

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА им. А. В. ТОПЧИЕВА
ВСЕСОЮЗНОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ТЕХНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
XV ВСЕСОЮЗНОГО СИМПОЗИУМА
ПО РЕОЛОГИИ
2—5 октября

Одесса 1990 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМ
СОЕДИНЕНИЯМ
ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА им. А. В. ТОПЧИЕВА
ВСЕСОЮЗНОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕХНИКИ И
ЭНЕРГЕТИКИ

80-летию со дня рождения
профессора Г. В. Виноградова посвящается

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
ХУ Всеобщего симпозиума по реологии
2 - 5 октября

Одесса, 1990 г.

В сборнике помещены тезисы докладов XV Всесоюзного симпозиума по релогии. Тематика докладов охватывает широкий круг проблем теоретической, экспериментальной релогии, касающихся свойств растворов и расплавов смесей коллоидных соединений, синтетических смолок, пленочных пропилотов, дисперсионных систем и высоконаподненных композитов.

Сборник представляет интерес как для специалистов и научных сотрудников, работающих в области механики неильтоновых жидкостей, так и специалистов, связанных с нефтедобывкой, с производством и переработкой полимерных материалов.

Отвественный редактор - профессор, доктор химических наук-

В.Г.ЮДИЧИН

Редактор-составитель - кандидат технических наук - Л.Н.Иванова

© Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
1990г.

Tadahiro Asada
Department of Polymer Chemistry
Kyoto University, Kyoto 606, JAPAN

"Rheo-optics" is a term designating the use of optical methods to study the flow and deformation of materials. The association of optical methods, which can evaluate structural changes, with standard rheological methods aids in the elucidation of mechanisms responsible for their behaviors. The rheo-optical techniques developed by us to investigate liquid crystalline systems are spectrophotometry and polarized-light techniques. The former enables us to measure the wavelength dependence of transmitted light intensity and rheological properties simultaneously, and is very useful to investigate the deformation and flow mechanisms of cholesteric liquid crystal. The latter technique is a simultaneous measurement of the transmitted light intensities of polarized light through a sample under shear and the rheological properties.

From a view point of experimental technique, it is easier to measure the transmitted light intensity of the light passing through perpendicularly to the plate (I_0 , geometry). The knowledge, however, obtained from such measurements alone cannot tell the full story of the deformation processes of liquid crystals. A new apparatus has been designed for rheo-optical experiment of liquids and liquid crystals. A coaxial cylinder type rheometer, equipped with a transparent cup of quartz is combined with a optical system, which enables us to measure the transmitted light intensity I_1 of polarized light through a sample under shear deformation.

It will be shown that the measurements of both transmitted light intensities $I_1(E)$ and $I_1(H)$ with crossed polarizers at the extinction position are useful to obtain the information of domain deformation and molecular orientation. Deformation-flow mechanisms and the development of molecular organizations of polymeric liquid crystals of rod-like polymers will be mainly reported.

Measurements have been performed on solutions of racemic poly(*γ*-benzyl glutamate) in *m*-cresol of concentrations below A-point (i.e. in isotropic state) and above B-point (i.e. in liquid crystal state) at room temperature (20°C). The torque and the transmitted light intensity ($I_1(x)$, $I_1(\lambda)$) have been measured simultaneously as a function of steady shear rate, where $I_1(x)$ and $I_1(\lambda)$ are, respectively, the transmitted light intensities with crossed polarizers and parallel polarizers, provided the transmission axis of the polarizer can be rotated at definite angle in the plane normal to the light propagation. The results show that for isotropic solution the rod-like molecules quickly orient along the flow direction in the through view observation, but the angle between the molecular orientation axis and axis 2(flow direction) of I_1 geometry quickly approaches to 45° in the non-Newtonian shear rate region. To the contrary, for liquid crystal the orientation direction of rod-like molecules is parallel to the flow direction in either way at high shear rate.

ON THE MICRORHEOLOGY OF SHORT
FIBERS FILLED POLYMERS

Ya. Ivanov

Central Lab. of Physico-chemical mechanics, BAN, Sofia, 1040

One of the most important problems in the rheology of polymers are: first - the objective physically well - founded definition of the rheological properties of liquid polymer composite materials; second-finding the optimal mechanical and physico-chemical influence on the liquid polymer composites and the regulation of their properties aiming to obtain composites of a given structure and characteristics.

The difficulty in the solution of those two correlated problems is that the rheological properties of liquid polymer composites are influenced by the whole complex of factors: kind, quantity and properties of the polymer and the additives; shape, size and properties of the filler; physico-chemical interaction at the boundary between the liquid polymer and the solid particles of the filler; temperature; hardening conditions, etc. This diversity of factors, in particular, determines the existing difficulties for the correct measurement and comparison of the rheological properties of polymer composites.

One must note that numerous experiments are made for the quantitative description of the rheological properties of such composites like a continuous body or using different discrete models. These experiments can be considered as correct only in cases when they reflect all real totality of physical phenomena which characterize the structure of the polymer systems during deformation, volume change or their combination.

The paper deals with the results obtained in the microrheological investigations of short fibers filled polymers. It is shown that in the case of monomodal suspension of nearly uniform rigid rods the viscosity shows transient non-Newtonian behaviour. Damped oscillations occur in a frequency approximately twice greater than that of the rotation of the suspended particles. The attenuation of the oscillations is shown to be mainly to polydispersity and particle interactions. Rotary Brownian motion which can also contribute to the damping is considered theoretically but proved to be negligible in our experiments. Effects of axis ratio of particles on the results are found to be in general agreement with the theoretical predictions.

The transient non-Newtonian viscosity of the systems with bimodal particle size distribution or rather polydisperse one, is studied. It is shown that for bimodal systems the dominant frequencies can be determined from the frequency spectra of the oscillations. They correspond to the rotational frequencies of the two species which constitute the bimodal systems. The damping in viscosity is very rapid and the dominant frequency is shifted toward values corresponding to the period of rotation of the larger particles present.

An experimental study of the transient and steady shear and normal stresses of glass fiber model systems in a Newtonian and non-Newtonian liquid is reported. An account is given of the effects of matrix rheology, fiber length and concentration on the viscous properties of the polymer composite. The results indicate a big deviation of the suspension data from the master curve at low shear rates. This deviation depends significantly of the viscosity of basic medium. In case of low viscosity of medium the influence of fillers is very high. In this flow region the effect of interaction between the fibers more important than that of hydrodynamic forces. The rheological behaviour of the system depends on the fiber length, aspect ratio and the viscosity of the medium adhered to the fiber surface. At high shear rate flow region, i.e. at hydrodynamically determined flow region, the flow curves of fiber suspension coincide well with these of glass bead suspensions at the same filler concentration. This behaviour is connected with the orientation (alignment) of the fibers in the fibers in the capillary and the viscosity depends only on their volume fraction.

In case of viscoelastic liquid (silicon oil) used as basic matrix the transient viscosity and normal stress coefficient show extremely high overshoot. Furthermore, the overshoots of the normal stress coefficient are larger than those of transient viscosity. They depend strongly on the fiber length and aspect ratio.

When the epoxy resin (Newtonian liquid) is used as a basic matrix the fiber filled system shows an oscillating negative first normal stress difference and monotonic decrease of steady state viscosity as a function of shear rate.

ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕЧЕНИЯ УПРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ: РЕОЛОГИЯ И
ГИДРОДИНАМИКА

В.И.Бигов

Интенсивные течения упругих жидкостей - растворов и расплавов полимеров - характеризуются существенной перестройкой конформаций макромолекул и всей структуры жидкости под действием течения, накоплением больших упругих деформаций и связанных с ними напряжений. В докладе обсуждаются три аспекта взаимодействия реологии и гидродинамики применительно к интенсивным течениям:

1. Недостаточность стандартных реологических измерений и феноменологических моделей для описания интенсивных течений.
2. Возможность извлечения потривиальной реологической информации из гидродинамических экспериментов со специальными интенсивными течениями.
3. Построение макроскопических реологических моделей на основе микрогидродинамического подхода.

Институт проблем механики АН СССР, Москва

-6-

УДК 541.64:589.2:582.77

РЕОЛОГИЯ И СТРУКТУРА ЖК-ПОЛИМЕРОВ

В.Г.Куличихин

Рассмотрены фундаментальные реологические свойства ЖК-растров и расплавов полимеров.

1. Теоретический анализ включает разработку концепции базисных анизотропных вязкостей и времен релаксации, зависящих только от директором единицы течения. Теория ведет таким образом предсказывает пропорциональность первой производной нормальных напряжений скорости сдвига и условий перехода их в область отрицательных значений. Проведено сопоставление теоретических и экспериментальных зависимостей квазистатических и нормальных напряжений скорости деформации.

2. Экспериментальные кривые течения ЖК-растров, как правило, имеют три участка с различным наклоном. Исходя из общих соображений предположили наличие четвертого участка при очень малых напряжениях сдвига, где вязкость может быть посторонней. Физическая интерпретация различных участков основана на роли системы дислокаций в проявлениях анизотропического поведения. Для ЖК-расплавов складывается более сложная ситуация.

3. Большую роль в разрабатываемом механизме течения играют ориентационные процессы. Тестирование молекулярной ориентации в зоне входа в канал осуществляли методом малоуглового рассеяния света. Показано существенную зависимость молекулярной ориентации и размеров рассеивающих центров величины действующих напряжений.

4. Идеально ориентированная термотропная ЖК-система теряет монодатность в процессе кристаллизации и фибрillизуется. Это приводит к морфологии бобочка-ядра для объемных изделий. Алкилен-пропиатические полимеры изменяют конформацию и степень ориентации мезогенных групп в потоке в зависимости от их молекулярной массы, температуры и напряжения сдвига.

5. Совмещение реологических и структурных методов исследования позволяет выявить в термотропных ЖК-полимерах по мере понижения температуры существование конформационно-разупорядоченной мезогена и нематической структурой. В зависимости от фазового состояния расплавов изменяется молекулярная ориентация и прочностные свойства готовых продуктов.

Институт нефтехимического синтеза АН СССР, г.Москва
им. А.В.Топчигова

-7-

"60-25 - ЧТО ДАЛЬШЕ? (ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РЕОЛОГИИ В СССР)

А.Я.Малкин

Содержание:

1. Предистория - одновременное начало: 1940.
2. Война - перерыв: 1941-1945.
3. Реология как "буржуазная лженаука"
1946 - 1953.
Г.В.Виноградов - создание 1-ой отечественной школы
реологии (реология смазок).
4. "Зима тревоги нашей миновала...": 1958-1965.
5. "Время собирать камни": 1965-1975.
Г.В.Виноградов - создание 2-ой отечественной школы
реологии (реология полимеров).
- Первый Всесоюзный Симпозиум по реологии - 1965.
6. Реология в эпоху застоя: 1975-1985.
7. Перестройка - что дальше ?: 1985- ...
НПО "Пластмассы" г.Москва.

Theoretical Results on the Rheology of Rodlike Polymer Nematics

G.Marrucci

Rheological and Rheooptical Time Scales for Lyotropic Liquid Crystals

J.Mewis

Interrelation Between Transient, Dynamic and Steady-State Viscoelastic Behavior of Polymer Melts

J.Kovar

Solid State Thermoplastic Ductility

R.S.Porter

Rheological Properties and Extrusion of Elastomers

J.L.White

CONTRIBUTIONS TO POLYMER MELT RHEOMETRY

Joachim Meissner, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Institut für Polymere,
CH-8092 Zürich, Switzerland

This paper describes experimental developments in polymer melt rheology performed for both shear and elongational flows in the laboratory of the author.

