируют микрофотографии, полученные с помощью оптического микроскопа Leica DM LB в проходящем свете и представленные на рис. 1, 2.

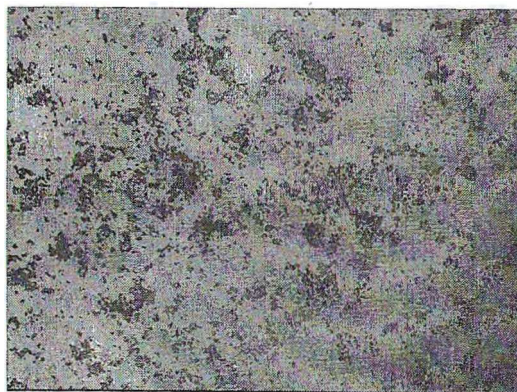


Рис. 1. Микрофотография суспензии мела до модифицирования катионным крахмалом

Для количественной оценки процесса флокуляции суспензий мела катионным крахмалом проведен дисперсионный анализ методом седиментации в гравитационном поле.

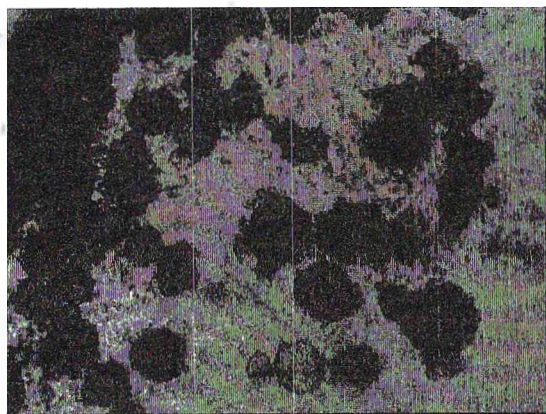


Рис. 2. Микрофотография суспензии мела, модифицированного катионным крахмалом

В табл. 1, 2 приведены не действительные размеры флоккул, а их эффективные радиусы, найденные по формуле Стокса для осаждения частиц в гравитационном поле:

$$r^2 = 71 \frac{\eta h}{\Delta \gamma \tau} = \frac{K}{\tau},$$

где η – вязкость среды, спз; $\Delta \gamma$ – разность плотности твердой фазы и жидкой среды, г/см³; τ – время осаждения, с; K – константа Стокса.

Как видно из табл. 1, модифицирование мела катионным крахмалом приводит к увеличению радиуса частиц суспензии мела. При этом максимальное увеличение наблюдается при 20%-ной концентрации суспензии мела. Это хорошо согласуется с литературными данными по количественной интерпретации процессов флокуляции минеральных суспензий [2]. Как видно из табл. 2, при расходе 3% катионный

крахмал проявляет наибольшую флокулирующую активность. Вероятно, что при большем расходе модификатора происходит перенасыщение поверхности частиц мела модифицирующим агентом, что затрудняет реализацию мостикового механизма флокуляции, поскольку известно, что он наиболее эффективен при 50%-ном покрытии площади дисперсной фазы адсорбированным полимером [3].

Таким образом, увеличение кажущегося размера частиц мела и уменьшение их поверхности в результате флокуляции катионным крахмалом будет способствовать увеличению удержания наполнителя в бумаге и улучшению физико-механических показателей бумаги, изготовленной с его использованием.

С целью определения электрокинетических характеристик суспензий наполнителей использована установка микроэлектрофореза «Zetaphoremeter IV» (Франция).

Принцип работы прибора основан на измерении электрофоретической подвижности частиц, с использованием которой по уравнению Гельмгольца – Смолуховского рассчитывается величина ξ -потенциала:

$$\xi = \frac{\eta U_0}{\epsilon_0 \epsilon E},$$

где η – вязкость жидкости; U_0 – линейная скорость движения частиц; ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная); ϵ – диэлектрическая проницаемость среды; E – напряженность внешнего электрического поля.

