

Хлорофилл, напротив, заметно вступает в реакцию лишь после некоторого прогрева, причем особенно резко  $\Delta X$  растет при  $\frac{l}{d} = 3,75-5,00$ . Потери хлорофилла несколько возрастают (табл. 2) при повышении начальной температуры сушильного агента, что совпадает с результатами, полученными при сушке хвои [5].

Однако вследствие того, что температура в барабане, из соображений сохранения качества высушиваемого материала, поддерживалась довольно низкой и изменялась в узком диапазоне значений,  $\Delta X$  оказалась зависимой лишь от скорости воздуха (см. рис. 3).

В целом полученные в работе результаты позволяют сделать вывод, что при конвективной сушке атмосферным воздухом кормовых добавок, содержащих биологически активные вещества, получение сухого продукта сопровождается значительными потерями пигментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бернштейн А. Справочник статистических решений.—М.: Статистика, 1968.—162 с. [2]. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандомина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. Учеб. пособие для студентов вузов.—М.: Высш. школа, 1975.—322 с. [3]. Лес — сельскому хозяйству // А. Я. Калинин, А. Р. Вальдман, П. П. Андерсон и др.—М.: Лесн. пром-сть, 1978.—192 с. [4]. Пен Р. З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства.—Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1982.—192 с. [5]. Ягодин В. И., Худашова Г. С. О сохранности зеленых пигментов в процессе сушки хвои.—Рига, 1973.—С. 14—19.—(Использование биологически активных веществ дерева).

Поступила 15 декабря 1988 г.

УДК 676.164.082.5

### УСКОРЕНИЕ ОСВЕТЛЕНИЯ ЩЕЛОКОВ СУЛЬФАТ-ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Н. Г. ЦМЫГ, М. П. МУЗЫЧЕНКО

Белорусский технологический институт

Осветление щелоков — наиболее медленная стадия процесса регенерации химикатов в сульфат-целлюлозном производстве. Эта технологическая операция, основанная на гравитационном осаждении частиц шлама, реализуется в отстойниках-осветлителях. Возможности увеличения их производительности путем совершенствования конструкций практически исчерпаны.

Один из путей дальнейшей интенсификации процесса — использование флокулянтов. В настоящее время для этих целей широко применяют полиакриламид (ПАА) [3]. Установлено, что совместное использование флокулянтов различной функциональности, например катионно-анионоактивного, позволяет еще более ускорить процесс осветления белых щелоков [4].

В процессе регенерации щелоков часть шлама зеленого щелока (черный шлам) неизбежно попадет в каустизационную смесь, что сказывается на скорости перелома карбоната в едкий натр, степени осветления белого щелока и в конечном итоге — на его качестве [2].

Цель настоящей работы — определить состав и выбрать режим применения двойного интерполимерного комплекса для ускорения осветления белого щелока в присутствии черного шлама.

Исследования проводили на модельной известково-щелочной суспензии с концентрацией активной щелочи 100 г/л едкого натра и содержанием взвешенных веществ 100 г/л. В качестве взвешенных веществ использовали производственные шламы от осветлителей зеленого и белого шлаков. Относительная ошибка эксперимента при определении скорости осаждения шлама составляла 6 %.

В предварительных опытах установлено, что с увеличением содержания черного шлама до 8 г/л скорость осаждения известкового шлама снижается на 12 %. Наилучшие результаты осветления достигали при дозировке ПАА от 10 до 26 г на 1 м<sup>3</sup> суспензии\*.

Экспериментальные исследования были направлены на сравнительное изучение эффективности осветления модельного белого шлока в присутствии черного шлама с добавками ПАА молекулярной массой 2 млн у. е. (1-я серия), а также ПАА в комплексе с полиэлектролитом N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом с м. м. 60 тыс. у. е. (промышленная марка ПКБ-1) (2-я серия опытов). В табл. 1 приведены переменные факторы и уровни их варьирования в 1-й серии опытов.

Таблица 1

Фактор	Обозначение	Значение уровней варьирования		
		минимальное	среднее	максимальное
Концентрация черного шлама, г/л	X <sub>1</sub>	3,0	5,5	8,0
Расход ПАА, г/м <sup>3</sup>	X <sub>2</sub>	10	18	26
Продолжительность перемешивания	X <sub>3</sub>	10	15	20

Процесс осаждения взвешенных веществ оценивали величиной максимальной скорости осветления суспензии, мм/мин, обычно наблюдаемый в первые 5 мин отстаивания. В табл. 2 представлен план эксперимента и средние значения скорости осветления суспензии Y<sub>1</sub>.