1. Viscometric flows

In simple shear flow of polymer melts, it is well known that in addition to the transient shear stress two normal stress differences, N_1 and N_2 , occur. Their measurement has been tackled already by Pollett [1] for a polyethylene melt in a cone-and-plate rotary rheometer. But the measurement of the transient behaviour already of N_1 is difficult, because the rheometer must be very stiff. Therefore, any variation of the sample volume causes a normal force signal. Such variations can arise from temperature fluctuations in conventional heaters. By means of a new heater incorporated into the RMS 800 (Rheometrics Mechanical Spectrometer) the temperature fluctuations could be reduced to less than 0.01°C at temperatures up to 200°C . The measurement of N_1 is now as easy as that of the shear stress. When partial forces are measured exerted by central portions of samples of different diameters, the second normal stress difference can be obtained. For a polyethylene melt sheared at 150°C and 0.5 s^{-1} shear rate, it was shown that $N_2 = -0.24 N_1$ [2].

2. Nonunidirectional shear flows

For the investigation of the shear induced rheological anisotropy, a parallel plate shear rheometer was built such that a sheetlike flat sample can be sheared in two mutually perpendicular directions independent of each other. The results show that at changing the shear direction, the principle directions of the tensors of stress and strain rate do not coincide, i.e. reveal rheological anisotropy [3].

3. Simple Elongation

Following Vinogradov et al.[4], for simple elongation a horizontally positioned polymer melt sample is elongated that floats on a carrier liquid compensating gravity by buoyancy. By means of rotary clamps [5] very large total strains can be achieved homogeneously, and pairs of scissors allow one to cut the sample at the end of the elongation into small cut-offs such that the recovery and the quality of the test performance can be determined [6]. For melts of higher density, e.g. PMMA, a perfluorated polyethylene instead of silicone oil is used as the carrier liquid [7]. For melts interacting with any of the carrier liquids, hot nitrogen is pressed through a sintered metal and forms a gas cushion for the sample under test. [8]. Difficulties in elongating HDPE melts could be overcome by a carefully worked-out sample preparation technique [9].

4. Multiaxial Elongation

Rotary clamps have been very successful for multiaxial elongations. Eight clamps are arranged in a circle for equibiaxial [6] and in a rectangle for planar elongations

[10], the latter with two mutually independent tensile stresses to be measured. For data evaluation, Stephenson's classification of elongational flows and new definition of elongational viscosities were very helpful. We performed even more general multiaxial elongations [11] including such at which the ratios of the strain rate components were functions of time. The results revealed remarkable differences when compared with predictions from several network theories [12].

5. Comparison of Shear and Elongational Behaviour

Polymer melts are considered to show shear thinning but elongational hardening. However, we should keep in mind that at constant shear rate, the principal stretch ratio λ_1 increases approximately linearly with time whereas at constant tensile rate (= time derivative of the Hencky strain) λ_1 increases exponentially with time. When both in shear and elongation, λ_1 increases exponentially with time (exponential shear and simple elongation), polymer melts show hardening in both cases, and they show softening not only in simple shear flow but also in elongation when the strain rate is the time derivative of the Cauchy strain and is kept constant [13].

6. Outlook

The examples given show that more general deformation modes reveal new information that cannot be obtained from conventional testing. Objectives of future development refer to simplifying the test procedure, to increase the maximum test temperature, to reduce the sample size and to work out procedures for sample preparation and stabilization.

- [1] W.F.O. Pollett: Rheological behaviour of continuously sheared polyethylene. *Br. J. Appl. Phys.* 6, 199 (1955)
- [2] J. Meissner, R.W. Garbella, J. Hostettler: Measuring normal stress differences in polymer melt shear flow. *J. Rheol.* 33, 843 (1989)
- [3] B. Züll: Untersuchung des rheologischen Verhaltens einer Polyäthylen-Schmelze mit nicht-konventionellen Versuchsführungen. Diss. ETH Nr. 8861 (1989)
- [4] G.V. Vinogradov, A.I. Leonov, A.N. Prokunin: On uniaxial extension of an elasto-viscous cylinder. *Rheol. Acta* 8, 482 (1969)
- [5] J. Meissner: Rheometer zur Untersuchung der deformationsmechanischen Eigenschaften von Kunststoff-Schmelzen unter definierter Zugbeanspruchung. *Rheol. Acta* 8, 78 (1969)
- [6] J. Meissner, T. Raible, S.E. Stephenson: Rotary clamp in uniaxial and biaxial extensional rheometry of polymer melts. *J. Rheol.* 25, 1 and 683 (1981)
- [7] J.J. Linster, J. Meissner: Melt elongation of a commercial poly(methyl methacrylate) product and a commercial polystyrene. *Makromol. Chem.* 190, 599 (1989)
- [8] P. Blume, Annual Meeting German Soc. Rheol. Darmstadt 1989.
- [9] F. Innererben, unpublished
- [10] J. Meissner, S.E. Stephenson, A. Demarmels, P. Portmann: Multiaxial elongational flows of polymer melts - classification and experimental realization. *J. Non-Newt. Fl. Mech.* 11, 221 (1982)
- [11] A. Demarmels, J. Meissner: Multiaxial elongation of polyisobutylene with various and changing strain rate ratios. *Rheol. Acta* 24, 253 (1985)
- [12] A. Demarmels, J. Meissner: Multiaxial elongations of polyisobutylene and the predictions of several network theories. *Coll. & Polymer Sci.* 264, 829 (1986)
- [13] B. Züll, J.J. Linster, J. Meissner, H.P. Hürlmann: Deformation hardening and thinning in both elongation and shear of a low density polyethylene melt. *J. Rheol.* 31, 583 (1987)

INTERPRETATION OF EXTENSIONAL VISCOSITY EXPERIMENTS: THE CONTRIBUTION OF THEORETICAL ANALYSIS

Christopher J S PETRIE, University of Newcastle upon Tyne, Department of Engineering Mathematics, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, U.K.

There has been much written about the determination of properties of liquids in extensional flows, particularly over the last 20 years. However, there is still no generally applicable experimental method of obtaining the true extensional viscosity of a mobile liquid. The fundamental definition of elongational viscosity (or uniaxial extensional viscosity) refers to steady flow in a geometrical arrangement similar to the tensile test for a solid, with constant values of stress and rate of strain. The historical development of work on this from Trouton in 1906 through Kargin and Sogolova in 1949 and Cogswell, Meissner, Vinogradov and others in the period from 1968 to 1978 is reviewed in [1]; it led to methods applicable only in the case of highly viscous materials (e. g. polymer melts) which are perhaps better described as soft solids.

The most basic contribution of theoretical analysis is to discover whether there is any consistency between results from geometrically different experiments or from experiments conducted under different conditions, such as extension at constant force and at constant velocity. It is appropriate, on the occasion of this symposium, to recall discussion of issues such as stress overshoot during the start-up of uniaxial extension at constant strain rate. Professor Vinogradov's results [2] were originally presented in terms of the ratio of stress to viscous strain rate, by subtracting out the strain rate associated with recoverable deformation. This led to false claims by others about stress overshoot, which (as is reported in [1]) were never made by Vinogradov himself. For the materials and conditions he reported, the stress never went through a maximum. If, instead of constant strain rate, the experiments are carried out at constant velocity (of the ends of the sample), then the stress certainly must go through a maximum, as a simple theoretical argument shows.

For less viscous liquids we have to consider flows which are, hopefully, close to pure extension such as fibre spinning, converging flow or the more recently developed opposed jet geometry. The major problem now is that these flows are not steady for a material particle and we cannot obtain a true extensional viscosity but only some sort of approximation. We can certainly obtain quantities which have the units of viscosity and which do give some idea of the resistance of a fluid to extensional flow. However, in order to obtain physically meaningful quantities, we must either make some sort of heuristic approximation or attempt to fit parameters to a constitutive equation. In the latter case we must then choose a specific constitutive equation. The validity of more heuristic approximations is difficult to establish and will also depend on the material's viscoelastic behaviour.

Recently we have attempted [3] to investigate fibre spinning in order to discover how, with idealized experiments on idealized fluids (in other words by theoretical analysis of "thought-experiments"), measurable quantities may be related to the true elongational viscosity. Graphs of apparent extensional viscosity as a function of strain rate have been reported which use values of stress and rate of strain at points along the fibre in a single experiment and this can be very misleading as has been pointed out earlier [1]. Figure 1 illustrates this - the points shown there are obtained for a variety of values of the applied force and at various distances down the spinline, but for one set of values of all the other spinning parameters. Use of averaged values [4] is both more meaningful and experimentally more attractive than the use of point values of "spinning viscosity" and rate of strain. Another extremely misleading approach is to present an apparent extensional viscosity as a function

- 12 -

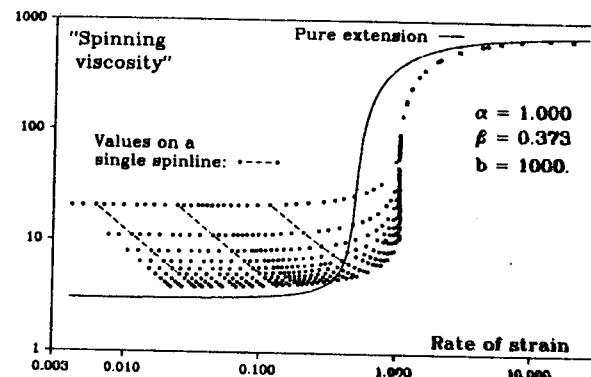


Figure 1: Point values

of strain (relative to the configuration of the material at the start of the spinline). In the absence of significant effects of gravity and inertia the stress will, like the strain, be inversely proportional to the cross-sectional area of the fibre. There is then a strong likelihood of plotting the reciprocal of the area against itself or something close to this.

Obviously the theoretical results depend on the choice of constitutive equation. We have chosen to work with the FENE-P dumbbell model for polymer solutions, since this seems to have a number of desirable features - it is based on a simple molecular model which is not too unrealistic, it has an extensional viscosity at all rates of strain and it includes as special cases the upper convected Maxwell and Jeffreys models. Our principal result is that, at a range of values of the Deborah number ($\alpha = \lambda U_0 / L$) a "spinning viscosity" can be defined which, for at least one model fluid, is not too dissimilar from the true elongational viscosity, as a function of rate of strain. One important feature of the results [3] is that the initial values of the extra-stress tensor (and hence the flow history of the material prior to the fibre spinning) are very important at high values of the Deborah number. This is likely to be true for any model of polymer solution rheology which shows stress relaxation. It also turns out that use of a point value from the end of the fibre (or from any one specific point, for example the midpoint) gives us, for a series of experiments, the same dependence of "spinning viscosity" on rate of strain as does the use of averaged values. As has already been stated, indiscriminate use of point values of "spinning viscosity" is likely to give a totally different idea of the response of the material in extensional flow.

REFERENCES

1. C J S Petrie, Elongational Flows, Pitman, London, 1979.
2. G V Vinogradov, V D Fikhmatil, B V Radushkevich and A Ya Malkin, J. Polym Sci., 1970 A2 657-678.
3. M E Mackay and C J S Petrie, Rheol. Acta, 1989 28 281-293.
4. D M Jones, K Walters and P R Williams, Rheol. Acta, 1987 26 20-30.

