

УДК 630*864:537.528

*Н.В. ИВАНОВА, В.Г. ГОРОХОВА, А.А. ШИШКО, Н.А. КОШИЛЕВ,
В.Г. ЧЕРНОВА, О.А. КОЛОМАКИНА, В.А. БАБКИН*

Иркутский институт органической химии СО РАН
Иркутский институт солнечно-земной физики СО РАН

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Показана возможность вариации физических параметров электрогидравлического удара для обработки лигниновых продуктов с целью получить модифицированный гидролизный лигнин со свойствами, обеспечивающими более интенсивное использование этого многотоннажного продукта.

The variation possibility of physical characteristics of hydroelectric stroke is presented for processing lignin products to produce modified hydrolysis lignin with properties providing more intensive application of this multitonnage product.

Электрогидравлический эффект (ЭГ-эффект) – многофакторный физико-химический процесс, в котором участвуют ударные волны с гидростатическим давлением $10^2 \dots 10^3$ МПа, плазма с температурой до 10^4 К, импульсное электромагнитное поле, рентгеновское, световое и тепловое излучения и т. д. [1]. Как метод механохимического воздействия ЭГ-эффект нашел широкое применение в ряде промышленных производств [4].

Исследования, результаты которых приведены и обсуждаются в данной работе, выполнены с целью определить физические параметры ЭГ-эффекта для обработки лигниновых продуктов и возможность получения модифицированного гидролизного лигнина (ГЛ) со свойствами, обеспечивающими его более интенсивное использование.

Для этого было необходимо определить концентрацию лигнина в суспензии, при которой возможно протекание ЭГ-эффекта (рабочая концентрация); показать, что в водно-лигниновых суспензиях действительно имеет место ЭГ-эффект; подобрать условия, при которых эффективность преобразования электрической энергии в механическую при ЭГ-разряде в водно-лигниновых суспензиях максимальна; в выбранных условиях обработать суспензии ГЛ в воде, определить физико-химические характеристики продуктов для их возможного применения на практике.

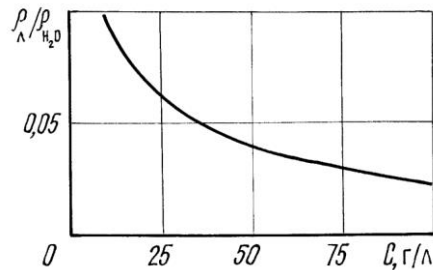


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления ρ_l / ρ_{H_2O} водно-лигнинных суспензий от концентрации гидролизованного лигнина C

При проведении исследований использовали ГЛ из-под сжег Зиминского гидролизного завода. Эксперименты проводили на специально созданной ЭГ-установке, отличающейся от традиционно применяемых наличием управляемого разрядника и диагностических устройств, а также обеспечивающей жесткий режим обработки при пониженных напряжениях ($U > 50$ кВ) [5].

Основные параметры разряда (напряжение на разрядной ячейке, импульсный ток) измеряли с помощью резистивного делителя напряжения и пояса Роговского. Давление, развиваемое в камере, регистрировали пьезо-керамическим датчиком, установленным на боковой стенке реактора. Удельное сопротивление рабочей жидкости предварительно определяли кондуктометрическим методом [6], используя стеклянную цилиндрическую ячейку (диаметр 28 ... 30 мм, длина 155 ... 160 мм) с медными или никелевыми электродами. Частота измерения 1 кГц.

Суспензию ГЛ в воде (концентрация 0 ... 100 г/л) помещали в реактор (разрядная ячейка) объемом 1,6 л и обрабатывали серией из 50–1000 высоковольтных разрядов. Суспензию разделяли после обработки на твердую и жидкую фазы с последующим анализом их состава.

На рис. 1 представлены результаты измерения удельного сопротивления образцов водно-лигнинной суспензии в зависимости от концентрации ГЛ, нормированные на удельное сопротивление использовавшейся в экспериментах технической воды при температуре 24 ... 25 °С ($\rho_{H_2O} \sim 1,5 \cdot 10^4$ ом-см). С увеличением концентрации лигнина в суспензии удельное сопротивление уменьшается. Рабочей концентрацией можно считать 25 ... 100 г/л.

Поиск режима работы основывался на изменении величины разрядного зазора в жидкости и оголенной длины потенциального электрода при постоянном зарядном напряжении. В качестве опорных использовали параметры электрического разряда в воде. При подаче на разрядную ячейку высокого напряжения через промежуток времени, необходимый для прорастания стримеров до заземленного электрода, в ней развивался сильноточный разряд. Быстрое выделение энергии возбуждало расходящуюся цилиндрическую волну. После окончания электрического разряда в ячейке возникали колебания давления вследствие наложения колебаний кавитационной полости, образовавшейся на месте разряда, и многократных отражений ударных и звуковых колебаний от стенки камеры.

