

П. А. Чубис, аспирант; Н. В. Черная, доцент

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ НАПОЛНЕНИЯ КЛЕЕННЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА

Results of research testify that at simultaneous maintenance of the increased degree of filler retention (not less than 80%) it is expedient to paper and cardboard of high parameters of water repellency and durability to apply a solution of aluminium sulfate with pH 1,95 (contains 100% of ions $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$). Thus hexaaquaaluminium ions show peptizing action on coagulates. That leads to formation fine-dyspersated and positively charged glueing complexes as peptized particles. For higher efficiency of the filling process of paper and cardboard sized with tall rosin modified by monoethylcellulosylmaleate, it is necessary to shift the sizing process from traditional condition of operation the homocoagulation into more economical condition of operation the heteroadagulation of peptized particles that allows raising the degree of filler retention from 60 to 80 per cent.

Введение. Особенностью наполнения клееных видов бумаги и картона является то, что все компоненты бумажной массы (волокна, гидродисперсия модифицированной канифоли (ГМК), наполнитель) имеют отрицательный электрокинетический потенциал.

Минеральные наполнители не имеют сродства к целлюлозе, их частицы в водной среде, как и волокна целлюлозы, заряжены отрицательно, вследствие чего они взаимно отталкиваются и наполнитель не адсорбируется волокном. Для перезарядки частиц наполнителя и понижения их отрицательного заряда необходимо вводить в бумажную массу коагулянт [1], в качестве которого широкое применение получил сульфат алюминия.

Известен способ [2] повышения удержания наполнителя в структуре бумаги, проклеенной в нейтральной и слабощелочной средах. В состав бумаги входит волокнистый полуфабрикат (лиственная беленая сульфатная целлюлоза – 60%, хвойная беленая сульфатная целлюлоза – 40%), проклеивающая эмульсия (алкенилянтарный ангидрид), наполнитель (карбонат кальция), коагулянт и вспомогательные химические добавки для повышения степени удержания наполнителя в структуре клееных видов бумаги.

Недостатком известного способа удержания наполнителя в структуре клееных видов бумаги является необходимость применения вспомогательных химических добавок, способствующих повышению удержания наполнителя в структуре клееных видов бумаги (1–2 кг/т бентонита, 0,5–1,5 кг/т коллоидного оксида кремния). При этом применяемую проклеивающую эмульсию (алкенилянтарный ангидрид) необходимо дополнительно эмульгировать в присутствии модифицированного крахмала или синтетического полимера. Кроме того, гидролизованная проклеивающая эмульсия после добавления коагулянта в количестве 0,5 кг/т образует электронейтральные, разновеликие и крупнодисперсные коагуляты, имеющие размер 4000–6000 нм и не способные равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности целлюлозных волокон, что

снижает гидрофобность бумаги. Присутствующие частицы наполнителя (карбонат кальция) обладают пониженной адсорбционной способностью в бумажной массе, содержащей коагуляты и проклеенной в режиме гомокоагуляции, что не позволяет повысить степень удержания наполнителя в структуре бумаги и картона более 52%.

Для преодоления вышеуказанных трудностей в БГТУ был разработан способ управления процессом наполнения клееных видов бумаги и картона, основанный на целенаправленном изменении содержания форм гидроксосоединений алюминия (ГСА) в дисперсной системе, что позволило обеспечить пептизацию коагулятов и получить новые проклеивающие комплексы в виде мелкодисперсных и положительно заряженных пептизированных частиц.

Основная часть. Наполнители, вводимые в проклеенную бумажную массу, не полностью удерживаются в структуре бумаги и картона, значительная их часть (более 40%) уходит вместе с регистровой водой, удаляемой в сеточной части бумаго- и картоноделательной машины. Крупнодисперсные частицы наполнителей удерживаются в бумажном полотне в основном механически, а мелкодисперсные частицы – за счет адсорбции на поверхности волокон вследствие понижения их электрокинетического потенциала с последующей перезарядкой и образованием координационной связи с катионами алюминия [3]. Одним из способов повышения удержания наполнителя является введение в бумажную массу положительно заряженных форм гидроксосоединений алюминия в виде $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$, $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$, $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$.