- 13 -

Доклад на ХУ Всесоюзном симпозиуме по реологии,
посвященном памяти профессора Г.В.Виноградова

ПРОБЛЕМА РЕОЛОГИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

д.х.н., проф. Н.Б.Урьев

Основная проблема реологии структурированных дисперсных систем состоит в установлении взаимозависимости интегральных реологических характеристик (макрореология) и межчастичных взаимодействий (контактных взаимодействий), т.е. с микрореологическими характеристиками системы.

В настоящее время развита количественная теория полной реологической кривой течения, устанавливающая взаимосвязь между этиими характеристиками. В основе теории лежат представления об агрегатном механизме разрушения дисперсных структур в динамических условиях; вместе с тем рассмотрены закономерности возникновения и развития локальных неоднородностей - разрывов сплошности структуры в условиях непрерывного сдвигового деформирования. Теория нашла хорошее экспериментальное подтверждение на ряде модельных систем со строго определенными характеристиками: монодисперсная твердая фаза в виде сфер с широким диапазоном дисперсности, модифицированных различными типами ПАВ. Теоретически и экспериментально проанализированы практически все участки полной реологической кривой: от уровня наибольшей вязкости неразрушенной структуры до достижения предельного разрушения с переходом в дилатантный режим течения. Определены критические значения концентрации дисперсной фазы в дисперсионной среде, соответствующие качественным изменениям в характере течения дисперсных систем; установлена зависимость перехода в дилатантный режим течения от параметров системы, в том числе вязкости дисперсионной среды, концентрации дисперсной фазы, скорости деформирования.

Развита реология двухфазных сыпучих систем - высокодисперсных порошков в условиях вибрационных воздействий, а также элементы теории реологических свойств трехфазных систем (твердая фаза, газовая фаза, жидккая дисперсионная среда).

Разработана серия приборов для исследования реологических свойств двух- и трехфазных дисперсных систем в динамических условиях.

Институт Физической Химии АН СССР .

- 14 -

УДК 621.892

Г.В.ВИНОГРАДОВ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕОЛОГИИ
ПЛАСТИЧНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ /ПДС/

Г. Б.Фрайштетер, Ю.Ф.Дейнега

ПДС - особый класс реологически сложных сред, для которых характерно сочетание хрупкости, обусловленный разрывом жестких связей в каркасе, и пластичности - способности давать неограниченные большие деформации без потери сплошности. Пионерные исследования в этой области начал Г.В.Виноградов, сосредоточив свое внимание на изучении реологии пластичных смазок - типичных представителей ПДС. Задача эта сохраняет и в настоящее время очень важное значение в теоретическом и прикладном плане. Наиболее полно общие закономерности деформирования в широкой области изменения скоростей сдвига, охватывающей десять десятичных порядков, отражены в обобщенной реологической характеристике.

Для всесторонней оценки структурных и реологических параметров ПДС необходимо проведение комплексных исследований, включающих определение электрических и оптических свойств ПДС, а также анализ энергетических параметров активации вязкого течения. Эти исследования, в особенности применительно к процессам тиксотропного разрушения и восстановления структур, играют важную роль в определении эксплуатационных характеристик смазок в узлах трения.

Для предельно разрушенной структуры, соответствующей полностью обратимым процессам тиксотропного восстановления, получены полезные математические модели реологических свойств; на их основе построена теория процессов переноса в ПДС. дальнейшее развитие этой теории и ее прикладных аспектов - задача дальнейших исследований.

Важное значение приобретают и исследования переходных режимов, предшествующих выходу системы на установленный режим течения и определяющих устойчивость работы машин и механизмов. Развитие этих исследований, включающих изучение различных методов воздействия на структуру, - перспективная проблема в реологии ПДС.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, Институт колloidной химии и химии воды АН УССР, г.Киев

- 15 -

УДК 541.64:532.55

РЕОКИНЕТИКА МАСЛО- И САЖЕНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ
НА ОСНОВЕ ПОЛИОКСИПРОПИЛЕНА

А.Л.Агибалов

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
АН СССР, Москва

Актуальной научно-технической задачей является создание новых олигомерных композиций, способных отверждаться при комнатной температуре с получением новых видов резина. При анализе процесса их переработки в изделия необходимо учитывать два фактора: химическую нестабильность исходных олигомеров и наличие в них наполнителей. В данной работе сделана попытка комплексного рассмотрения влияния технического углерода на реологические свойства компонентов композиции и кинетику ее отверждения.

В качестве объектов исследования использовали композиции на основе двух сортов олигооксипропилена с концевыми гидроксильными и изоцианатными группами в соотношении 1:1, содержащие до 40% нефтяного масла. Наполнителем служили различные марки ацетиленовой сажи. Концентрация сажи варьировалась от 5 до 25% масс. Все измерения выполняли на реогониометре ПИРСП-1 с рабочим узлом конус-плоскость. Для предотвращения скольжения использовали измерительный узел с рифлеными поверхностями.

По форме реокинетических зависимостей и абсолютным величинам модулей можно судить о переходе системы в высокоеластичное состояние уже на ранних стадиях процесса в результате наращивания молекулярной массы и образования сетчатых структур.

Введение сажи в один из компонентов приводит к возникновению его вязкоэластического состояния, начиная с концентрации сажи около 5%. Аналогичное отмечено и для композиции в целом. Присутствие сажи влияет на кинетику отверждения композиций.

- 16 -

УДК 532:54:66.095.26

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМСКОЙ РЕОДИНАМИКИ
И КИНЕТИКИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ДЛЯ СДВИГОВЫХ ПОТОКОВ
НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

С.М. АЛЕЙНИКОВ

В процессах химической технологии при течении жидкостей с переменными реологическими свойствами требуется точное описание режимов протекания химических реакций и возникающих неоднородных температурных полей за счет конвективного теплообмена, теплозового эффекта химической реакции и диссипативного тепловыделения. Наибольший интерес представляет возникновение в спиртом или закристаллизованном продукте механических напряжений и их неоднородности.

В работе численно моделируются процессы формирования реокинетических характеристик в плоско-параллельных и ротационных сдвиговых потоках ненейлоновязких жидкостей с учетом процессов отверждения в неоднородных тепловых полях. Численный анализ системы дифференциальных уравнений в частных производных для поставленной задачи проводился методом прямых с дискретизацией по пространственной переменной. Полученная система дифференциально-разностных уравнений для скорости течения, температуры, степени превращения и концентрации реагирующих компонент интегрировалась численно с использованием одношаговых методов и переменным шагом интегрирования. Ввиду сильной экзотермии рассматриваемых процессов требуемая высокая точность расчета на каждом времечном слое получена методом Рунге-Кутта-Фельберга пятого порядка. Использование метода прямых в построенном алгоритме позволило одновременно повысить точность расчетов и увеличить шаг интегрирования по времени.

Подробно изучено отверждение эпоксидной смолы аминами, кристаллизация капролактама, твердение гипсоцементных вяжущих при гидратации. В расчетах использовалось линейное изменение внешнего температурного поля. Получено пространственно-временное распределение температуры, степени отверждения и реодинамических параметров. Показано, как с помощью изменения режима нагревания (охлаждения) устранить неоднородность степени превращения, которая является источником остаточных напряжений в изделиях.

Воронежский инженерно-строительный институт
- 17 -

УДК 532.135:541.182.6:661.185.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ
ВЕЩЕЙ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СУСПЕНЗИИ
АЛЮМИНИЕВОГО ПОРОШКА В КЕРОСИНЕ

М.А.Алешин

Суспензия металлического порошка в жидкости представляет собой коллоидную систему, склонную к коагуляции под влиянием внешних условий, а также химических и физических процессов, происходящих в ней во времени. Препятствуют коагуляции электрический заряд частиц и сольватация их поверхности молекулами дисперсионной среды, примесей или поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Настоящая работа проведена с целью исследования возможности повышения агрегативной устойчивости высококонцентрированной суспензии (ВКС) алюминиевого порошка в керосине. В качестве добавок рассмотрены неионогенные ПАВ в количестве от 0,001 до 1-3 %, хорошо растворимые в керосине: лецитин, МЭА, олеиновая кислота, дисольван 4411, неонол 28 и несколько опытных рецептур ВНИИПАВ на основе алкилбензолов. Установлено, что влияние ПАВ на реологические свойства ВКС существенно зависит от концентрации и типа добавок. Так, добавка 0,05 % рецептур №№ 3,21 ВНИИПАВ приводит к снижению предельной концентрации ВКС с 75 до 65 %, а введение 0,5 % лецитина доводит ее до 84 %. Исследование динамической вязкости и предельного напряжения сдвига проводилось на ротационном вискозиметре. Наиболее заметное влияние на реологические свойства суспензии оказал лецитин: его добавка в 0,05 % привела к снижению динамической вязкости с 0,93 до 0,024 Па.с, при этом предельное напряжение сдвига уменьшилось в 8 раз. Однако, этот эффект во времени оказался непродолжительным – уже через сутки вязкость ВКС резко возросла. Эксплуатационные характеристики ВКС определялись величиной массового расхода суспензии на экспериментальной промывочной установке. Добавки ПАВ привели к увеличению на 3-10 % расхода суспензии, но, если с добавками МЭА и рецептуры № 21 расход ВКС и после хранения остался прежним, то с добавкой лецитина – снизился в 4 раза.

Пермский пол. технический институт, г.Пермь

-18-

УДК 532.7:517.2

ТЕПЛООБМЕН ПРИ ПУЛЬСИРУЮЩЕМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

Ю.А.Алтухов, В.И.Попов

На основе решения системы уравнений, описывающей движение и теплообмен нелинейновязкоупругой жидкости в термическом начальном участке, рассмотрено влияние реологических свойств ($E\ell$ – число эластичности) и параметров внешнего воздействия (We – число Вейссенберга, De – число Деборы, Pe – число Пекле) на процессы переноса. Расчет проведен в области изменения параметров:

$1 < E\ell < 500$; $0.1 < We < 1.5$; $0 < De < 6$; $0 < Pe < \infty$. В этом диапазоне выявлены инерционные, нелинейновязкие и нелинейновязкоупругие (резонансные) режимы течения и теплообмена. При этом показано, что в резонансном режиме относительное превышение расхода ($Q_p - Q_c$) / ($Q_c A$) может возрасти до 200%, а теплоотдача $Nu_p - Nu_c$ до 80 %. Здесь Q_p – осредненный за период расход пульсирующего течения с амплитудой A ; Q_c – расход стационарного течения; Nu_p – число Нуссельта при пульсирующем течении; Nu_c – его стационарное значение.

Установлено, что пульсации расхода оказывают существенное влияние на характеристики теплообмена лишь в термическом начальном участке трубы до значения $Pe \frac{A}{d} \leq 25$.

Алтайский политехнический институт, гор. Барнаул.
Институт теплофизики СО АН СССР, гор. Новосибирск.

УДК 532.5:532.135

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ТЕЧЕНИИ
ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В ПЛОЩАДИ
КАНАЛЕ

В.М. Архипов

Для описания течений вязкоупругих сред в плоских каналах использовалась нелинейная реологическая модель релаксационного типа, разработанная Леоновым. Реологические уравнения преобразованы к виду, позволявшему записать уравнение движения аналогичное уравнению Навье-Стокса. Дивергенция упругих напряжений в этом случае трактуется как некоторое объёмная сила. Получена полная система уравнений, описывающих поведение вязкоупругой среды в случае стационарного плоского течения, для которой справедливы теоремы Ладыженской о существовании и единственности решения задачи Стокса. Задача решается методом конечных элементов. Для частного случая найдено аналитическое решение этой системы.

