

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.012.1

С.П. Санников, А.И. Бабин, С.С. Шашева, Д.П. Шахматов

Санников Сергей Петрович родился в 1954 г., окончил в 1988 г. Уральский лесотехнический институт, старший преподаватель кафедры химии древесины и технологии ЦБП Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 20 печатных трудов в области реологии волокнистых материалов и электронных устройств.



Бабин Анатолий Иванович родился в 1939 г., окончил в 1967 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 60 печатных трудов в области автоматизации технологических процессов.



УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ

Предложена структурная схема и элементная база реализации установки для изучения реологических характеристик волокнистых суспензий.

волокнистые суспензии, реологические характеристики, устройство (установка), измерительная схема.

Для снятия реологических характеристик жидких сред в лабораторной практике широко применяют ротационный вискозиметр, с помощью которого находят зависимости между касательным напряжением сдвига τ и градиентом скорости $\dot{\gamma}$ в любой точке исследуемой жидкости ($\dot{\gamma} = f(\tau)$). В качестве измерительной пары используют систему из расположенных коаксиально и с некоторым зазором цилиндров. Градиент скорости определяют по величине заданной угловой скорости вращающегося цилиндра, а напряжение сдвига – по моменту, возникающему на вращающемся или на неподвижном цилиндре.

Известен способ и устройство [1] для получения полных реологических характеристик волокнистых систем, основанный на измерении механической реакции испытуемой среды с использованием двух коаксиально расположенных тел, между которыми помещена испытуемая дисперсная среда. Одно из тел, связанное с приводом вращения, имеет фиксированную скорость. Общая деформация дисперсной системы вызывает изменение напряжения сдвига испытуемой среды (касательное напряжение сдвига), что в последующем позволяет определять скорость относительного перемещения слоев в различных точках коаксиального зазора. Скорость деформирования дисперсной системы задают такую, при которой наступает разрушение тиксотропной волокнистой структуры (предельное напряжение). По известным формулам определяют напряжение сдвига и скорость деформации.

Устройство для исследования реологических характеристик [4] имеет недостатки, связанные с расчетом напряжения сдвига. Методика расчета по известным формулам не учитывает глубину погружения измерительного цилиндра, о чем отмечено в [2], где и предложен способ их устранения.

Установка [2] состоит из упругого электрического вала с сельсином. Момент сопротивления M , возникающий на внутреннем цилиндре при соприкосновении с волокнистой суспензией, используют для расчета касательного напряжения между соседними слоями суспензии при заданной угловой частоте одного из цилиндрических тел:

$$\tau = \frac{M}{2\pi L (R_{в.ц} + 0,5H)^2}; \quad (1)$$

угловую частоту вращения внешнего стакана $\omega_{в.с}$ – для расчета градиента скорости:

$$\lambda = \frac{2\pi\omega_{в.с} R_{в.с}}{H}, \quad (2)$$

где L – высота погружения внутреннего цилиндра, м;

$R_{в.ц}$ – радиус внутреннего цилиндра, м;

H – коаксиальный зазор, в котором происходит взаимное перемещение слоев волокнистой суспензии, м;

$R_{в.с}$ – радиус внешнего стакана, м.

Измерительное устройство [2] основано на динамическом режиме работы индикаторной схемы включения пары бесконтактных сельсинов, один из которых соединен с вращающимся цилиндром, другой – с электродвигателем постоянного тока. В установке использованы силовые сельсины с большим моментом вращения на валу.

При отсутствии момента сопротивления на валу измерительного цилиндра сельсин-датчик и сельсин-приемник вращаются синхронно и синфазно, при этом значения роторных токов в линиях связи близки к нулю и определяются только трением подшипников сельсинов. При соприкосновении измерительного цилиндра с исследуемой средой последний испытывает момент сопротивления, возникает рассогласование, и в линии связи появляется электрический ток. Угол рассогласования не превышает 30° и зависит

от конструктивных особенностей применяемых сельсинов. Практика показала [3], что угол рассогласования должен быть как можно больше.

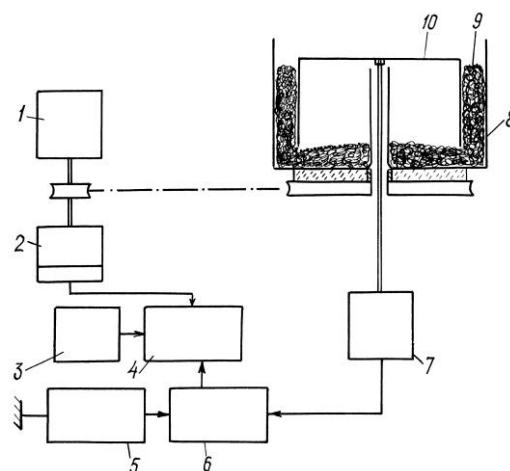
На кафедре автоматизации производственных процессов Уральской лесотехнической академии разработан ротационный вискозиметр, функциональная схема которого изображена на рисунке. Измерение момента сопротивления на вращающемся цилиндре производится бесконтактным методом с достаточной точностью.