Известно, что содержание форм ГСА в растворе сульфата алюминия зависит от pH среды [4, 5]. В растворе сульфата алюминия с pH 1,95 содержится 100% ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$. При повышении pH до 3,75 содержание ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ снижается до 12% и увеличивается содержание ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$ до 88%. При pH 4,30 в растворе сульфата алюминия содержится 8% ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$, 77% ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$ и 15% ионов $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$.

Одной из основных нерешенных проблем при проклейке бумаги и картона талловой канифолью, модифицированной моноэтилцеллозольмалеинатом, является проблема повышения степени удержания наполнителя в структуре производимой продукции (бумаги офсетной, для печати, документной, писчей, чертежной, полиграфического картона и др.)

Сложность получения бумаги и картона с высокой степенью удержания наполнителя и требуемыми показателями качества заключается в переводе процессов проклейки и наполнения из режима гомокоагуляции в режим гетероадагуляции. При этом основным недостатком проклейки модифицированной талловой канифолью следует считать тот факт, что удовлетворительную проклейку бумаги и картона можно получить лишь в кислой среде (рН 4,5–5,0), где лучше всего в качестве коагулянта зарекомендовал себя сульфат алюминия. По этой же причине подавляющее большинство видов бумаги и картона изготавливается из массы с этим рН. Однако низкая кислотность сильно снижает долговечность бумаги и картона, сокращает срок службы одежды бумагоделательных машин, усиливает коррозию оборудования и повышает закисленность оборотных и сточных вод. В этой связи перспективным направлением является перевод процесса проклейки из кислой среды в нейтральную (рН 6,5–7,2) [6].

В настоящее время в целлюлозно-бумажной промышленности широко применяются различные наполнители, к числу которых относятся каолин, карбонат кальция, бланфикс и др. [7]. Поэтому исследования влияния наполнителей на качество бумаги и картона, а также разработка способа повышения их степени удержания при переводе процесса проклейки из традиционного режима гомокоагуляции в режим гетероадагуляции представляют научный и практический интерес.

Цель исследования – разработка способа управления процессом наполнения клееных видов бумаги и картона за счет целенаправленного изменения содержания форм ГСА в дисперсной системе и обеспечения пептизации коагулятов.

Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги массой 70 г/м² и картона массой 340 г/м² на листоотливном аппарате марки «Rapid-Ketten» (фирма «Ernst Naage», Германия). В качестве исходных материалов для получения образцов бумаги и картона использовали целлюлозу сульфитную беленую хвойную (ГОСТ 3914–89) со степенью помола 40°ШР, ГМК, приготовленную путем разбавления пастообразного проклеивающего материала марки ТМ (ТУ РБ 0028198-017-95), коагулянт (сульфат алюминия химически чистый

по ТУ 6-09-1938-77) и наполнитель (каолин, карбонат кальция и бланфикс). Концентрация коагулянта составляла 0,5%; рН раствора коагулянта фиксировали на уровне 1,95 и 4,30 путем добавления 0,1 н. раствора HCl и 20%-ного раствора NH₄OH. Расход его изменяли от 0 до 13,5% от массы абсолютно сухого волокна (а. с. в.). Расходы ГМК и наполнителя были постоянными и составляли 1,5 и 10% от а. с. в. соответственно.

Качество образцов бумаги и картона определяли по стандартным методикам [8] и оценивали гидрофобностью (впитываемость при одностороннем смачивании по Коббу (ГОСТ 12606–82Е)) и прочностью (разрывная длина по стандарту SCAN P38 на разрывной машине фирмы «Lorentzen & Wettre», Швеция). Степень удержания наполнителя в структуре образцов бумаги и картона оценивали по зольности [8].

Зависимости на рис. 1–3 демонстрируют влияние содержания сульфата алюминия с рН 1,95 (а) и рН 4,30 (б) в дисперсной системе на качество образцов бумаги, проклеенных в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц в присутствии наполнителя.