Выполнены расчеты течений в прямом и ступенчатом каналах. Получены все кинематические и силовые характеристики потоков, в том числе конечные упругие деформации. Результаты сравниваются с известными экспериментальными данными и решениями других авторов. При расчете течений в ступенчатом канале исследовалось влияние упругих свойств среды на перепад давления при входе в узкую часть канала.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР
г. Пермь

УДК 532.5:532.135

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ
ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В ВИНТОВОМ
КАНАЛЕ ШНЕК-ПРЕССА

В.М. Архипов, О.И. Скульский

Растворы и расплавы полимеров в жидкотекущем состоянии обладают вязкоупругими свойствами. Наиболее полно эти свойства проявляются в сложных двумерных течениях, таких как течение в винтовом канале шnek-пресса. Для моделирования этого процесса используется реологическая модель Леонова, позволяющая определить напряжение с различными характеристиками потока конечные упругие деформации. Краевая задача решается методом конечных элементов. Разработанный алгоритм решения позволяет организовать итерационную процедуру, существенно облегчающую использование в расчетах сложной реологической модели.

Считается, что градиент давления в напорной части шnek-пресса постоянный, материал прилипает к рифленой поверхности корпуса шнека, а по гладкой поверхности винта проскальзывает в соответствии с законом внешнего трения. Задача решается для обращенного движения, т.е. система координат связана с вращающимся винтом. Область решения представляет собой сечение винтового канала перпендикулярное образующей, верхняя граница которого движется под углом α к плоскости сечения. На решение накладываются ограничения типа интегральных уравнений Вольтерра по расходу в продольном направлении и расходу утечек через зазор между корпусом и ребордой.

В результате решения получены профили скоростей, поля давления, напряжения и конечных упругих деформаций. Анализируется влияние вязкоупругости материала на напорно-расходную характеристику шnek-пресса.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР.
г. Пермь.

УДК 532.137 (088.8)
ОБ ИМПЕДАНСЕ ВЯЗКОУПРУГОЙ СРЕДЫ, НАГРУЖАЮЩЕМ КОЛЕБЛЮЩУЮСЯ
ОСЕСИММЕТРИЧНУЮ ПЛАСТИНУ

В.Е.Бабенко, В.Н.Крутин, В.В.Сугак

Для снижения затрат дорогостоящих ингредиентов и повышения качества выходных продуктов необходим контроль вязкоупругих свойств жидких сред, изменяющихся в процессе технологической обработки, в том числе, и в пищевой промышленности.

Ввиду этого, в последнее время большое распространение получили вибрационные эластовискозиметры для вязкоупругих измерений, обладающие рядом преимуществ: быстродействием, дистанционностью, автоматичностью, миниатюрностью датчиков, а также работой при больших давлениях и в широком диапазоне температур.

Одним из видов зондов, используемых в качестве датчиков, являются пластины, применение которых обусловлено отсутствием выступающих частей. Вследствие этого значительно упрощается вопрос чистки датчика, что незаменимо при ряде технологических процессов, например, при экструдирования.

Известно, что колебательные характеристики зонда изменяются в зависимости от нагружающего пластину импеданса испытуемой среды. В работе определяется импеданс, нагружающий осесимметричную круглую пластину, защемленную по периметру, при ее произвольных колебаниях.

В результате сравнительного анализа колебаний показано, что более чувствительными являются зонды, совершающие крутильные колебания.

УДК 532.135
ОБ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЯХ В НИТЯХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

А.В.Базилевский, А.Н.Рожков

Экспериментально исследован процесс одноосного растяжения упруговязкой жидкости в утончающихся нитях, которые образуются при распаде капиллярной струи или растяжении капли между пластинаами. Возникающие при этом силы упругого натяжения нитей имеют величины порядка 10^{-5} Н и неизмеримы традиционными методами. Предлагаются методики измерения этих сил непосредственно в нитях движущейся струи и в неподвижной нити.

Один из возможных методов основан на процессе распространения по струе поперечной волны, возникающей при вытекании жидкости из колеблющегося сопла. При этом на достаточном удалении от выхода формируется регулярная структура капель и нитей пилообразной формы. Силы, действующие на каждую каплю со стороны примыкающих к ней нитей, вызывают ее движение по криволинейной траектории, анализируя которую, можно восстановить упругие напряжения в нитях. В этой ситуации чувствительным "датчиком" является сама маленькая капля (масса 10^{-4} - 10^{-3} г), а вся необходимая для расчетов информация содержится в одной мгновенной фотографии распадающейся струи.

Проведенные эксперименты с растворами полиоксэтилена подтверждают сделанное ранее теоретическое предположение о том, что величина избыточных упругих напряжений равна капиллярному давлению в нити.

Институт проблем механики АН СССР,
Москва

Московский технологический институт пищевой промышленности
г. Москва

Л. В. Базилевский, М. М. Лэрнер, А. Н. Рожков

Проведено детальное экспериментальное изучение кинетики утончения капиллярной нити полимерного раствора. Обнаружена следующая закономерность: для полимерных растворов близкой химической структуры, но отличающихся концентрацией, молекулярными массами полимера и растворителями, отношение времен жизни и релаксации остается величиной постоянной в широком диапазоне изменения указанных параметров. На этой основе предложен простой способ определения времени релаксации. Объяснение наблюдаемого эффекта дано в предположении, что быстрый распад нити вызван деструкционными процессами при интенсивном деформировании жидкости в утончающейся нити. Теоретические оценки, проведенные на основе кинетической теории разрушения, показали, что отношение времен жизни нити и релаксации лишь слабо зависит от числа молекулярных связей в субцепи макромолекулы, которое, в свою очередь, слабо зависит от концентрации. В результате этого для различных полимерных растворов отношение двух указанных времен остается практически постоянным.

Институт проблем механики АН СССР,
Москва

Институт "Гипровостокнефть",
Куйбышев

К ОЦЕНКЕ СЛОЖНО-НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСПЛАВОВ
ПОЛИМЕРОВ.

Р. З. Бакиров, С. Н. Михайлов, Д. М. Мухаметгалиев.

Практическая реология аномально-вязких материалов использует теоретические закономерности применительно к узлам перерабатывающего инструмента. В связи с этим важное значение имеет обоснованность выбора математической модели состояния системы, учитывающая механизм течения расплавов полимеров в каналах переменного сечения. В частности, при описании течения расплавов полимеров на конвергентных участках каналов исследователи опираются часто на две противоположные концепции: либо учитывают только продольное течение, либо сдвиговое. При этом последние в принципе не отрицают, что в сужающихся участках каналов может иметь место продольное течение.

В работе предложена математическая модель течения расплава полимера в формирующем конвергентном канале перерабатывающего оборудования. При этом одновременно исследуется и сдвиговое, и продольное течения, расплава. Анализируется вклад каждого из них в общую картину течения вплоть до одноосного растяжения по оси канала. Используя концепции анизотропно-кинетического подхода в реологии полимеров вводится понятие: вектор ориентации приращения скоростей – на основе которого исследуется характерный режим течения полимера в заданной точке канала. Принято, что компоненты тензора напряжений зависят от компонентов тензора скоростей деформации и вектора ориентации приращения скоростей. Получены определяющие уравнения, учитывающие сложно-напряженное состояние расплавов полимеров в каналах со сложной геометрией.

Казанский финансово-экономический ин-т., г. Казань.

ОБОБЩЕННОЕ УРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ
ВЯЗКИХ И НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

В.А.Балашов, Л.А.Кондакова

Для описания фильтрации вязких и неньютоновских жидкостей используется дискретная модель пористой среды в виде совокупности капилляров с установленными по их длине диафрагмами. Такая модель позволяет учесть действие в потоке как вязких, так и инерционных сил сопротивления. Согласно этой модели пористая среда характеризуется двумя характерными гидравлическими линейными размерами, один из которых $d_1 = \frac{1}{3}$ описывает сопротивление пористой среды с точки зрения вязких, а другой $d_2 = \frac{1}{\alpha}$ - инерционных сил, где α и β - вязкостный и инерционный коэффициенты сопротивления.

Применив к дискретной модели известное уравнение фильтрации Дюпюи-Форхгеймера, получим обобщенное уравнение для фильтрации вязких и неньютоновских жидкостей, подчиняющихся степенному реологическому закону, которое можно представить в критериальной форме в виде зависимости:

$$\lambda = \frac{2}{Re} + 2,$$

где λ и Re^* - коэффициент сопротивления пористой среды и обобщенное число Рейнольдса, определяемое как

$$\lambda = \frac{2 \Delta P d_1}{\gamma^2 \rho \ell}, \quad Re^* = \frac{\nu d_2 \rho}{\mu_{eqv}}$$

В этих выражениях $\mu_{eqv} = B K [3(n+1)/4n]^{1/n}$ - эквивалентная вязкость, ΔP - перепад давления, ℓ - толщина пористого слоя, ν - скорость фильтрации, ρ - плотность жидкости, γ и n - реологические константы, $B = f(\alpha, \beta, n)$ - коэффициент, определяемый экспериментально при ламинарном режиме фильтрации. Когда $n=1$, эквивалентная вязкость обращается в вязкость для ньютоновской жидкости и обобщенное уравнение фильтрации переходит в известное уравнение для фильтрации вязких жидкостей.

Политехнический институт, г. Волгоград.

РЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КИНЕТИКИ ОТВЕРЖДЕНИЯ
ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

В.В.Баранчева, В.Б.Должиков, Ю.П.Кожевников

Определение кинетики отверждения прядильного раствора проводилось реологическим методом с использованием вынужденных синусоидальных колебаний, на приборе для динамических измерений ДХП-1. Это позволило снять кинетику отверждения раствора полипримидбензимидазола при воздействии осадительной жидкости состояния вода-диметилацетамид в разных соотношениях.

Время от начала воздействия осадителя на прядильный раствор до окончательного его отверждения, определенное динамическим методом, хорошо коррелирует с временем радиальной контракции этого раствора, регистрируемом оптическим методом на модельной капле. Установлено, что момент скончательной контракции соответствует выходу динамических модулей из постоянные значения. Абсолютные величины модулей зависят от состава осадителя. Определены параметры, характеризующие вязкостные и упругие свойства гель-образной системы, включая скорости нарастания реологических характеристик в разных осадителях. Разработан способ перенесения модельных данных на реальное формование химических волокон. Способ основан на двухфазной модели формирующейся системы, состоящей из наружного гелеобразного слоя и внутреннего жидкого ядра.

По величинам модулей определен момент времени (или длина пути формования) наиболее удобная для приложения ориентационной вытяжки.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
Москва.

Г.М.Бартенев

В линейных полимерах вязкое течение осуществляется перемещением макромолекул как целое, но сам механизм перемещения макромолекул происходит путем перемещения сегментов относительно друг друга. Внутреннее трение, которое испытывают сегменты, связано с микровязкостью η_s , зависящей от сегментальной подвижности или времени релаксации T_α . Последнее ответственно и за α -процесс релаксации (стеклование полимера). При $T_c = T_\alpha = 3 \cdot 10^2$ с, модуль сдвига полимеров в стеклообразном состоянии $G = 10^3$ МПа, а $\eta_s = T_\alpha G$ при температуре стеклования равна $10^{12,5}$ пас., что близко к 10^{13} пас., характерному для вязкости низкомолекулярных стекол. Так как макромолекулы характеризуются большим числом сегментов, то сопротивление перемещению макромолекулы и вязкость полимера η намного больше, чем микровязкость и зависит от мол. массы полимера.

