

УДК 676.1.038.2

*М.А. Агеев, Н.Л. Медяник, А.Я. Агеев***ВЛИЯНИЕ ХИМИКАТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЛОТАЦИОННОГО ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ МАКУЛАТУРЫ**

Установлены оптимальные концентрации химикатов (NaOH – 1,0 %, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> – 3 %, миристиновая кислота – 1,0 %) для достижения наибольшей эффективности очистки макулатуры по показателям загрязненности и белизны.

*Ключевые слова:* флотация, облагораживание макулатуры, бумага, пузырек воздуха, химикаты флотационного облагораживания.

Одной из основных тенденций развития производства бумаги является увеличение использования в ее композиции макулатурного волокна. Применение макулатуры имеет существенное народно-хозяйственное значение, выражающееся в экономии лесных богатств, энергетических ресурсов и химикатов, сокращении капиталовложений в лесозаготовительную и целлюлозно-бумажную промышленность, снижении транспортных расходов, экономии трудовых затрат. Кроме того, сбор макулатуры способствует улучшению санитарного состояния городов и сокращению объема бытовых отходов.

6\*

Материал, заменяемый на 1 т макулатуры	Количество заменяемого материала, м <sup>3</sup>	Экономия		
		электроэнергии, кВт · ч	теплоты, ГДж	воды, м <sup>3</sup>
Древесная масса	2,6	784,8	0,3	4,2
Полуцеллюлоза	2,8...3,2	174,0	9,3	32,1
Целлюлоза	4,8	130,3	14,5	106,6

В таблице, по материалам В.Е. Шамко [2], приведены данные о экономии материальных и энергетических ресурсов в производстве бумаги и картона при замене древесной массы, полуцеллюлозы, целлюлозы на 1 т макулатуры.

Ускоренными темпами совершенствуется одна из самых перспективных технологий переработки макулатуры – ее облагораживание.

Облагораживание макулатуры (очистка от типографской краски и чернил) представляет особый интерес. Применяемые за рубежом технические приемы облагораживания макулатуры можно разделить на два основных вида: промывание и флотация. Приемы в зависимости от характера связи между пигментом краски и бумажной основой имеют одну и ту же первоначальную стадию – извлечение типографской краски из бумажной основы путем сочетания теплового, химического и механического воздействий.

Флотационный метод основан на физических, физико-химических и химических явлениях, происходящих во флотационной пульпе. При этом решающее значение имеют поверхностные явления вблизи поверхности раздела фаз, в результате которых образуются флотационные комплексы, состоящие из частиц и пузырьков. Избирательное прикрепление частиц к воздушному пузырьку – это элементарный акт пенофлотационного процесса.

Очистка макулатурной суспензии от загрязнений, и в первую очередь от типографской краски, осуществляется во флотационных камерах путем барботирования пузырьков воздуха через суспензию, в которой равномерно распределены частицы типографской краски (среднестатистические размеры частиц краски – от 5 до 20 мкм [1]).

Основные физико-химические процессы флотации можно разделить на две стадии [5]:

разрушение связи между макулатурным волокном и печатной краской;

разделение частиц печатной краски и очищенной массы.

Важное влияние на процессы, происходящие на обеих стадиях, оказывают применяемые химикаты. От них зависит извлекаемость волокна, отделяемость частиц типографской краски, смачиваемость, осаждение частиц краски, дисперсионные свойства, флокуляция, образование агломератов, окисление хромофорных групп.

Как отмечалось в работе [5], важно соблюдать точный баланс между химикатами, так как они оказывают не только позитивное, но и негативное действие. Так, применение гидроксида натрия (NaOH) наряду с желаемым эффектом установления pH и омылением жирных и смоляных кислот, приводит к пожелтению и потемнению волокон макулатуры, содержащей древесную массу. Необходимо отметить, что химикаты воздействуют только на волокна и связующие вещества печатной краски, но не на цветные пигменты.