Таблица 1

Характеристика гранулометрического состава суспензий модифицированного мела в зависимости от концентрации суспензии при модифицировании

Концентрация суспензии мела при модифицировании, %	Радиус 25% частиц – менее, мкм	Радиус 50% частиц – менее, мкм	Радиус 75% частиц – менее, мкм
Без модификатора	6,1	8,0	12,5
10	12,5	17,0	24,0
15	15,5	21,8	31,2
20	17,0	24,0	35,0

Таблица 2

Характеристика гранулометрического состава суспензий модифицированного мела в зависимости от расхода модификатора

Расход модификатора, % от а. с. мела	Радиус 25% частиц – менее, мкм	Радиус 50% частиц – менее, мкм	Радиус 75% частиц – менее, мкм
1	15,5	21,2	30,0
3	17,8	25,8	37,5
5	15,5	21,8	31,2

На рис. 3 представлена зависимость ξ -потенциала частиц суспензии мела от расхода катионного крахмала.

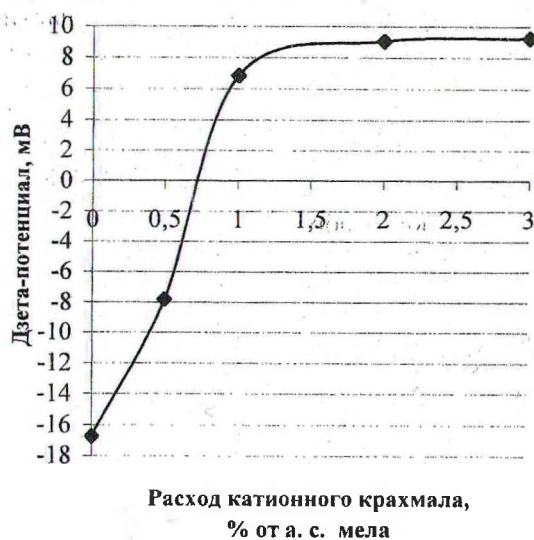


Рис. 3. Изменение ξ -потенциала частиц суспензии мела при модифицировании

Как видно из рисунка, модифицирование мела катионным крахмалом в интервале расходов 0,5–1,0% приводит к перезарядке его частиц. Увеличение расхода катионного крахмала до 3% приводит к дальнейшему незначительному возрастанию ξ -потенциала частиц мела.

Таким образом, модифицирование мела катионным крахмалом будет способствовать устранению действия электростатических сил отталкивания между частицами модифицированного наполнителя и целлюлозного волокна с последующим увеличением удержания наполнителя в композиции бумаги.

Опытно-промышленные испытания по модифицированию мела марки МТД-2 были проведены в условиях УП «Бумажная фабрика» Гознака применительно к бумаге для печати.

Свойства опытных составов бумаги сравнивали с контрольным составом, полученным по технологии наполнения бумаги, существующей на предприятии.

Результаты опытно-промышленных испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты опытно-промышленных испытаний образцов бумаги

Показатель	Варианты состава	
	контрольный	опытный
Зольность бумаги, %	8,3	10,6
Удержание наполнителя, %	65	83
Разрушающее усилие, Н		
в машинном направлении	60	60
в поперечном направлении	29	30
Гладкость, с	52	50
Сопротивление излому, ч. д. п.	22	22
Степень проклейки, мм	2,0	2,0
Линейная деформация, %	2,9	2,7
Белизна, %	79,7	80,2

Закключение. Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что модифицирование мела катионным крахмалом является целесообразным, поскольку позволило увеличить его удержание в композиции бумаги на 20% без ухудшения показателей качества готовой бумаги.

Литература

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. – Т. 2: Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. – СПб.: Политехника, 2005. – С. 423.
2. Навроцкий, А. В. Формирование флоккул и осадков в присутствии катионных полиэлектролитов // Коллоидный журнал. – 2003. – Т. 65, № 3: – С. 368–373.
3. Wagberg, L. Adsorption and flocculation of cationic polyacrylamide and colloidal silica-kinetic aspects / L. Wagberg, D. Solberg // Internationale papierwirtschaft. – 2002. – Vol. 12. – P. 46–50.