В предлагаемом приборе учтены перечисленные выше затруднения. Отличительная особенность установки – использование прецизионных измерительных сельсинов, включенных по индикаторной схеме.

Принцип работы установки заключается в следующем. Электродвигатель 1 вращает внешний стакан 8 и таходатчик 2. Внутренний цилиндр 10 и стакан 8 расположены коаксиально. Ось, на которой крепится 10 проходит снизу через дно 8, причем конструкция стакана такова, что сальник для оси 10 не требуется, а при вращении во внутренней полости 10 создается воздушная подушка, которая исключает соприкосновение исследуемой жидкости 9 с внутренней поверхностью цилиндра 10. Частота вращения электродвигателя изменяется плавно от источника электропитания (на функциональной схеме не показан). Вращение к 10 передается посредством 9 за счет момента сопротивления, возникающего на внешней поверхности 10, ось которого механически связана с осью сельсин-датчика 7. Последний электрически соединен через трансформаторы тока 6 с сельсин-приемником 5, ось которого зафиксирована.

Сигналы от 6 и 2 поступают на измерительную схему 4, которая содержит интегральный перемножитель К525ПС2 с тремя входами X, Y, Z для внешних сигналов и тремя входами для установки сигналов смещений $X_{см}$, $Y_{см}$, $Z_{см}$. Выходной сигнал снимают со встроенного операционного усилителя, на инвертирующий вход которого через резисторы поданы сигналы: один из них равен произведению X на Y, а другой – Z. Регулировку масштаба преобразования производят с помощью делителя, установленного на входе Y. Входные сигналы перемножителя К525ПС2 изменяются в пределах $\pm 10,5$ В, погрешность умножения – не более 1 %.

Функциональная схема ротационного вискозиметра: 1 – электродвигатель; 2 – таходатчик; 3 – блок питания; 4 – измерительная схема; 5 – сельсин-приемник; 6 – трансформатор тока; 7 – сельсин-датчик; 8 – внешний стакан; 9 – исследуемая среда (волокнистая суспензия) 10 – внутренний цилиндр



Интегральный перемножитель K525ПС2 включен в режиме умножения двух входных сигналов. Входные сигналы определяются расчетными формулами (1) и (2). На один вход подается напряжение от трансформатора тока (пропорциональное моменту сопротивления на измерительном цилиндре), на другой – от источника образцового напряжения (соответствующее численному значению знаменателя формулы (1)). Аналогично производится вычисление градиента скорости по формуле (2). К выходу K525ПС2 подключен интегральный аналого-цифровой преобразователь КР572ПВ2 с цифровым дисплеем.

Электронный ключ в измерительной схеме позволяет выводить на дисплей градиент скорости в зазоре между стаканом и цилиндром, а также касательное напряжение на внешнем цилиндре.

Наличие воздушной подушки в экспериментальной установке исключает влияние нижней торцевой поверхности на результаты измерений момента сопротивления цилиндра. Прозрачность стакана дает возможность наблюдать процесс структурообразования в исследуемой волокнистой суспензии.

Предложенная измерительная схема может служить основой для создания вискозиметров и датчиков концентрации волокнистых масс. В этом случае достаточно убрать интегральный аналого-цифровой преобразователь КР572ПВ2 с цифровым дисплеем, а на выход измерительной схемы добавить либо нормирующий преобразователь тока, либо преобразователь последовательного кода для цифровых систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 864061, СССР МКИ³ G 01 N 11/14. Способ определения полных реологических кривых полидисперсных систем/ Осипов Е.Г. – Оpubл. 15.09.81, Бюл. № 34. – С. 203. 1979.

2. Бабин А.И., Терещенко А.Е. Установка для исследования реологических характеристик волокнистых масс // Целлюлоза бумага и картон / ВНИПИЭИлеспром. – 1975. – Вып. 17. – С. 10–11.

3. Санников С.П., Бабин А.И. Ротационный вискозиметр // Проблемы лесопромышленного производства, транспорта и дорожного строительства: Сб. тр. професс.-преподават. состава и асп. лесоинж. фак. / УГЛТА. – С. 64–66.

4. Терентьев О. А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – С. 123–131.

Уральская государственная лесотехническая академия

Поступила 04.06.98

S.P. Sannikov, A.I. Babin, S.S. Shasheva, D.P. Shakhmartov

Device for Investigating Rheological Characteristics of Fiber Suspensions

The block scheme and n-stage base of the device implementation has been suggested for studying the rheological characteristics of fiber suspensions.