Использование NaOH обосновано широким диапазоном его действия. Во-первых, он омыляет применяемые при облагораживании жирные и смоляные кислоты с образованием солей, являющихся поверхностно-активными веществами (ПАВ), а также снижающих поверхностное натяжение и улучшающих смачивание комплекса волокно–печатная краска. Кроме того, ПАВ вступают в реакцию с солями жесткости воды, образуя мицеллы «собиратели», которые окружают частицы краски [1]. Во-вторых, гидроксид натрия разрушает связующие вещества печатных красок [2], в-третьих – служит для установления желаемого значения pH от 9,5 до 11,0 [5]. Волокна и частицы печатной краски приобретают благодаря присутствию большего количества ионов  $\text{OH}^-$  в этой области pH отрицательный заряд, что приводит к появлению сил отталкивания и усилению отрыва частиц краски от волокон [5]. Кроме того, указанные значения pH необходимы для оптимального действия пероксида водорода

$H_2O_2$ , который применяется для предотвращения или минимизации пожелтения и потемнения волокон.

Применяемый при флотации силикат натрия служит буфером рН-среды, т.е. предотвращает обратное осаждение отделенных частиц печатной краски на поверхность волокон, связывает цветные пигменты, а также является стабилизатором условий для действия  $H_2O_2$ , связывая тяжелые металлы [5].

Из вышеизложенного очевидно, что важную роль имеют количественные соотношения химикатов, используемых в процессе флотации.

Процесс облагораживания с применением флотации можно контролировать различными способами. В нашей работе для оценки эффекта флотации использованы оптические характеристики бумажного листа: степень белизны, измеренная при длине волны 457 нм, и загрязненность (количество загрязнений – частиц краски на  $1\text{ м}^2$ ).

Были проведены две серии экспериментов по облагораживанию макулатуры по схеме, представленной на рис. 1.

*В первой серии* независимо друг от друга варьировали концентрации NaOH и  $Na_2SiO_3$ , концентрация миристиновой кислоты (1,0 %) и жесткость воды (185 мг  $Ca(OH)_2$  в 1 л воды) оставались постоянными. Пероксид водорода не применяли.

В первой части первой серии изменяли концентрацию гидроксида натрия, при этом силикат натрия не использовали. При увеличении концентрации NaOH отмечено явное повышение белизны (рис. 2, а). Этот факт объясняется тем, что сначала миристиновая кислота омыляется, образуются ПАВ, которые своим действием понижают поверхностное