Для аморфных веществ наблюдаются три фундаментальных процесса релаксации β , α и λ . В полимерах β -релаксация связана с внутренним вращением отдельных С-С связей в пределах звена и определяет внутреннее трение полимера ниже T_c , тогда как

α -релаксация связана с сегментальной подвижностью и ответственна за микровязкость η_s (выше T_c), а λ -релаксация связана с временами жизни относительно долгоживущих микрообъемных физических узлов молекулярной сетки. Последние представляют собой упорядоченные микрообласти (ассоциаты сегментов) флюктуационной природы. Отрезки цепей между физическими узлами есть субцепи с мол. массой M_e .

Макромолекула как целое должна преодолевать физические узлы, через которые она проходит, и ее подвижность будет зависеть от времени жизни узлов (времени λ -релаксации T_λ), которое на шесть-восемь порядков больше, чем T_α в температурной области вязкого течения. Это подтверждается равенством энергий активации вязкого течения \mathcal{U}_η и λ -процесса \mathcal{U}_λ . Чем длиннее макромолекула, тем большее число λ -узлов она должна преодолеть и тем больше будет вязкость η , что объясняет факт зависимости ньютоновской вязкости от мол. массы полимера. Приводится ряд конкретных результатов по взаимосвязи вязкого течения и λ -процессов релаксации.

Институт физической химии АН СССР

Ph.D.Eng. Bartłomiej Bębenek
Department of Mechanical
Technical University Cracow

THE BEHAVIOUR OF DRAG REDUCING CATIONIC SURFACTANT SOLUTIONS

Drag reduction measurements were used to show the effect of the surfactant composition and counter ion concentration on the critical temperature and critical Reynolds number of a variety of viscoelastic surfactant formulations. The behaviour of three types of drag reducing surfactant solution was studied in turbulent flows in pipes of different diameters. Our surfactant systems contained rod-like micelles; they consisted of mixtures n-hexadecyltrimethylammonium salicylate, oleylmethylbishydroxyethylammonium chloride, octadecyloamine salicylate, and sodium salicylate. In the turbulent flow regime both surfactant solutions exhibited characteristic flow regimes. These flow regimes can be influenced by changing the amount of excess salt, the surfactant concentration, or the temperature. The critical shear stress at the wall obtained from the drag reduction data still seems to be the best single parameter to characterize the drag reduction activity of viscoelastic surfactant formulations. Shear viscosity measurements in laminar pipe show the occurrence of the so-called shear induced state, where the viscosity increases and the surfactant solution becomes viscoelastic.

The importance of excess viscoelastic surfactant and counterion on drag reduction activity was illustrated with octadecyloamine salicylate solution.

With 0,18 wt.-% excess sodium salicylate the octadecyloamine salicylate gave good drag activity between 35 and 125°C, which was the upper temperature limit of the test equipment.

УДК 661.728.014:532.78

ОСОБЕННОСТИ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ В РАСТВОРАХ
ТРИАЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

С.Ю.Белов, В.В.Мясоедова

Интерес к лиотропному ЖК-состоянию эфиров целлюлозы приводит к необходимости возможно более полного изучения взаимосвязи реологических свойств и фазового равновесия. Значительное влияние на склонность к образованию анизотропной фазы оказывает термодинамическое качество растворителя, варьирование которого возможно путем изменения температуры и введения осадителя.

Цель работы - установление закономерностей влияния состава смешанного растворителя и температуры на фазовое состояние систем ТАЦ- $\text{CF}_3\text{COOH}-\text{CH}_2\text{Cl}_2$ при течении.

Проведено реологическое исследование растворов ТАЦ ($M=1,8 \times 10^5$, $C_3=2,9$) в смесях $\text{CF}_3\text{COOH}-\text{CH}_2\text{Cl}_2$ различного состава в интервале температур 278-303 К.

Использование реологических проявлений анизотропии (наличие предела текучести на кривых течения, экстремальный характер температурной зависимости вязкости) позволило получить фазовые диаграммы систем ТАЦ- $\text{CF}_3\text{COOH}-\text{CH}_2\text{Cl}_2$ при течении.

Переход к анизотропному состоянию в смесях с содержанием CH_2Cl_2 менее 0,5 м.д. осуществляется через узкую гетерофазную область во всем исследованном интервале температур. В смешанных растворителях, содержащих более 0,5 м.д. дихлорметана, при понижении температуры гетерофазная область сосуществования изотропного раствора и жидких кристаллов расширяется. При этом на диаграмме (при $\dot{\gamma} = 1,5 \text{ с}^{-1}$) появляются тройная и критическая точки.

На концентрационной зависимости вязкости в температурном интервале $T_t < T < T_c$ имеются два максимума. Максимум, наблюдаящийся при более высоких концентрациях полимера (24-26 %), обусловлен появлением ЖК-фазы в системе. Максимум при более низких концентрациях, в соответствии с общепринятыми представлениями, связан с изотропно-жидким фазовым расслоением. Приведенные кривые течения, отвечающие различным участкам концентрационной зависимости вязкости, дополнительно подтверждают данное предположение.

Институт химии нефти АН СССР, г. Иваново

- 50 -

УДК 532.135 : 532.517.4

ОБ ОСОБЕННОСТИ ДЕГРАДАЦИИ РАСТВОРОВ ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВ

Ю.П. Белоусов, Л.Б. Коваль

Высокомолекулярные полиметилсилооксаны (ПМС) относятся к полимерам, обладающим способностью снижать гидродинамическое сопротивление жидкостей.

Целью данной работы является изучение гидродинамического поведения растворов ПМС с помощью капиллярного турбореометра. Молекулярная масса образцов $8,8 \cdot 10^5$, интервал концентраций $0,005-0,5$ % мас. Растворитель - толуол. Диапазон чисел Рейнольдса $(3+10) \cdot 10^3$

Полиметилсилооксаны характеризуются высокой гибкостью цепи, термостойкостью, слабым межмолекулярным взаимодействием. Исходя из существующих знаний об эффекте снижения сопротивления наибольший интерес представляют первых два фактора. Третий фактор предполагает невысокую эффективность растворов ПМС. И, действительно, максимально достигнутая величина снижения сопротивления растворов ПМС не превышала 40 %.

Однако, при изучении деградации растворов ПМС путем многократного прокачивания через турбореометр выявлены особенности гидродинамического поведения растворов.

При непрерывном (одно за другим) повторении в одинаковых условиях измерений величины снижения сопротивления одного и того же раствора ПМС наблюдается плавное падение эффективности до нуля (примерно 8-10 циклов). Но, если между циклами делать паузу 20-30 мин., то эффективность растворов ПМС не меняется и остается максимальной в течение длительного времени (до 100 и более циклов).

Такое гидродинамическое поведение растворов ПМС дает основание говорить в механизме деградации полимеров в турбулентном потоке, связанном с конформационными превращениями макромолекул.

Институт химии нефти СО АН СССР г. Томск

Некоторые аспекты поведения при смешении в расплаве и течение композиции на основе поликарбоната и жидкокристаллического полизифира.

С.И.Белоусов, Ю.К.Годовский, Р.Р.Ширине, Ю.В.Кузьмина.

Методом капиллярной вискозиметрии исследованы реологические свойства расплава смесей поликарбоната с термотропными жидкокристаллическими полизифирами двух типов. Смешение осуществляли в расплаве в статическом смесителе, варьируя температуру, время, состав и скорость смешения. С привлечением методов ИК- и Н¹ ЯМР спектроскопии показана возможность протекания в расплаве реакций межцепного обмена с образованием блок- и статистических сополимеров. Данные дифференциальной сканирующей калориметрии и динамического механического анализа указывают на смешение релаксационных переходов, что может свидетельствовать о частичной совместности компонентов. С учетом протекания реакций межцепного обмена и совместности компонентов в докладе обсуждаются зависимости эффективной вязкости от скорости и напряжения сдвига, температуры, времени смешения и состава композиции.

Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я.Карлова, Москва.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ
ПОЛИ-1,2-ДИМЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИНИМЕТИЛСУЛЬФАТА

Ю.П.Белоусов, В.Д.Зарочинцева

Поли-1,2-диметил-5-винилпиридинийметилсульфат (ПМВПМС) относится к классу водорастворимых полиэлектролитов. При растворении в воде эти полимеры диссоциируют с образованием поликатионов, что обуславливает эффективное применение их в качестве эмульгаторов, ионообменных сорбентов, физиологически активных препаратов и т.д.

Применение высокомолекулярных полимеров обычно связано с необходимостью получения растворов с требуемыми свойствами. Особенностью данного класса полимеров является наличие эффекта поливинилового набухания, в результате которого размеры макромолекулного клубка могут изменяться в несколько раз, что в ряде случаев имеет решающее значение в усилении положительного действия. Целью данной работы явилось изучение влияния pH и температуры на гидродинамические свойства ПМВПМС.

По экспериментальным данным рассчитывали среднеквадратичное расстояние между концами цепи (\bar{h}), среднеквадратичный радиус инерции (R) и коэффициент набухания α , характеризующие гидродинамические и реологические свойства растворов полимеров.

Сопоставление параметров макромолекул показывает, что размеры клубка ПМВПМС в состоянии поливинилового набухания почти в 4 раза превышают эти же величины при полностью подавленной ионизации.

В условиях подавления поливинилового набухания изменение pH вызывает изменение размеров макромолекулы в пределах 10-15 %, в то время как температура приводит к 1,5-кратным изменениям параметров.

Институт химии нефти СО АН СССР г. Томск

УДК 678.057.3

НОВАЯ СТУПЕНЬ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭКСТРУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Березин Г.В., Чистяков Д.Б.

Процесс получения пленок, труб, листов и профильных изделий из термопластов методом экструзии наиболее ответственным стадией - подготовка расплава в червячном прессе. Вязкость расплава на выходе из пресса при этом составляет 10^2 - 10^4 Па·сек.

Характерными недостатками червячного пресса являются: низкий коэф (до 0,6), чувствительность к условиям загрузки, длительное время пребывания в материалном цилиндре, колебания давления (производительности) во времени. Разработки бесчервячных систем подготовки расплава не получили распространения. На основе анализа литературных данных показана целесообразность разделения всех червячных для ведения трех разнородных процессов: загрузки, плавления (гомогенизации) и перекачки расплава полимера в формующий инструмент.

Первым шагом на пути создания экструзионных систем с ярко выраженным функциональными узлами стали разработки экструдеров, состоящих из ленточного питателя, роторного пластикатора и шестеренного насоса.

Нами проводятся работы по совершенствованию линий для производства листов и пленок из термопластов с помощью шестеренного насоса, обеспечивающего подачу расплава полимера с вязкостью 10^2 - 10^4 Па·сек, точность дозирования расплава термопласта составит 0,5%.

Разрабатываемая система дозирования расплава полимера в формующий инструмент обеспечит экономию полимерного сырья до 3-5% и повысит управляемость процесса экструзии.

Научно-производственное объединение "Пластик", Москва.