На рис. 2 приведены типичные осциллограммы сигналов с датчика напряжения, пояса Роговского и пьезодатчика, полученные в воде и водно-лигнинной (10:1 или 100 г/л) суспензии.

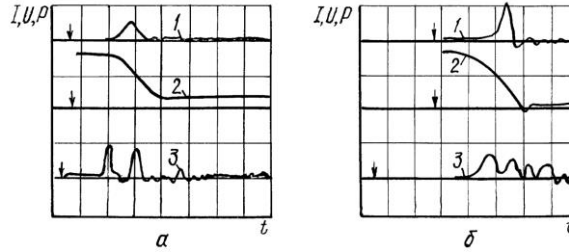


Рис. 2. Типичные осциллограммы тока I (3), напряжения U (2) и давления P (1), полученные при ЭГ-разряде в воде (а) и водно-лигнинной суспензии (б): $1 - P = 50$ отн. ед./дел. (а), $P = 2$ отн. ед./дел. (б), $t = 20$ мкс/дел.; $2 - U = 19$ кВ/дел., $t = 5$ мкс/дел.; $3 - I = 20$ кА/дел., $t = 5$ мкс/дел.

Осциллограммы давления (рис. 2) свидетельствуют, что амплитуда импульсов давления и скорость его нарастания при разряде в воде превышает соответствующие величины при разряде в водно-лигнинных суспензиях.

На рис. 3 представлены зависимости эффективности преобразования энергии при разряде в водно-лигнинных системах с различной концентрацией лигнина и фиксированной длине разрядного промежутка. Для оценки снижения предпробойных потерь [1] были проведены эксперименты при различной длине оголенного участка l_3 потенциального электрода постоянного диаметра. В пределах точности эксперимента снижения потерь при уменьшении l_3 не обнаружено.

Увеличение концентрации лигнина приводит к росту (до 50 %) предпробойных потерь и, соответственно, к падению доли запасенной энергии, израсходованной во время сильноточной стадии, а также величины давления в разрядной ячейке.

На рис. 4 представлены зависимости эффективности преобразования энергии при разряде в водно-лигнинной (10:1 или 100 г/л) суспензии и различной длине разрядного промежутка l_p . Увеличение разрядной длины

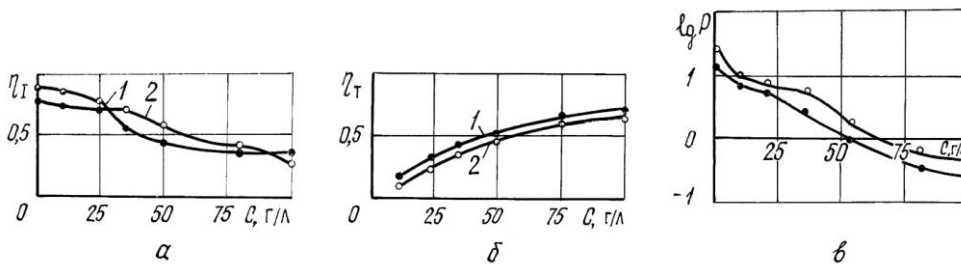


Рис. 3. Зависимости эффективности преобразования энергии η_I (а), предпробойных потерь η_T (б) и амплитуды импульса давления P в разрядной ячейке (в) от концентрации лигнина в суспензии: $1 - l_3 \sim 7$ мм; $2 - l_3 \sim 17$ мм (длина разрядного промежутка $l_p \sim 20$ мм)

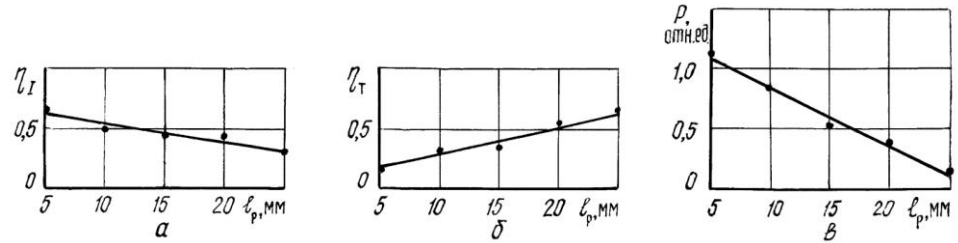


Рис. 4. Зависимость эффективности преобразования энергии η_I (а), предпробойных потерь η_T (б) и амплитуды импульса давления P (в) при разряде в водно-лигнинной суспензии от длины разрядного промежутка l_p

также приводит к росту η_T , падению η_I и P . При $l_p \sim 5 \dots 25$ мм экспериментальные зависимости могут быть удовлетворительно описаны как линейные.

