

УДК 676.1.017.4

О.А. ТЕРЕНТЬЕВ, Ю.А. ТОТУХОВ, Э.А. СМИРНОВА

С.-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров

Терентьев Отто Алексеевич родился в 1934 г., окончил в 1958 г. Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина, доктор технических наук, профессор, академик, ректор С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 430 научных трудов в области гидродинамики и реологии водно-волоконистых суспензий.



РЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ БУМАЖНОЙ МАССЫ

Предложен показатель степени однородности волокнистой суспензии, полученный с помощью реологических параметров для использования при оценке влияния концентрации сернокислого алюминия на структурообразование бумажной массы.

The degree index of fibrous suspension evenness obtained by the rheological parameters to use when estimating the influence of aluminium sulphate concentration on the pulp structural formation has been offered.

Экологическая ситуация последних лет диктует необходимость повышения концентрации бумажной массы, что должно неоднозначно отразиться на различных участках производства бумаги. Например, снижение нагрузки на обезвоживающие элементы зоны формирования приводит к возникновению трудностей в обеспечении управлением структурой в напорном ящике. Конструкция напорного ящика усложняется, возрастает его энергоемкость. Некоторое снижение энергоемкости напорного ящика достигается за счет добавления в массу полимерных материалов [5], повышающих порог агрегативной устойчивости системы вода – волокно [4]. Известно [1], что технологические добавки оказывают качественное и количественное влияние на реологические параметры бумажной массы.

Цель данной работы – выяснить влияние технологических добавок (каолин, глинозем и др.) на агрегативную устойчивость системы вода – волокно с тем, чтобы использовать их для управления структурообразованием бумажной массы.

Анализ реологической характеристики бумажной массы позволяет однозначно трактовать степень однородности системы только в разупорядоченном состоянии (линейный участок характеристики). По участку аномальной вязкости нельзя без использования дополнительного метода визуализации судить о степени упорядоченности структуры.

Предложенный нами способ, основанный на принципе максимума энтропии и использовании «двойной» реологической характеристики, позволяет решить эту проблему. Было замечено, что реологические характеристики системы вода – волокно, полученные с увеличением и уменьшением градиента скорости («прямой» и «обратный» замеры), не совпадают по величине напряжений до некоторого значения градиента скорости в области аномальной вязкости (рис. 1). Этот факт нельзя однозначно истолковать, используя только понятие тиксотропии [2, 3]. Расхождения в «прямой» и «обратной» реологических характеристиках можно объяснить различиями состояний структуры. Первоначальная структура суспензии разрушается при достижении градиентом скорости критической величины.

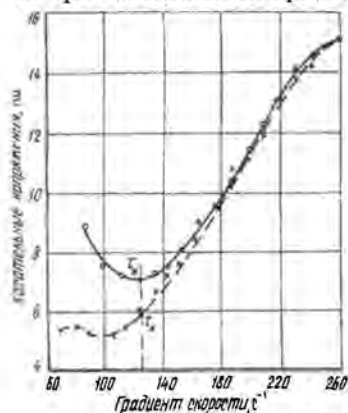


Рис. 1. «Прямая» (1) и «обратная» (2) реологические характеристики волоконистой суспензии (концентрация сернокислого алюминия в суспензии 2 %; τ_v и τ_n – соответствующие касательные напряжения)

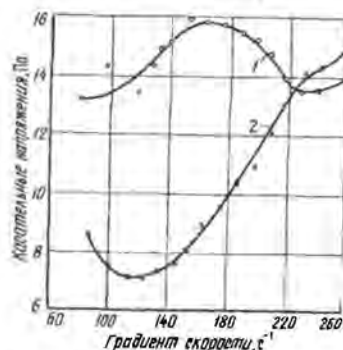
При уменьшении градиента скорости происходит процесс восстановления структуры в соответствии с принципом максимума энтропии. Система не может восстановить первоначальную структуру в силу того, что величина зазора вискозиметра играет определяющую роль ресурса как пространство. Смысл ресурса (пространство, энергия ...) состоит в том, чтобы ограничить рост энтропии до абсолютной величины. В нашем случае пространство как ресурс ограничивает рост агрегатов из волокон, не позволяя им достичь исходных величин.

Исследования проведены на АСНИ «Вискозиметр» с использованием суспензии товарной беленой целлюлозы. Замеры реологических характеристик выполнены при массовой концентрации абс. сухой целлюлозы 20 г/л.

Предварительный анализ [1] позволил выявить наличие зависимости между концентрацией сернокислого алюминия (глинозема) и агрегативной устойчивостью системы вода – волокно. Раствор сернокислого алюминия готовили по методике [1], принятой в промышленности. Диапазон концентраций, составляющий 2 ... 10 % от массы волокна, выбран с расчетом, что он включает применяемую в технологии бумаги концентрацию глинозема [1]. Для каждой из пяти кон-

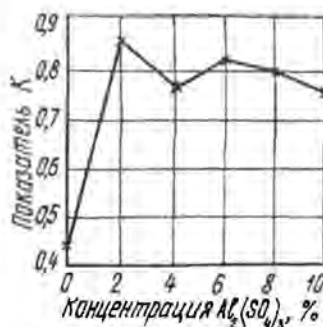
концентраций сернокислого алюминия (плюс замер без добавления $Al_2(SO_4)_3$) сняты двойные реологические характеристики (с увеличением и уменьшением градиента скорости). На рис. 2 представлены кривые, полученные при увеличении градиента скорости. Сравнение графиков показывает, что добавка сернокислого алюминия в количестве 2 % приводит к уменьшению величины касательных напряжений (кривая 2).

Рис. 2. Изменение "прямой" реологической характеристики волокнистой суспензии без добавки (1) и с добавкой (2) 2 % сернокислого алюминия



В области аномальной вязкости (см. рис. 1) прямая и обратная характеристики имеют расхождение по величине касательных напряжений. Это обстоятельство использовано для получения параметра $K = \tau_n / \tau_v$ (где τ_n и τ_v — соответственно касательные напряжения). Параметр K характеризует зависимость степени однородности суспензии от концентрации сернокислого алюминия. На рис. 3 показана экспериментальная зависимость, полученная в результате обработки шести реологических характеристик.

Рис. 3. Зависимость показателя степени однородности волокнистой суспензии от концентрации сернокислого алюминия



Как и следовало ожидать, минимальную степень однородности имеет структура, в которой отсутствует сернокислый алюминий. Необходимо отметить, что максимум однородности структуры наблюдается при добавке 2 % глинозема, в то время как в технологии изготовления бумаги рекомендуют [1] поддерживать этот показатель на уровне 4 %.

Выводы

1. Реологические характеристики, полученные в режимах повышения и снижения градиента скорости, предложено использовать для оценки однородности суспензии.