Таблица 2

Зависимость максимальной скорости осаждения шлама от изучаемых факторов

№ опыта	Концентрация черного шлама X <sub>1</sub> , г/л	Расход ПАА X <sub>2</sub> , г/м <sup>3</sup>	Продолжительность перемешивания X <sub>3</sub> , с	Максимальная скорость осаждения Y <sub>1</sub> , мм/мин	Расчетное значение Y <sub>2</sub>
1	3,0	26	20	28,2	27,4
2	8,0	26	20	21,6	22,1
3	3,0	10	10	19,6	20,3
4	8,0	10	20	16,2	15,3
5	3,0	26	10	23,5	24,4
6	8,0	26	10	23,6	22,9
7	3,0	10	10	26,0	25,5
8	8,0	10	10	23,4	24,2
9	3,0	18	15	27,5	27,3
10	8,0	18	15	23,9	24,1
11	5,5	10	15	22,4	22,1
12	5,5	26	15	24,8	24,9
13	5,5	18	10	25,3	24,8
14	5,5	18	15	24,7	24,9

\* Здесь и далее по тексту расход полимерных флокулянтов в граммах на 1 м<sup>3</sup> известково-щелочной суспензии.

Реализация плана полного факторного эксперимента привела к получению модели процесса в следующем виде:

$$Y_1 = 19,891 - 0,815X_1 + 0,207X_2 + 1,037X_3 - 0,003X_1X_2 - 0,075X_1X_3 + 0,050X_2X_3 + 0,123X_1^2 - 0,022X_2^2 - 0,061X_3^2 + 2. \quad (1)$$

Полученная модель адекватна, поскольку  $F = 2,19$ .

Графическая интерпретация уравнения (1) представлена на рис. 1—3 кривыми 1, 2, 3.

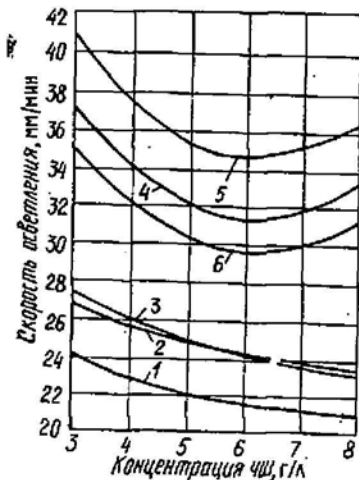


Рис. 1. Зависимость скорости осветления известково-щелочной суспензии от содержания в ней черного шлама. Расход полимерных флокулянтов, г/м<sup>3</sup> ПАА: 1—10; 2—18; 3—26; ПКБ-1 + 18 г/м<sup>3</sup> ПАА: 4—2,5; 5—4,5; 6—6,5

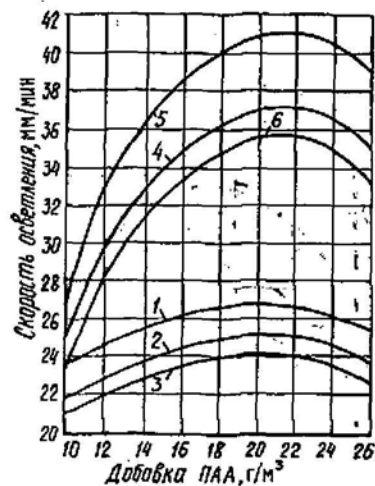


Рис. 2. Зависимость скорости осветления известково-щелочной суспензии от доз ПАА. Содержание черного шлама, г/л: 1—3,0; 2—5,5; 3—8,0; расход ПКБ-1, г/м<sup>3</sup>: 4—2,5; 5—4,5; 6—6,5

В табл. 3 приведены значения переменных факторов 2-й серии опытов с использованием комплекса ПКБ-1. Соотношение компонентов ПКБ-1: ПАА выбрано равным 1:4 на основании результатов предварительных исследований.

Таблица 3

Фактор	Обозначение	Значение уровней варьирования		
		минимальное	среднее	максимальное
Концентрация черного шлама (ЧШ), г/л	$X_1$	3,0	5,5	8,0
Расход ПКБ-1, г/м <sup>3</sup>	$X_2$	2,5	4,5	6,5
Продолжительность перемешивания, с	$X_3$	10	15	20
	$X_4$	10	18	26

В табл. 4 приведены данные зависимости максимальной скорости осаждения шлама от концентрации ЧШ, расхода флокулянтов и длительности перемешивания.