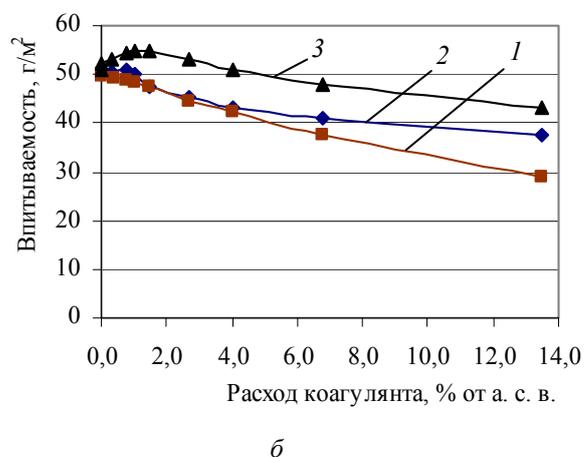
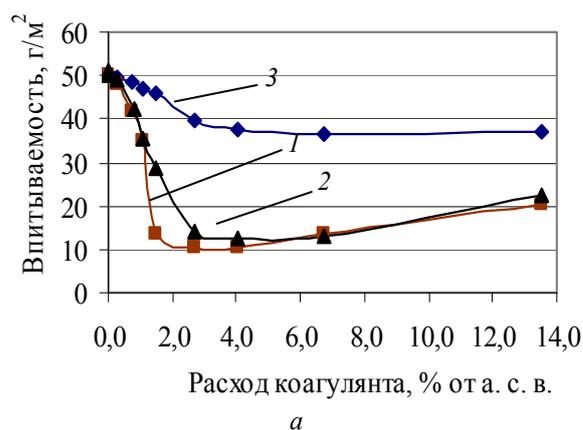


Рис. 1. Влияние расхода коагулянта с рН 1,95 (а) и рН 4,30 (б) на впитываемость образцов бумаги, содержащих наполнитель: 1 – каолин; 2 – карбонат кальция; 3 – бланфикс

Из рис. 1 видно, что образцы бумаги, содержащие в композиции каолин (кривая 1), имеют лучшую впитываемость при одностороннем смачивании, чем при использовании карбоната кальция и бланфикса. При повышении расхода коагулянта (рН 1,95) от 0 до 1,5% от а. с. в. впитываемость снижается с 50,0 до 13,5 г/м² для образцов бумаги, содержащих каолин, с 51,0 до 28,6 г/м² для образцов, содержащих бланфикс, и с 50,5 до 45,9 г/м² для образцов, содержащих карбонат кальция. Похожие закономерности наблюдаются и при использовании раствора коагулянта с рН 4,30. Однако гидрофобность образцов бумаги в этом случае ниже (рис. 1, б), так как в растворе коагулянта содержится меньшее количество гексааквакомплексов алюминия Al(H₂O)₆³⁺, которые способствуют пептизации коагулятов и перезарядке частиц наполнителя.

Получено, что разрывная длина образцов бумаги (рис. 2) при увеличении расхода коагулянта (рН 1,95) от 0 до 1,5% изменяется от 6750 до 6500 м для образцов бумаги, содержащих каолин, от 6800 до 6150 м для образцов, содержащих карбонат кальция, и от 6650 до 6950 м для образцов, содержащих бланфикс. Похожие закономерности наблюдаются и при использовании раствора коагулянта с рН 4,30.

Существует мнение, что [9] снижение прочности бумаги и картона по мере увеличения зольности связано с тем, что частицы наполнителя раздвигают волокна и создают пространственный барьер для образования прочных межволоконных связей. Однако решающее влияние на прочность бумаги и картона имеют два основных фактора: а) способность наполнителя прочно сорбироваться на волокнах благодаря электростатическому взаимодействию; б) подвижность частиц наполнителя, связанную со способностью транспортироваться капиллярными силами в пространство межволоконных контактов в момент их формирования при обезвоживании на сетке бумагоделательной машины [10].

Снижение адсорбционной способности частиц наполнителя и их подвижности является средством повышения прочности наполненной бумаги [11]. Уменьшение адсорбционной способности, по нашему мнению, может быть достигнуто регулированием зарядов волокна и наполнителя. Об этом свидетельствуют данные, что в случае применения раствора сульфата алюминия с рН 4,30 скорость адсорбции наполнителя на волокне снижается, а это приводит к повышению разрывной длины и зольности (рис. 2 и 3, б).