УДК 532.135

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЕВОГО ФОРМОВАНИЯ НА ЭВМ

И. К. Березин

В докладе рассмотрены вопросы применения конечноразностных, конечно-и гравицислементных методов для численного моделирования точной нелинейновязких, вязкоупругих и полимеризующихся жидкостей в каналах сложной геометрической формы при наличии нестационарной свободной поверхности, информация об эволюции которой, параллельно с кинематическими и силовыми факторами потоков, составляет основу исследования.

Институт механики сплошных сред УрО АН
СССР, г. Ермъ

УДК 532.22:539.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТНЫЙ
РАЗРЫВ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.

И. К. Березин, А. Е. Ковалев

УДК 678.046.2:66.063.662

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИЗОПРЕНОВОГО КАУЧУКА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО СМЕШЕНИЯ

В. В. Богданов, Б. А. Клопун, В. П. Бритов, Б. Л. Смирнов

В работе сделана попытка теоретического и экспериментального определения предела прочности на поверхностный разрыв высоконаполненной суспензии, находящейся в вязкотекучем состоянии. Предложена методика оценки прочности на разрыв по результатам осевого сжатия сплошных цилиндрических образцов, сформированных из исследуемого материала. Традиционные методы определения прочности из испытаний на растяжение образцов в данном случае не подходят в силу трудностей их изготовления (испытуемый материал - высоковязкая жидкость).

Используя принцип минимума полной мощности деформации и метод Ритца в работе определена интенсивность напряжений, возникающих в цилиндре изготовленного из вязкопластического материала с заданными значениями предела текучести и пластической вязкости, осаживаемого с заданной скоростью. Данна оценка напряженного состояния на боковой поверхности цилиндра. Показано удовлетворительное совпадение величин интенсивности напряжений на свободной поверхности, полученных из данного расчета и методом конечных элементов. Суть метода определения прочности - фиксация наличия трещины на осаживаемом образце при заданных его геометрических размерах и скорости осадки с последующим теоретическим вычислением коэффициента прочности.

Институт механики сплошных сред УрО
АН СССР, г. Пермь

Благодаря существенному увеличению поверхности раздела смешиваемых компонентов и концентрации значительного количества энергии в малых объемах оборудования интенсивное смешение позволяет получать материалы не только с высоким уровнем гомогенности, но и регулировать параметры их молекулярной структуры, интенсифицировать протекание химических реакций в полимерной системе. Реализацию подобных процессов осуществляли в роторно-пульсационных аппаратах как одном из наиболее эффективных типов смесительного оборудования.

Получены корреляционные зависимости между изменением молекулярной массы и молекулярно-массового распределения изопренового каучука СКИ-3 и обобщенной функцией технологических режимов процесса и конструктивных особенностей оборудования - величиной деформации сдвига. Наблюдается увеличение полидисперсности полимера с ростом деформации сдвига в определенных пределах, что приводит к улучшению перерабатываемости материала.

Одним из способов улучшения свойств резиновых смесей на основе СКИ-3 является его химическая модификация. Получены корреляционные зависимости, связывающие количество присоединенного модификатора, время протекания процесса и величину деформационного воздействия. Увеличение деформации сдвига выше 1000 ед. позволяет добиться практически 100% прививки модификатора и существенно сократить время протекания процесса.

Таким образом интенсивное смешение, осуществляемое в роторно-пульсационных аппаратах, позволяет регулировать как реологические, так и эксплуатационные свойства СКИ-3 в достаточно широких пределах.

Ленинградский технологический институт имени Ленсовета,
Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетического
каучука имени С. В. Лебедева, г. Ленинград.

УДК 676.2.012.1

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОПРЯЖЕННЫХ ДИСПЕРСНЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМАХ ЦЕЛЛЮЛОЗА-НАПОЛНИТЕЛЬ.

С.П.Болотинцева, Е.П.Андреева

С целью характеристики реологических свойств наполненных дисперсий целлюлозы было исследовано их деформационное поведение в условиях постоянства приложенного напряжения сдвига /метод $\dot{\gamma} = \text{const}$ / при введении в систему наполнителя от 0,2% до 40% и без него. Установлено развитие в исследованных системах упругой, медленной эластической деформаций и процесса течения. Количественно определены реологические параметры, характеризующие эти свойства. Модуль упругости при содержании наполнителя до 35% составляет 10^{22} Па, период упругого последействия - сотни секунд, период истинной Relaxации - десятки тысяч секунд. Это указывает на то, что развитие коагуляционной структуры в наполненных дисперсиях целлюлозы придает ей твердообразные свойства.

Изменение объемных свойств дисперсий целлюлозы путем введения тонкодисперсного наполнителя приводит к возникновению сопряженных дисперсных структур двух типов: "целлюлоза-каолин" и "каолин-целлюлоза". Первому типу сопряженных коагуляционных структур, называемому при введении каолина в количестве ниже 40%, присущее значения реологических параметров в пределах того же порядка, что и в дисперсиях целлюлозы без добавок. Второму типу коагуляционных структур свойственно значение реологических параметров выше на два порядка, наблюдается непрерывное их уменьшение по мере приложенного напряжения сдвига.

Выявлена особенность реологического поведения исследуемых дисперсий - способность структурироваться под влиянием приложенного напряжения сдвига - реопексия. На явление реопексии указывает наличие неогратимых деформаций в отсутствие участков течения на деформационных кривых, сдвиг в сторону увеличения модулей быстрой и медленной эластик при одновременном ослаблении в процессе многократного нагружения и разгрузки способности коагуляционной структуры к течению.

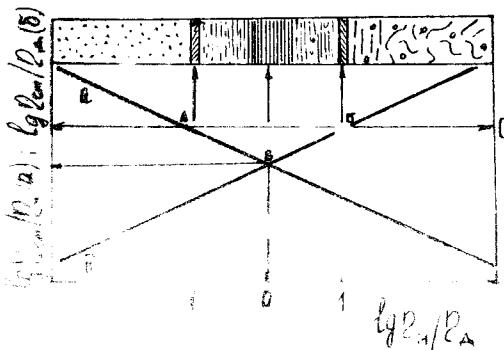
Предложена модель деформационного поведения дисперсий целлюлозы с учетом выявленных в них особенностей в условиях нагружения и разгрузки.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова.

УДК 678-19.01:539.3:532.135
ОБЩЕСТВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЯЗКОСТИ РАСШИРОВ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ

Е.К.Борисенкова, Н.А.Платэ

В последнее время усилился интерес к смесям несочетимых полимеров в связи с использованием в качестве дисперской фазы индюкристаллических полимеров (ИКП). ИКП существенно снижают вязкость расплава и улучшают физико-механические свойства готовых изделий. Была поставлена задача - определить, какую специфику приносят ИКП в реологии смесей и их структуру в условиях экструзии. Анализировано большое число собственных экспериментальных результатов и литературных данных. Установлено, что независимо от природы дисперской фазы, будь то обычный термопласт, неофазный полимер или ИКП, существует поразительное сходство в реологическом поведении смесей и их морфологической структуре. Оказалось, что между вязкостью смеси ($\eta_{\text{см}}$), нормированной по вязкости матрицы (η_1) или дисперской фазы (η_2), и отношением вязкостей исходных компонентов (η_1/η_2) существует линейная зависимость (в логарифмических координатах). Коэффициент корреляции равен 0,8-0,9. Графически эта зависимость выражается двумя пересекающимися прямыми с тремя характерными точками А, Б и В, с определенным реологическим поведением и структурой потока (см.рис.-схему). Предложены эмпирические выражения указанных зависимостей, имеющие большое практическое значение.



АН СССР

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева. Москва

УДК 541.64: 5393

ДВУХЖИДКОСТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА РАЗБАВЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ

И.П.Бородин, Т.Н.Хазанович

В предлагаемой работе изучаются возможности нового подхода в гидродинамике растворов гибкоцепных полимеров, основанного на представлении полимерного клубка в виде сплошной среды, характеризуемой плотностью и полем скоростей, отличным от поля скоростей растворителя внутри клубка. Такая двухжидкостная гидродинамика представляет собой альтернативу традиционному подходу молекулярной гидродинамики и реологии полимеров, основанному на представлении полимерных цепей в виде последовательности броуновских частиц. Следует ожидать, что предлагаемый подход позволит более просто учесть эффекты исключенного объема и гидродинамических взаимодействий в реологии разбавленных растворов, также как эффекты, связанные с электростатическими взаимодействиями в растворах полyeлектролитов.

Уравнения двухжидкостной гидродинамики были выведены с использованием методов неравновесной статистической термодинамики. Они образуют систему уравнений движения локальных плотностей полимера и растворителя и локальных скоростей течения полимера и растворителя.

Разработаны методы их решения для ряда простых случаев и проведено сопоставление с результатами традиционного подхода и данными численного и реального экспериментов. Обсуждается проблема вывода нелинейных реологических уравнений.

Костромской технологический институт, г.Кострома
Институт химической физики АН СССР, г.Москва

-40-

УДК 678.85-404.5.01:532.13

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ПОЛИ(БЕНЗО/1,2-д:4,5д/БИСТИАЗОЛ-2,6-диил-1,4-ФЕНИЛЕН)

Браверман Л.П., Платонов В.А., Белинская А.Г., Ермолова Н.П., Дмитриева Л.П.

Исследованы лиотропные жидкокристаллические (ЖК) растворы полигибенилфосфорной кислоты (ПГФК), свойства изделий из которых описаны в /1,2/. Концентрация растворов варьировалась в пределах 0,2-15% масс.

Реологические характеристики определены на реогониометре ПИРСП-Им в стационарном и динамическом режимах деформирования, в температурном интервале 70-230°C.

Полученные поляризационно-оптическим методом данные фазового состояния растворов, сопоставляются с изменением реологических параметров, обусловленных фазовыми переходами. Постройена схематическая диаграмма состояния и концентрационная зависимость вязкости.

Свойства растворов ПГФК сопоставимы со свойствами ЖК растворов ПГФА в серной кислоте /3/, а домены, формирующиеся в потоке /4/, аналогичны "механическим" доменам ЖК растворов ПГТ в ДМАА /5/.

Литература

1. Berry G.C., Metger P.S., Venkatraman S. and Cotts// Polym. Prepr. 1979. V.20. N21. P.42.
2. Allen S.R., Farris R.J., Thomas E.L// Jurnal of Materials Science. 1985. V20. P.2727
3. Куличихин В.Г., Платонов В.А., Браверман Л.П., Рождественская Т.А., Коган Е.Г., Васильева Н.В., Волохина А.В.// Высокомолек. соед., А, 1987. Т.29. № 12. С.2537
4. Horrige M., Kaei E., Yao S., Jabikawa S., Matsunobu K.// I. Werk. Polymer Processing 111., 1988. V4. P.221
5. Платонов В.А., Куличихин В.Г., Васильева Н.В.// Препринты II Международного симпозиума по химическим волокнам. Калинин. 1977. С.59

Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт искусственного волокна с опытным заводом г.Мытищи, Московской области

-41-

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАСТВОРАХ СТЕРЖНЕОБРАЗНЫХ
МАКРОМОЛЕКУЛ

Бражник О.Д.

Институт прикладной физики АН СССР, г.Горький

Работа посвящена изучению динамики и реологии растворов стержнеобразных полимеров на базе модели статистических переориентаций /МСП/ [1]. МСП основана на вероятностном описании процесса движения стержня с использованием представления о полимере в решетках препятствий, которые обладают различными свойствами реальных полимерных систем.