Таблица 4

№ опыта	Концентрация ЧШ $X_1$ , г/л	Расход ПКБ-1 $X_2$ , г/м <sup>3</sup>	Продолжительность перемешивания $X_3$ , с	Расход ПАА $X_4$ , г/м <sup>3</sup>	Скорость осажде-ния $Y_1$ , мм/мин	Расчетное значение $Y_1$ , мм/мин
1	3,0	2,5	10	10	22	21,9
2	5,5	2,5	15	18	34	33,9
3	8,0	2,5	20	26	28	27,9
4	3,0	4,5	15	26	35	35,1
5	5,5	4,5	20	10	13	12,9
6	8,0	4,5	10	18	24	23,9
7	3,0	6,5	20	18	29	28,9
8	5,5	6,5	10	26	21	20,9
9	8,0	6,5	15	10	17	17,1

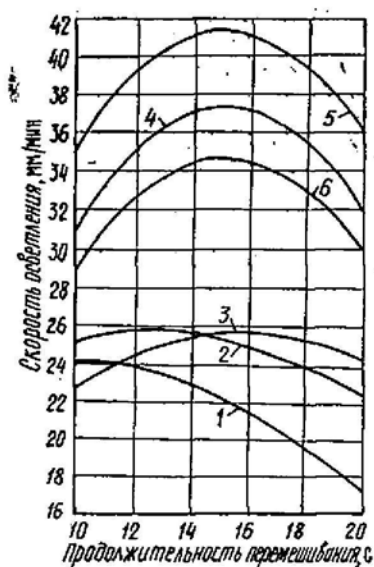


Рис. 3. Зависимость скорости осветления известково-щелочной суспензии от продолжительности перемешивания после введения ПАА. Расход полимерных флокулянтов, г/м<sup>3</sup> — ПАА: 1 — 10; 2 — 18; 3 — 26; ПКБ-1 + 18 г/м<sup>3</sup> ПАА: 4 — 2,5; 5 — 4,5; 6 — 6,5

Был реализован дробный факторный эксперимент (табл. 4), результаты которого аппроксимировали полиномом 2-й степени следующего вида:

$$Y_1 = -34,380 - 6,731 X_1 - 4,018 X_2 + 7,133 X_3 + 4,222 X_4 + 0,509 X_1 \uparrow 2 + 0,289 X_2 \uparrow 2 - 0,234 X_3 \uparrow 2 - 0,099 X_4 \uparrow 2. \quad (2)$$

Полученная модель адекватна ( $F = 0,05$ ).

Графическая интерпретация уравнения (2) представлена кривыми 4, 5, 6 на рис. 1—3.

Как видно из рис. 1, в случае применения ПАА тенденция к снижению скорости осветления известково-щелочной суспензии проявляется практически во всем диапазоне концентраций ЧШ. Причиной этого является, во-первых, наличие в зеленом щелоке кремнистых соединений коллоидного характера, придающих дополнительную агрегативную устойчивость суспензии; по нашим определениям, содержание кремния в шлаках составляло 0,3 %. Во-вторых, замедление осаждения шлама объясняется флотацией частиц угля, являющегося продуктом неполного сгорания органической части черного щелока.

Из рис. 2 видно, что предварительная обработка неосветленного щелока раствором ПКБ-1 концентрацией 1 г/л и последующее добавление ПАА в количестве 18 г/м<sup>3</sup> дают почти двукратное увеличение скорости осветления. Частицы известково-щелочной суспензии заряже-

ны отрицательно. Анионоактивные макромолекулы ПАА осуществляют флотацию таких частиц по мостичному механизму — за счет адсорбции концевых групп макромолекул на близлежащих частицах шлама, их агрегации и гравитационной седиментации или флотации, что наблюдается при осветлении зеленого щелока [1]. Катионоактивные молекулы ПКБ-1 за счет адсорбции на частицах суспензии снижают отрицательный заряд системы, что приводит к потере ее агрегативной устойчивости и образованию микрофлокул, обладающих высокой чувствительностью к действию высокомолекулярного флокулянта ПАА. Этим объясняется значительное увеличение скорости осветления суспензии при использовании комплекса ПКБ-1 — ПАА в сравнении с существующим способом.

Передозировка ПАА приводит к ухудшению условий флокуляции за счет стабилизирующего действия пространственной структуры, образуемой избыточным количеством макромолекул полимера. Это выражается в уменьшении скорости осветления, что необходимо учитывать на практике.

Важные факторы при использовании полимерных флокулянтов — это продолжительность и интенсивность их контакта с частицами осаждаемой дисперсии. Как видно из рис. 3, ПАА образует непрочные флокулы, которые подвергаются разрушающему воздействию перемешивания с увеличением его продолжительности. Поэтому желательно вводить ПАА в известково-щелочную суспензию непосредственно перед отстойником-осветлителем.