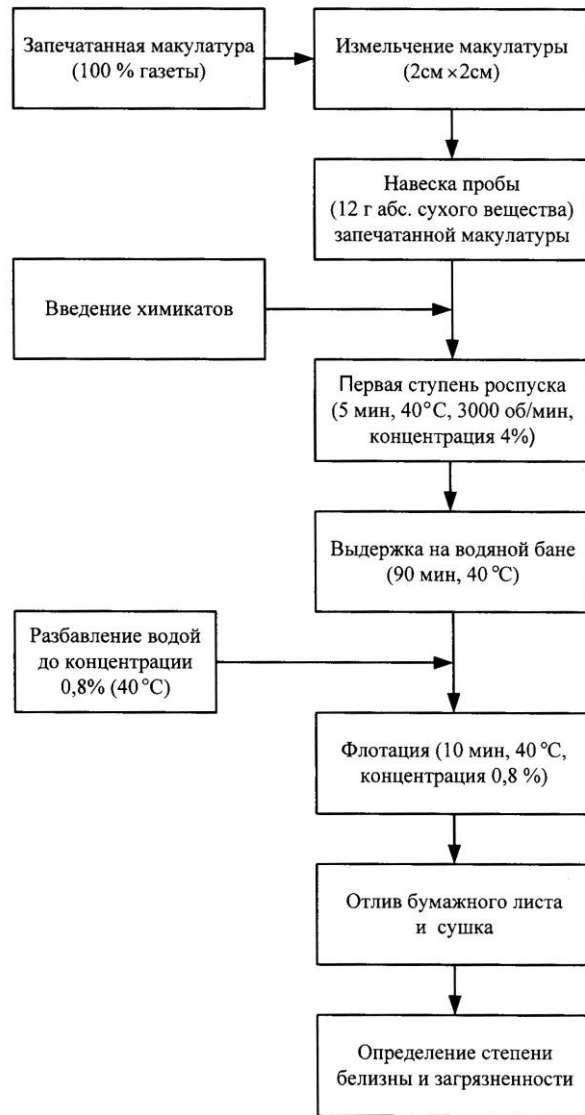


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

натяжение воды. Одновременно ПАВ вступают в реакцию с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  (соли жесткости воды), окружают частицы печатной краски (образование мицелл), тем самым делая их способными к флотации. Отмеченное повышение белизны имеет максимум.

Во второй части этой серии изменяли концентрацию  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  при постоянстве концентрации  $\text{NaOH}$  (1,0 %). Повышение белизны не так существенно, как в начальной стадии первой части (рис. 2, б).

Благодаря увеличению концентрации ионов  $\text{Na}^+$  за счет добавления  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , повышается концентрация поверхностно-активных молекул

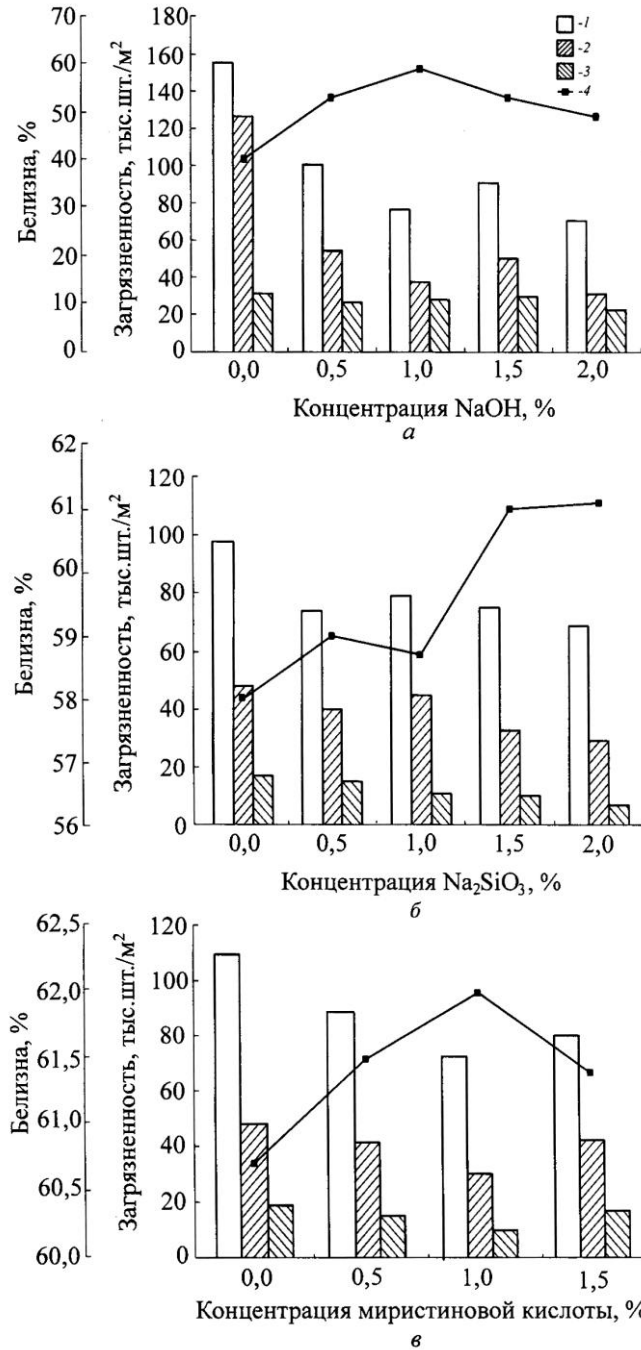


Рис. 2. Зависимость загрязненности (1 – 3) и белизны (4) от концентрации NaOH (а), Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (б) и миристиновой кислоты (в): 1 – размер частиц 1...50 мкм, 2 – 50...100; 3 – более 100 мкм

вследствие усиления омыления миристиновой кислоты. Увеличение концентрации активных молекул ведет к образованию мицелл не только с печатной краской, но и с другими мелкими фракциями, которые удаляются при флотации. Вследствие того, что  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  не увеличивает, а только стабилизирует pH, при его добавлении не происходит пожелтения волокон – снижения белизны.

