

ISSN 0201–7385
ISSN 0579–9384



НАУЧНЫЙ
ЖУРНАЛ

Основан
в 1946 году

Вестник Московского университета



Вязкость и структура дисперсных систем

Моделирование механизма реакций гидролиза циклических гуанозинмонофосфатов в воде

Исследование взаимодействий в системе трифторуксусная кислота – диоксид серы методом ИК-спектроскопии

Серия 2

ХИМИЯ

4 / 2011

Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 2

ХИМИЯ

ТОМ 52

№ 4 • 2011 • ИЮЛЬ–АВГУСТ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в два месяца

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Матвеев В.Н., Кирсанов Е.А.</i> Вязкость и структура дисперсных систем | 243 |
| <i>Андрейченко Н.Н., Хренова М.Г., Немухин А.В., Григоренко Б.Л.</i> Моделирование механизма реакций гидролиза циклических гуанозинмонофосфатов в воде | 277 |
| <i>Скреплева И.Ю., Волошенко Г.И., Либрович Н.Б., Майоров В.Д., Вишневецкая М.В., Мельников М.Я.</i> Исследование взаимодействий в системе трифторуксусная кислота–диоксид серы методом ИК-спектроскопии | 281 |
| <i>Иванов В.М., Самарина Т.О., Фигуровская В.Н.</i> Оптические и цветометрические характеристики комплекса никеля (II) с 1-нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфокислотой | 285 |
| <i>Кокшаров М.И., Смирнова Д.В., Аббасова С.Г., Угарова Н.Н.</i> Гибридный белок: люцифераза <i>Luciola mingrelica</i> – биотин-связывающий домен. Получение, свойства, применение | 291 |
| <i>Калмыков К.Б., Зверева Н.Л., Дмитриева Н.Е., Дунаев С.Ф., Кондратьев Д.М.</i> Исследование диаграммы состояния и определение условий синтеза объемных аморфных сплавов системы Cu–Ni–Zr при температуре 1123 К | 298 |
| Фармацевтическая химия | |
| <i>Богущи Т.А., Шатурова А.С., Дудко Е.А., Джурев Э.Э., Полоцкий Б.Е., Давыдов М.И.</i> Количественная иммунофлуоресцентная оценка с использованием проточной цитофлуориметрии экспрессии эстрогеновых рецепторов β в солидных опухолях человека | 305 |
| <i>Воейков В.Л., Буравлева Е.В., Кондаков С.Э.</i> Кровь как активный коллоид. Немонотонный характер оседания цельной крови, выявляемый видеорегистрацией с высоким пространственно-временным разрешением | 313 |

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| <i>Matveyenko V.N., Kirsanov Ye.A.</i> Viscosity and Structure of Disperse Systems | 243 |
| <i>Andriichenko N.N., Khrenova M.G., Nemukhin A.V., Grigorenko B.L.</i> Modeling Mechanism of Hydrolysis Reactions of the Cyclic Guanosine Monophosphates in Aqueous Solution | 277 |
| <i>Skrepleva I.Yu., Voloshenko G.I., Librovich N.B., Maiorov V.D., Vishnetskaya M.V., Mel'nikov M.Ya.</i> The Study of Interactions in the Trifluoroacetic Acid-Sulphur Dioxide System by IR Spectroscopy | 281 |
| <i>Ivanov V.M., Samarina T.O., Figurovskaya V.N.</i> Investigation of Complex Formation of Nickel (II) with 1-Nitroso-2-Naphthol-3,6-Disulfonic Acid by Optical and Chromaticity Methods | 285 |
| <i>Koksharov M.I., Smirnova D.V., Abbasova S.G., Ugarova N.N.</i> Fusion Protein of Luciferase <i>Luciola mingrellica</i> -biotin Carboxyl Carrier Protein: Production, Properties and Application | 291 |
| <i>Kalmykov K.B., Zvereva N.L., Dmitriyeva N.Ye., Dunayev S.F., Kondrat'ev D.M.</i> The Investigation of the Phase Diagram and the Determination of the Volume Amorphous Alloy Synthesis Conditions in the Cu–Ni–Zr System at 1123 K | 298 |
| Pharmaceutical Chemistry | |
| <i>Bogush T.A., Shaturova A.S., Dudko Ye.A., Juraev E.E., Polotsky B.Ye., Davydov M.I.</i> Quantitative Immunofluorescence Estimation of Estrogen Receptors β in Human Solid Tumors by Flow Cytometry | 305 |
| <i>Voyeikov V.L., Buravleva Ye.V., Kondakov S.E.</i> Blood as Active Colloid System. Nonmonotone Nature of Erythrocytes Sedimentation in Whole Blood as Revealed by Video Recording with High Space-Time Resolution | 313 |