Теоретические исследования позволили оптимизировать процесс обработки водных суспензий ГЛ с применением ЭГ-эффекта.

В работе [2] представлены физико-химические характеристики продуктов, получающихся в результате воздействия ЭГ-разрядов на водно-лигнинные суспензии. Сделан вывод, что обработка серией из 100 ЭГ-разрядов обеспечивает получение тонкоизмельченного твердого продукта (доля частиц с размером больше 0,5 мм уменьшается в 4–20 раз, а частиц с размером меньше 0,1 мм увеличивается в 2–3 раза). При этом происходит активизация ГЛ, его обеззоливание и освобождение от водорастворимых органических примесей.

Модифицированный ГЛ был использован для синтеза фенолформальдегидных смол, получения активированных углей с хорошими адсорбционными и прочностными свойствами [2] и в качестве наполнителя поливинилхлоридных композиций [3].

Наличие в жидкой фазе редуцирующих веществ (0,2 ... 0,3 %), фурфурола (0,01 %), а также элементный состав водного фильтрата (концентрация возможных элементов-ингибиторов роста бактерий соответствует нормам) позволяют использовать ее на стадии производства кормовых дрожжей гидролизных заводов.

Таким образом, ЭГ-обработка водно-лигнинных суспензий в приведенных выше условиях подтверждает перспективность применения этого способа [7], обеспечивает получение модифицированного ГЛ со свойствами, позволяющими использовать его во многих отраслях промышленности, что в какой-то мере сможет решить проблему утилизации гидролизного лигнина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гулый Г.А., Малюшевский П.П. Высоковольтный электрический разряд в силовых импульсных системах. - Киев: Наукова думка, 1977. - 176 с.
- [2]. Иванова Н.В. Электрогидравлический эффект в гетеродисперсных систе-

мах гидролизного лигнина: Дис. ... канд. хим. наук. - Иркутск, 1995. - 115 с. [3]. Использование ГЛ в качестве наполнителя поливинилхлоридных композиций / О.Е. Бусыгин, А.В. Ржепка, А.К. Халиулин и др. // Тез. докл. науч. конференции «Технологические аспекты целлюлозно-бумажного производства». - Братск, 1991. - С. 61. [4]. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / Под ред. Г.А. Гулого. - М.: Машиностроение, 1977. - 320 с. [5]. Пат. № 1810351. Способ обработки гидролизного лигнина / В.А. Бабкин, Д.Б. Поблинков, Н.А. Кошилев, А.А. Шишко, Н.В. Иванова, В.Г. Горохова, Л.Б. Демьянович // Бюл. изобрет. - 1993. - № 15. - С. 120. [6]. Худякова Т.А., Крешков А.П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа. - М.: Химия, 1976. - 304 с. [7]. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. - М.; Л.: Машиностроение, 1986. - 250 с.

Поступила 30 июля 1996 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.017

В.И. КОМАРОВ

Архангельский государственный технический университет



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 160 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.

**МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Предложена гипотеза механизма деформирования и разрушения волокнистых целлюлозно-бумажных материалов при приложении растягивающей нагрузки. Анализ зависимости $\sigma - \varepsilon$ позволил выделить четыре области действия различных механизмов данного процесса. Предложены методики для количественной оценки наблюдаемых явлений.

The hypothesis has been suggested for the mechanism of deformation and destruction of fiber pulp-and-paper materials when tensile load is applied. The analysis of the dependence $\sigma - \varepsilon$ has allowed to determine four areas of activity for different mechanisms of the given process. The models for quantitative assessment of the observed phenomena have been suggested.

Механизм деформирования и разрушения любого материала, в том числе бумаги и картона, зависит в сильной степени от двух факторов: во-первых, от наличия и природы дефектов структуры, во-вторых, от вариации в структуре микронеоднородностей напряжений и их концентрации. В волокнистом капиллярно-пористом материале структурные микро- и макронеоднородности обусловлены наличием капилляров и пор различной геометрической конфигурации и высокой вариабельностью свойств отдельных волокон. Действуя на неоднородный материал, макрооднородное поле напряжений становится микронеоднородным и вызывает перенапряжения в