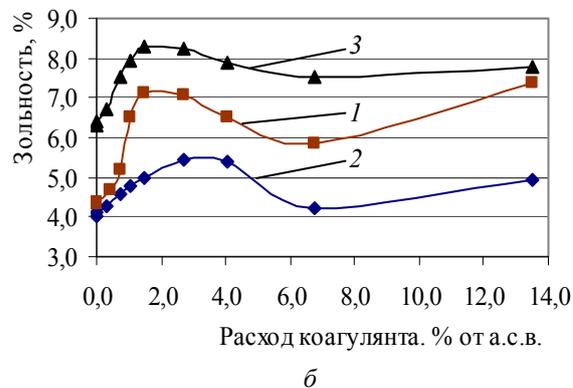
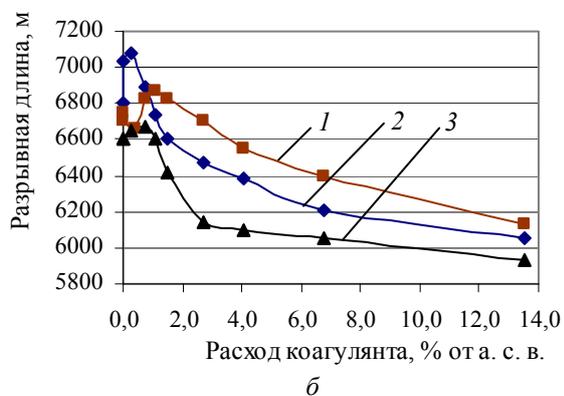
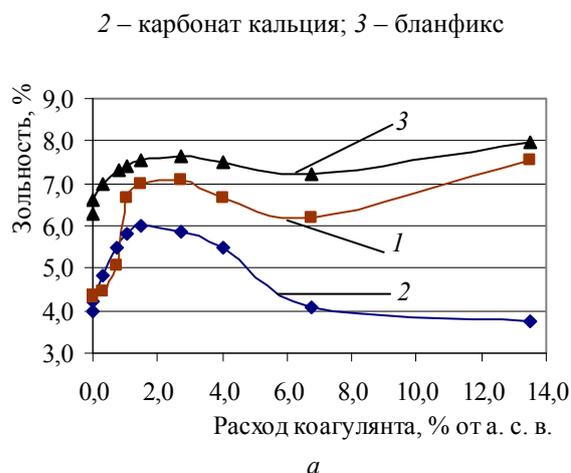
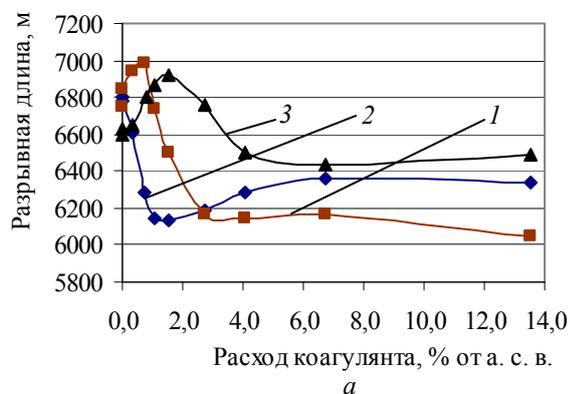
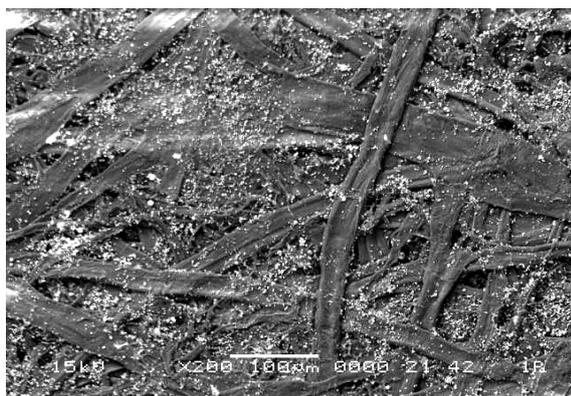


Рис. 2. Влияние расхода коагулянта с рН 1,95 (а) и рН 4,30 (б) на разрывную длину образцов бумаги, содержащих наполнитель: 1 – каолин;

Рис. 3. Влияние расхода коагулянта с рН 1,95 (а) и рН 4,30 (б) на зольность образцов бумаги, содержа-



а



б

Рис. 4. Микрофотографии образцов бумаги

Это можно объяснить частичным разложением карбоната кальция под действием закисленности дисперсной системы, причем повышение рН раствора коагулянта до 4,30 приводит к незначительному повышению степени удержания бланфикса и каолина.