Характерные времена релаксации, полученные в модели Гептаций [2] оказываются существенно завышенными. В следствие этого соглашение с экспериментальными данными не достигается. Согласно МСП время вращательной релаксации стержнеобразной макромолекулы в концентрированном окружении изменяется по закону $\tau \sim C M^6$, что подтверждается, например, аналогичной зависимостью резонансной частоты $f \sim \tau^{-1/2}$ в экспериментах по даулчепреломлению [3].

На основе МСП рассчитаны такие характеристики как ориентация и движение стержнеобразных полимеров во внешнем поле, вязкость раствора стержней и другие параметры. Проведены эксперименты на ЭВМ методом Монте-Карло по имитации движения стержня в различного вида решетках препятствий. Результаты МСП, имитационных экспериментов и известных из литературы физических экспериментов хорошо согласуются между собой.

Литература:

1. Бражник О.Д./ Дисс. на соиск. уч. ст. канд. ф.-м.н., Москва, МГУ, 1968.
2. M.DoI, S.B.Edwards, The theory of polymer dynamics, Clarendon press. Oxford: 1986.
3. I.Mori, N.Ookubo, R.Hayakawa, Y.Wada/ J.Polym.Sci: Polym.Phys.Ed., 1982, v.20, p.2111-2124.

УДК 768.038:66.095.262

ОЦЕНКА ТЕКУЧЕСТИ РАСПЛАВА ТЕРМОПЛАСТА С ГИБРИДНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

И.П.Бриедис, Г.Г.Гетерис

Текучесть наполненного гибридным наполнителем расплава полимера оценивается по кривой течения матрицы и концентрационных зависимостях вязкости каждой компоненты гибридного наполнителя в той же матрице.

Предложенный метод прогнозирования зависимости неиньютоновой вязкости от скорости сдвига для композиций получен в предложении двухстадийного наполнения расплава матрицы двумя однотипными наполнителями. Описание систем с однотипным наполнителем основано на совмещение кривых неиньютоновской вязкости для расплавов с различной концентрацией наполнителя двумя линейными преобразованиями координат. В такой постановке задача сводится к определению двух пар факторов преобразования координат - K_{11} и K_{12} при первом наполнении, K_{21} и K_{22} - при втором. Для установления факторов преобразования по оси вязкости K_{11} и K_{21} используются частотные функции вязкоупругости расплава, определение факторов преобразования координат K_{12} и K_{22} по оси скорости сдвига произведено из концентрационных зависимостей вязкости $\zeta_1(C)$ и $\zeta_2(C)$ описанных интерполяционным полиномами Лагранжа. Экспериментальное исследование зависимости вязкости расплава композиции от концентрации гибридного наполнителя ($C_1 + C_2$) и его состава (C_1/C_2) в диапазоне скорости сдвига $10 \leq \dot{\gamma} \leq 500 \text{ с}^{-1}$ проведено для расплава сополимера стирола с акрилонитрилом, наполненного польмы стеклосферами и короткими базальтовыми волокнами. Расхождение результатов расчета и эксперимента не превышает $\pm 20\%$.

Институт механики полимеров АН Латв.ССР, г.Рига.

УДК 532.517.4:627.157

ДЕЙСТВИЕ ОДНОЧНЫХ ЧАСТИЦ ПО НАКЛОННЫМ ТРУБАМ В НЕЙТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Р.А.Бикман, Ю.П.Гупало, А.Ц.Матевосян, А.Н.Прокунин, В.И.Рогачев

В последние годы в отечественной и зарубежной практике бурения нефтяных и газовых скважин всё шире используется новая технология - горизонтальное бурение. Однако, внедрение в практику этой прогрессивной технологии тормозится недостаточной разработкой оптимальных условий и режимов промывки на горизонтальных и наклонных участках.

Эксперименты проводились в замкнутом циркуляционном контуре на модельной жидкости - водной системе синтетического красителя "milling yellow", обладающей большим эффектом вынужденной оптической анизотропии. В зависимости от температуры и концентрации красителя в воде реология модельной жидкости изменялась в широком диапазоне (от ньютоновской и "степенной" до нелинейно-вязкопластичной), перекрывающим реальные реологические параметры буровых растворов. Изучалось движение частиц различной формы (сфера, цилиндр) и размера в трубах с большими углами наклона к вертикали вплоть до горизонтальных.

В работе приводятся результаты, показывающие, что скорость проскальзывания частиц относительно средней скорости жидкости близка к постоянной. Четыре различные конфигурации в зависимости от вида трения о стенку трубы могут изменять характер скорости трогания от угла наклона трубы. Для цилиндрических частиц такая зависимость может проходить через максимум, для сферических частиц максимум не наблюдается. Показано, что, по крайней мере, при трогании от угла наклона трубы. Для цилиндрических частиц зависимость по зависимости коэффициента гидравлического сопротивления - число Рейнольдса, построенной для ньютоновской жидкости, можно определить и скорость трогания частицы при её движении в неニュтоновской "степенной" жидкости. Качественный вид зависимости скорости трогания от угла наклона и формы частицы для жидкостей с различной реологией сохраняется.

УДК 621.762
РЕОМЕТР СЖАТИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.М.Бучакский, А.М.Столин, Ш.Н.Надршин

В технологических процессах изготовления изделий горячей обработкой давлением широко используются порошки и гранулы различных материалов. Переведенная в высокотемпературное, близкое к температуре плавления, состояние порошковая масса уже не является совокупностью отдельных порошинок, но вместе с тем обладает большой пористостью, по крайней мере двумя вязкостями - сдвиговой и объемной и является сравнительно малоизученным объектом в реологии, хотя знание свойств горячей пористой массы важно для практики получения изделий.

Для лабораторных исследований процессов её уплотнения и измерения реологических свойств создан реометр сжатия. Прибор обеспечивает проведение экспериментов по заданной программе в автоматическом режиме, сбор и обработку данных с помощью информационно-измерительного комплекса.

В качестве объектов исследования могут быть использованы как инертные, так и способные к химическому взаимодействию материалы.

Реометр состоит из устройства нагружения, программатора, измерительного узла, блока регистрации и обработки данных.

Работа прибора проиллюстрирована исследованием кинетики уплотнения модельных составов и определением их реологических свойств.

Институт структурной макрокинетики

АН СССР

Черноголовка Московской обл.

Всесоюзный орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт буровой техники (ВНИИБТ), г. Москва.

УДК: 678.675:532.135 (043.2)

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА УДАРОПРОЧНОГО
ПОЛИАМИДА-6

Валецкая Н.Я., Северьянова М.А., Кербер М.Л.,
Прошкина Н.А.

Изучено влияние эластомеров, вводимых в ПА-6 с целью увеличения ее ударной прочности, на реологические и вязкоупругие свойства ПА-6.

Использовали эластомеры: дивинилстирольный марки ДСТ-30 и карбоксилатный каучук марки СКН-26-5. Композиции ПА-6/эластомер в диапазоне составов 1-15% масс. эластомера получали экструдированием при температуре 518-523 К. Реологические свойства модифицированного ПА-6 изучали на капиллярном вискозиметре "Реограф-1000" в режиме постоянного объемного расхода при 518 К в диапазоне скоростей сдвига $\dot{\gamma} = 10^1 + 5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, использовали капилляр $L/D = 30/1$. Показано увеличение вязкости расплавов модифицированного ПА-6 с увеличением содержания эластомеров. По методу Карро рассчитаны зависимости вязкоупругих характеристик исследуемых систем от скорости сдвига: первой разности нормальных напряжений ($P_{II} - P_{22}$), времени релаксации (θ), модуля высокозластичности (G), обратимой деформации (γ_e).

Полученные данные позволили выявить связь между реологическими и вязкоупругими свойствами исследуемых систем и химическим строением модификаторов. С использованием методов ИК-спектроскопии, ДСК и рентгеноструктурного анализа установлено, что наблюдаемые эффекты связаны с образованием привитых и блоксополимеров в системе ПА-6/эластомер в процессе их совместного экструдирования.

В работе принимал участие О.Ю.Сабсай.

Московский химико-технологический институт им.Д.И.Менделеева

УДК 541.64 : 539.2

А.В.Васин, А.В.Тутыхин, Э.В.Франчек, В.А.Рожков

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ
СОПОЛИМЕРА 2-МЕТИЛ-5-ВИНИЛТETРАЗОЛА С МЕТАКРИЛОВОЙ
КИСЛОТОЙ

Изучен процесс течения полимерных композиций на основе сополимера 2-метил-5-винилтетразола с метакриловой кислотой в зависимости от температуры, природы и объемной доли наполнителя, введения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Показано, что для композиций, наполненных минеральным наполнителем, при относительно низких температурах (20...40°C) характер псевдопластичный характер течения. С повышением температуры до 50...70°C начинает проявляться дилатансия. Для компаундов, наполненных алюминиевым порошком, характер кривых течения резко меняется. Независимо от объемной доли наполнителя и температуры композиция проявляет дилатантные свойства во всем исследованном диапазоне скоростей и напряжений сдвига.

Появление дилатансии в наполненных полимерных композициях объясняется низкой агрегативной устойчивостью системы или присутствием в объеме полимерной фазы ассоциатов, которым термодинамически выгоднее находиться в объеме, чем адсорбироваться на поверхности наполнителя и участвовать в образовании адсорбционно-связывающих слоев, стабилизирующих систему. Агрегативная устойчивость обеспечивается прочными и достаточно стабильными во времени граничными слоями макромолекул полимерного связующего на поверхности наполнителя. Если композиция агрегативно неустойчива, то под действием напряжения сдвига или повышенной температуры уменьшается толщина данных слоев на поверхности наполнителей. Появляются условия для непосредственного контакта твердых частиц, обуславливающих дилатансию (повышение вязкости при возрастании скорости или напряжения сдвига).

Ввод поверхностно-активных веществ (ПАВ) позволяет регулировать не только общий уровень вязкости, но и характер течения системы. Например, при использовании в композиции, наполненной минеральным наполнителем, алкиламмоний-бис-(поликсиэтилен)лирофосфата дилатантный характер течения компаундов трансформируется в псевдопластичный.

МХТИ им.Д.И.Менделеева, Москва

УДК 664.653.12

А.Ф.Васина, С.М.Иоффе, А.Д.Зимон, В.В.Гусев

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ХЛЕБНОГО ТЕСТА,
СОДЕРЖАЩЕГО ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

В режиме непрерывного деформирования изучены реологические свойства хлебного теста в зависимости от массовой доли и природы технологически ценных пищевых добавок: молочной сыворотки (МС), фруктовых соков, повидла и др. Кривые течения аппроксимировали уравнением Балкли-Гершеля. Для выяснения структурных особенностей теста с пищевыми добавками был применен динамический метод, позволяющий фиксировать вязкоупругие характеристики системы на любой стадии организации структуры. Установлена существенная роль биополимерной основы в формировании реологических свойств теста с различными по природе добавками. Наблюдалось изменение модуля накопления и модуля потерь в процессе брожения и при належании механического пашня. Выявлены кинетические изменения тангенса угла механических потерь.

Введение в рецептуру хлеба МС практически не отражается на вязкости теста из средней и слабой муки, что позволило рекомендовать МС для улучшения качества готовых хлебобулочных изделий из сортов муки с пониженными хлебопекарными достоинствами. Выявлен синергизм действия МС и аскорбиновой кислоты (АК) на возрастание вязкоупругих характеристик теста. Использование оптимальных количеств синергической смеси МС и улучшителей окислительного действия, определенных из концентрационной зависимости реологических параметров теста, способствует получению его с требуемой структурой. Эффективность совместного воздействия МС и АК проявляется в уменьшении адгезионного взаимодействия хлебного теста с контактирующей поверхностью, что позволило увеличить содержание МС до 30 мас.% по отношению к мас.-% муки без ухудшения биологической ценности изделий и соответствующем увеличением выхода хлеба.