Для получения достаточно прочных и крупных агрегатов с помощью полиэлектролитного комплекса ПКБ-1 — ПАА (что соответствует максимальной скорости осветления суспензии), в наших экспериментах необходимая продолжительность перемешивания составила 15 с. Более продолжительное перемешивание приводит к разрушению полученных флокул и резкому уменьшению скорости осаждения частиц суспензии (рис. 3).

Таким образом, установлено, что применение полиэлектролитного комплекса ПКБ-1 — ПАА для ускорения осветления белого щелока с примесью шлама зеленого щелока более эффективно, чем применение одного ПАА.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мазуровский О. Л., Селюжицкий М. И. Седиментационные свойства черного шлама сульфат-целлюлозного производства // Бум. пром-сть.— 1984.— № 9.— С. 17. [2]. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Т. 2.— М.— 936 с. [3]. Осветление сульфатных щелоков полиакриламидом / В. И. Бирюков и др. // Бум. пром-сть.— 1963.— № 8.— С. 12. [4]. Осветление щелоков с применением флокулянтов / Т. Г. Голикова и др. // Бум. пром-сть. 1985.— № 2.— С. 18—19.

Поступила 27 июня 1989 г.

УДК 674.07 : 667.613

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ КРЕМНЕЗЕМОВ В СТИРОЛСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИЭФИРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Л. А. ЯРЕМЧУК, В. В. ХОХРЯКОВА, Я. В. ДУДА

Львовский лесотехнический институт

Известно [1], что при отверждении стиролсодержащих полиэфирных составов получают липкие покрытия, которые невозможно применять в мебельном производстве. Причиной служит реакция взаимодействия растворенного кислорода с генерируемыми радикалами стирола. В результате образуется гидроперекись, которая в условиях сушки полиэфирных лаков не разлагается [5].

Для защиты поверхностного слоя стиролсодержащих полиэфирных покрытий от воздействия кислорода воздуха обычно используют раствор парафина в стироле (ТУ6—10—984—78). Продолжительность образования защитной пленки парафина составляет 5...10 мин, что ограничивает возможность применения ускоренных способов отверждения полиэфирных лаков, например, ПЭ-265, ПЭ-246, ПЭ-2121.

С целью сокращения времени предварительной выдержки и возможности применения серийных лаков на линиях отделки были проведены экспериментальные работы по подбору более эффективной всплывающей добавки. В качестве объектов исследования взяты модифицированные высокодисперсные кремнеземы на основе пирофорной двуокиси кремния марок АДЭГ (ТУ6-01-923—74) и АПСТ (ВТУ 1627—79).

Кроме того, совместно с Калушским опытным производством ИХП АН УССР нами разработана и опробована специальная добавка КМФ (ТУ 88. УССР 251-15—87 от 20.01.1987 г.).

В качестве отделочных материалов использованы полиэфирные лаки ПЭ-265 (ТУ6-10-1445—80) и ПЭ-246 (ТУ6-10-791—83), представляющие собой 65...67 %-е растворы полиэфирмалеинатфталатной смолы в стироле.

Обработку рабочей рецептуры модифицированных составов на основе лаков ПЭ-265 (ПЭ-246) проводили путем экспериментальной проверки основных параметров, характеризующих реологические свойства лакокрасочных материалов. Исследовано влияние концентрации:

модифицирующей добавки на изменение вязкости, краевого угла смачивания и поверхностного натяжения полиэфирной композиции;  
кремнеземной добавки на физико-механические свойства лакового покрытия;  
кремнеземной добавки на процесс испарения летучих компонентов из лакового состава.

Сравнительную оценку кинетики процесса испарения летучих компонентов из полиэфирного состава с различной концентрацией добавки проводили на специальной установке с автоматической записью. Характер испарения летучих компонентов из лаков ПЭ-265 и ПЭ-246 оценивали путем регистрации изменения массы заданной навески лака в процессе ее выдержки на стеклянной подложке. Полученные результаты подвергли графическому дифференцированию для количественной оценки скорости испарения.

По результатам обработки экспериментальных данных построена графическая зависимость скорости испарения  $v$  от продолжительности выдержки  $\tau$  (рис. 1). Скорость испарения определяли из выражения [2]

$$v = \frac{M_p}{S\tau},$$

где  $M_p$  — потеря массы, г;  
 $S$  — площадь покрытия, м<sup>2</sup>.