УДК 541.182

ВЯЗКОСТЬ И СТРУКТУРА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

В.Н. Матвеевко, Е.А. Кирсанов*(кафедра коллоидной химии; e-mail: matveenko@colloid.chem.msu.ru)*

Рассмотрены концепции и основные модели течения структурированных дисперсных систем, а именно суспензий и растворов полимеров в ньютоновской дисперсионной среде. Показаны недостатки существующих реологических моделей и возможности применения структурных моделей вязкости для описания как нелинейного пластичного, так и псевдопластичного течения.

Ключевые слова: *реология, реологические модели, дисперсные системы, ньютоновское, неньютоновское, нелинейное пластическое и псевдопластическое течение.*

I. Введение

Связь между структурой и вязкостью дисперсных систем установлена достаточно давно. В работах [1–4] особенности неньютоновского течения суспензий объясняются изменением их структуры, в частности возникновением и разрушением агрегатов частиц. Известны также достаточно успешные попытки описать снижение вязкости с ростом скорости в рамках моделей течения, где существование агрегатов не допускается [5–10]. До настоящего времени среди исследователей не существует единой точки зрения о механизме течения дисперсных систем, о чем свидетельствует обилие предлагаемых реологических уравнений [6, 11–18].

В настоящей статье мы не будем касаться методов механики сплошных сред, обычных для теоретической реологии [19–21], полагая, что аномалия вязкости – следствие структуры системы. Возьмем за основание мнение Ф.Н. Шведова, что структура существует там, где “вязкость изменяется с изменением скорости сдвига”, а также представление П.А. Ребиндера о снижении вязкости в результате постепенного разрушения структуры системы [22–24]. Структурирование суспензии обычно понимается как образование агрегатов с коагуляционными контактами между частицами (П.А. Ребиндер, Н.Б. Урьев, Е.Е. Бибик).

При изучении накопленного за многие десятилетия экспериментального и теоретического материала [1–7, 20, 21, 25–31] создается впечатление, что достигнуто полное понимание реологического поведения структурированных систем и цель дальнейших исследований состоит лишь в уточнении деталей. Однако это не соответствует действительности. Ю.Г. Фролов [27] в своем “Курсе коллоидной химии” (2004) выска-

зывает мнение, что “несмотря на большое количество работ и разнообразие подходов в области реологии структурированных дисперсных систем пока еще нет удовлетворительной количественной теории, связывающей реологические свойства тел с параметрами их структуры”.

Г.Б. Фройштеттер в своей книге [31] прямо утверждает, что “реологические модели, как известно, не являются физическими законами, а представляют собой эмпирические и полуэмпирические приближения, описывающие кривые течения в определенном интервале скоростей сдвига”.

Анализ литературы показывает, что разнообразие существующих реологических моделей отражает принципиальные различия видов течения, которые наблюдаются в разных текучих системах. Однако результаты сравнения моделей с экспериментом позволяют сделать вывод о том, что примерно с одинаковой точностью можно описать одним и тем же реологическим уравнением различные по физико-химической природе системы, а одну и ту же дисперсную систему – принципиально разными реологическими уравнениями. В результате можно выбрать подходящее реологическое уравнение для описания любого эксперимента, не задумываясь о реальном механизме течения. Такое положение дел вполне приемлемо для инженерных приложений, но его нельзя считать нормальным с точки зрения фундаментальной науки.

Попытки любой ценой аппроксимировать экспериментальные данные на максимально широком интервале скоростей сдвига привели к обилию полуэмпирических выражений вплоть до реологических уравнений с пятью или шестью подгоночными коэффициентами. Альтернативный подход состоит в искусствен-