При наполнении образцов картона указанные показатели качества оказались на 25–30% отн. выше, чем для образцов бумаги.

На рис. 4 представлены микрофотографии образцов бумаги массой 70 г/м², проклеенной в режиме гомокоагуляции (а – расход коагулянта составляет 6,0% от а. с. в.) и гетероадагуляции (б – расход коагулянта 2,0% от а. с. в.) в присутствии наполнителя (каолина).

На рис. 4, а видны разновеликие частицы наполнителя, неравномерно распределенные на поверхности целлюлозных волокон, что свидетельствует о проведении процесса проклейки и наполнения в режиме гомокоагуляции. На рис. 4, б частицы наполнителя имеют мелкодисперсные размеры, они равномерно распределены на поверхности целлюлозных волокон, что свидетельствует о протекании процессов проклейки и наполнения в более эффективном режиме гетероадагуляции.

щих наполнитель: 1 – каолин;

2 – карбонат кальция; 3 – бланфикс

Заключение. Разработан способ повышения степени удержания наполнителя в структуре клееных видов бумаги и картона, основанный на целенаправленном изменении содержания форм ГСА в дисперсной системе.

При замене процесса проклейки в традиционном режиме гомокоагуляции на более эффективный режим гетероадагуляции повышается степень удержания частиц наполнителя на 20–25% отн.

Целесообразно в качестве наполнителя использовать более дешевый и доступный карбонат кальция, который не разрушается в нейтральной среде.

Свойства бумаги и картона, проклеенных в режиме гетероадагуляции в присутствии наполнителя, на 10–15% отн. выше, чем аналогичные свойства бумаги и картона, проклеенных в режиме гомокоагуляции.

Литература

1. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 696 с.
2. Gerli, A. Новый способ увеличения степени удержания. An inorganic nanosize particle. Part of new retention / dewatering system / Gerli Alessandra, Oosterhof Frits, Keiser Bruce A. // IPW: Int. Papierwirt. – 1999. – № 4. – Р. 70–73.
3. Товстошкурова, Д. У. К исследованию удержания наполнителя при выработке типографской бумаги № 1 на Сыктывкарском ЛПК / Д. У. Товстошкурова, Н. М. Бокарева, Р. Т. Брежнева // Сб. тр. ЦНИИБ. Новое в технологии бумаги. – М., 1973. – № 8. – С. 27–31.
4. Назаренко, В. А. Гидролиз ионов металлов в разбавленных растворах / В. А. Назаренко, В. П. Антонович, Е. М. Невская. – М.: Атомиздат, 1979. – 192 с.
5. Черная, Н. В. Влияние основных солей алюминия на кинетику быстрой коагуляции гидродисперсии модифицированной канифоли / Н. В. Черная, Г. Г. Эмелло, А. И. Ламоткин // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2005. – № 4. – С. 106–112.
6. Черная, Н. В. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной средах / Н. В. Черная, А. И. Ламоткин. – Минск: БГТУ, 2003. – 345 с.
7. Лапин, В. В. Каолин и оптические свойства бумаги / В. В. Лапин, Д. А. Данилова. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 121 с.
8. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству / С. Ф. Примаков [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 168 с.
9. Повышение зольности бумаги без снижения ее прочности / В. В. Лапин [и др.] // Бумажная пром-сть. – 1981. – № 2. – С. 4–6.
10. Лапин, В. В. Наполнение и прочность печатной бумаги / В. В. Лапин, Т. В. Самсонова // Бумажная пром-сть. – 1983. – № 12. – С. 12–13.