В условиях экспериментов первой серии зарегистрировано сильное снижение загрязненности (уменьшение количества частиц с размерами 1 ... 50 мкм и 50 ... 100 мкм). Также отмечено уменьшение количества частиц и других размеров, но в меньшей степени (рис. 2, 3).

Снижение загрязненности объясняется действием миристиновой кислоты, т.е. образованием мицелл, которые связывают мелкие частицы, гидрофобизируют их поверхность и создают предпосылки для их отложения на поверхности пузырьков воздуха при флотации. Но это относится только к очень мелким частицам.

*Во второй серии* экспериментов исследовали влияние концентрации миристиновой кислоты на белизну и загрязненность. Концентрацию миристиновой кислоты измеряли от 0 до 1,5 %. Концентрации NaOH и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (соответственно 1,0 и 3,0 %) и жесткость воды (185 мг  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в 1 л) оставались постоянными. Пероксид водорода не применяли.

Как видно из рис. 2, в, белизна, измеренная при длине волны 457 нм, с увеличением концентрации миристиновой кислоты непрерывно возрастает и при концентрации 1,0 % достигает максимума. Наличие максимума объясняется тем, что в суспензии находится ограниченное количество ионов  $\text{Ca}^{2+}$  (185 мг/л), соответственно в реакцию вступает только определенное количество миристиновой кислоты с образованием определенного количества мицелл, способных к флотации.

В ходе экспериментов второй серии зарегистрировано повышение загрязненности отливок (рис. 2, в). Объяснить это можно за счет того, что при малых концентрациях частицы хотя и могут быть отделены от волокна при омылении связующих веществ, но реакция ПАВ с содержащимися в воде ионами  $\text{Ca}^{2+}$  препятствуют этому. Кроме того, отделившиеся частицы, не образовавшие мицеллы, связываются в суспензии, тем самым повышая загрязненность.

Таким образом, эффективность флотации зависит от наличия химикатов и их концентрации. Так, для макулатурной массы из газетной бумаги установлены следующие оптимальные концентрации: NaOH – 1,0 %,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – 3,0 %, миристиновая кислота – 1,0 %. Эти соотношения дают наилучший эффект облагораживания изученной суспензии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, М.А. Дис. ... канд. технич. наук [Текст]. – Екатеринбург, 1999.
2. Наумов, В.А. Начала полиграфического материаловедения [Текст]: уч. пособие / В.А. Наумов. – М., 2002. – 118 с.

3. Шамко, В.Е. Экономические и экологические аспекты использования макулатуры в СССР [Текст] / В.Е. Шамко // Целлюлоза, бумага и картон: информ. сб. / ВНИИПИЭИлеспром. – М., 1989. – Вып. 17. – 21 с.

4. Ferguson, L.D. Deinking Chemistry [Text] / L.D. Ferguson // TAPPI. Deinking Short Course. – Abschnitt «Deinking Chemistry». – 1993

5. Papiertechnische Stiftung für Forschung und Ausbildung in Papiererzeugung und Papierverarbeitung [Text] // Grundlagen der Chemie für Papierengeieure. – Teil 1, Kapitel 3.4. – 1991.

*M.A. Ageev, N.L. Medyanik, A.Ya. Ageev*

### **Influence of Chemicals on Efficiency of Flotation Wastepaper Recovery**

Optimal concentrations of chemicals (NaOH – 1,0 %,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – 3 %, myristic acid – 1,0 %) are set for achieving highest efficiency of wastepaper treatment according to parameters of contamination and brightness.

---