Ввод фруктовых добавок приводит к снижению вязкости теста при значительном ускорении процесса брожения. Пищевые погранично-активные вещества позволяют увеличить упругость хлебного теста при снижении адгезии к поверхности технологического оборудования.

г. Москва, Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности

УДК 678-19.01:539.3:532.135

РЕОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ
ТЕРМОТРОПНЫЙ ИК-ПОЛИЭФИР.

О.В.Васильева, И.А.Литвичов, И.И.Добросол, И.Л.Парсамян,
А.В.Симаков, Б.Х.Стрелец.

В работе представлены результаты реологических и морфологических исследований смесей полисульфона (ПСФ) и жидкокристаллического термотропного полизифира (ПЭФ).

Использовали ПСФ марки ПС-ТП (г.Шевченко) и сополиэфир полизилентерефталата с оксибензойной кислотой (ЛенНИИХимволокно, г.Ленинград). Смещение осуществляли при 240°. Оценка реологических характеристик производилась методом капиллярной вязкоизотермии. Морфологические и физико-механические исследования осуществлялись на экструдатах, не подвергавшихся дополнительной ориентации.

ПСФ определяет течение смесей при малых содержаниях ИК-компонентов и небольших напряжениях. При СПЭФ 50% течение в области высоких напряжений определяется ПЭФ. Форма кривых "вязкость-поток" зависит от морфологии потока и состояния исходной эмульсии.

Морфологические исследования поперечных и продольных срезов экструдатов свидетельствуют о равномерном смещении при десятипроцентном содержании ИК-ПЭФ, который распределён в матрице ПСФ в виде анизометрических капель, ориентированных в направлении течения. С ростом концентрации формируются волокна ПЭФ. Смесь, содержащая 30% ПЭФ, имеет сетку таких волокон и оболочку ПЭФ на поверхности экструдата. Вязкость смеси при этом снижается в 20 раз.

Результаты физико-механических испытаний экструдатов хорошо согласуются с морфологическими исследованиями. В области равномерного распределения ПЭФ наблюдается увеличение модуля на 20% и когезионного разрывного напряжения в 1,5 раза, а также снижение на порядок относительного удлинения. С образованием оболочки на поверхности экструдата прочность композиции возрастает на 30%.

Наличие двух температур стекловления ПСФ свидетельствует о взаимодействии компонентов в граничном слое.

ИНХС им. А.В.Топчиева АН СССР, Москва
ЛенНИИХимволокно, г.Ленинград
Педагогический институт, г.Киров

УДК 64:532.1.35

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ
РАСТВОРОВ ПОЛИ-БИС(ТРИФТОРЭТОКСИ)ФОСФАЗЕНЫ

Васильева Н.В., Голова Л.К., Тур Д.Р., Папков С.П.

Растворы поли-бис(трифторэтоокси)фосфазена (ПФ) – элементоорганического, гибкоцепного полимера – обладают аномально низкой вязкостью и склонностью к структурообразованию /1/. С целью более детального исследования выявленных особенностей изучены вязкостные и высокозластические свойства растворов ПФ с $M_w=1,5 \cdot 10^7$ и $M_w=M_n=5 \cdot 10^6$ и $M_w/M_n=1,06$ в различных растворителях: ДМАА, этилацетате (ЭА), в тильтилкетоне (МЭК) и ацетоне (АЦ) в широком диапазоне концентраций (0,1–35% масс) и температур (-60–+95°C).

Проведенные исследования показали, что значения вязкости растворов ПФ при $C < 1\%$ массы малы по абсолютному значению и близки по величине. Растворы с более высоким содержанием полимера также характеризуются низкими значениями вязкости, однако их поведение при течении зависит от природы растворителя. Анализ кривых течения и концентрационных зависимостей вязкости свидетельствует о большей структурированности растворов в МЭК по сравнению с ЭА и о гомогенности растворов в АЦ.

При переходе к ПФ с $M_w=5 \cdot 10^6$ влияние природы растворителя нивелируется, кривые течения, а также концентрационные зависимости вязкости для всех исследованных систем практически совпадают.

Резкое изменение реологических свойств растворов ПФ наблюдается в области низких температур. На температурной зависимости вязкости наблюдается излом при $T = -45 \text{--} -40^\circ\text{C}$. Энергия активации течения возрастает при этом на порядок. Скачок $E_{акт}$ подтверждает полученные ранее данные о фазовом переходе в системе /2/, а высокие абсолютные значения дают основание предположить, что выявленная низкотемпературная фаза имеет кристаллическую природу.

Литература

1. Васильева Н.В., Куличихин В.Г., Голова Л.К., Тур Д.Р., Виноградова С.В., Папков С.П. // Высокомолек. соед. А. 1989. Т. 31. № 4. С. 852–858.
2. Голова Л.К., Рудинская Г.Я., Купцов С.А., Васильева Н.В., Калашник А.Т., Антипов Е.М., Тур Д.Р., Папков С.П. // Высокомолек. соед. Б. 1990. Т. 32. № 4.

Научно-производственное объединение "Химволокно"
г. Мытищи

УДК 678.85-404.5.01:532.13

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ СЕРНОКИСЛОТНЫХ
РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИАМИДОВ.

Н.В. Васильева, Л.Я. Тиканова, Т.А. Рождественская, В.А. Платонов,
А.В. Волохина.

В ряду сополимеров на основе п-фенилентерефталамида (п-ФТА) – политефталамид-2,7-диаминодифенилсульфон (СП-27) по эффекту изменения макросвойств в результате нарушения порядка в макромолекуле оказался наиболее примечательным /1/.

Реологические свойства сернокислотных растворов как гомо-, так и некоторых сополимеров на основе п-ФТА описаны в /2/.

В настоящем сообщении приведены результаты реологических исследований сернокислотных растворов сополимера СП-27. Показаны изменения реологических свойств растворов в различных фазовых состояниях, обусловленные введением в полимерную цепь более протяженного и структурно усложненного звена – диаминодифенилсульфона. Такое нарушение порядка в макромолекуле изменяет как степень кристалличности в кристаллической фазе – кристаллосольвате – раствора, положение фазовых границ на диаграмме состояния системы, так и реологические свойства растворов.

Литература.

1. В.А. Платонов, Т.А. Рождественская, Л.П. Милькова и др. Тезисы докладов II-го Всесоюзного симпозиума "Жидкокристаллические полимеры", г. Сузdalь, 13–15 января 1987 г., с. 34.
2. Т.А. Куличихина, В.А. Платонов, Н.В. Васильева и др. Высокомолек. соед. 1982, А, т. 24, № 5, с. 964.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт искусственного волокна с опытным заводом, г. Мытищи Московской области

ТЕЧЕНИЕ НЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ В
ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЦИЛИНДРЕ
С УЧЕТОМ ПРИСТЕНОЧНОГО СКОЛЬЖЕНИЯ.

В.В.Ваческих, В.И.Лапыцкий, С.А.Трусов, Н.В.Тябин

В частично заполненном горизонтальном цилиндре, вращающемся вокруг своей оси, осуществляется сдвиговое циркуляционное течение жидкости. Вблизи стенки жидкость увлекается в направлении вращения, а около свободной поверхности стекает в противоположном направлении. Для класса задач, в которых имеется неизвестная свободная поверхность, отсутствует хорошо отработанный алгоритм расчета и для каждого конкретного случая необходимо учитывать характерные особенности. В данной работе с учетом сдвигового характера течения предлагается упростить уравнения движения с целью получения аналитического уравнения для определения положения свободной поверхности. Границные условия определяются общепринятыми предпосылками о непрерывности нормальных и отсутствии касательных напряжений на свободной поверхности. На стенке цилиндра задается проскальзывание со скоростью, пропорциональной градиенту скорости сдвига. Решение упрощенных уравнений движения приводит к дифференциальному уравнению для определения положения свободной поверхности. Кроме того определяется распределение скоростей в слое движущейся жидкости, что позволяет построить картину течения. Приводятся графические зависимости, показывающие влияние реологических свойств и кинематических характеристик на течение жидкости при вращении цилиндра. Показывается, что при увеличении вязкости жидкости, угловой скорости вращения цилиндра или уменьшении коэффициента скольжения жидкость все сильнее увлекается стенкой и угол свободной поверхности увеличивается. Это вызывает увеличение величины крутящего момента, необходимого для вращения цилиндра.

Волгоградский политехнический институт, г. Волгоград

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ
РАСТВОРОВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Власенко С.Г., Громов А.Н., Разуваев В.Н.

Работа посвящена изучению механических свойств гелеобразных систем на основе водных растворов поливинилового спирта (ПВС) различных концентраций, молекулярной массы и с разным количеством остаточных ацетатных групп. Кроме того, рассмотрено влияние количества гелеобразователя FeCl_3 и инициатора гелеобразования ZnO на прочность получаемых студней (σ_{\max}).

Показано, что увеличение молекулярной массы ПВС и его концентрации в растворе приводит к увеличению значений σ_{\max} , что объясняется увеличением числа мест контакта макромолекул; это приводит к возрастанию количества центров локальной кристаллизации, ответственных за прочность образующегося студня. Увеличение количества ZnO в растворах ПВС одинаковой молекулярной массы и концентрации приводит к увеличению прочности получаемых студней, смещаая при этом её наибольшее значение в сторону больших концентраций гелеобразователя. Увеличение концентрации ZnO приводит к возрастанию прочности студня лишь до некоторого предела, после чего её значения начинают монотонно уменьшаться. Увеличение содержания остаточных ацетатных групп в макромолекуле ПВС приводит к снижению прочности гелеобразной системы. Этот факт объясняется уменьшением числа узлов локальной кристаллизации, которое находится в зависимости от регулярности расположения функциональных групп в макромолекулах ПВС.

Полученные данные позволяют с высокой степенью надежности оценить структурную прочность студней на основе ПВС в широком интервале изменения перечисленных физико-химических параметров, а также прогнозировать прочностные свойства студней в зависимости от рецептурных и технологических факторов.

Военная академия химической защиты, г. Москва

**ОБ АНИЗОТРОПИИ ДАВЛЕНИЯ В НЕМАТИЧЕСКИХ
ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ**
В.С.Водков

С макроскопической точки зрения жидкые кристаллы представляют собой анизотропные жидкости, свойства которых различны в различных направлениях. В покое и при течении они проявляют одновременно свойства обычных жидкостей и зердых анизотропных тел. Тензор их внутренних напряжений σ_{ik} складывается из двух частей

$$\sigma_{ik} = -P_{ik} + \sigma'_{ik}$$

При равновесии напряженное состояние анизотропной жидкости определяется тензором давления P_{ik} . Известно, что любое физическое свойство, описываемое симметричным тензором второго ранга в среде с одноосной анизотропией можно представить в виде

$$P_{ik} = P_L \delta_{ik} + (P_{II} - P_L) n_i n_k$$

Отсюда следует, что анизотропное напряженное состояние в покоящейся одноосной жидкости соответствует закону анизотропии нормальных напряжений в ней. Главные компоненты тензора давления

P_{II}, P_L могут быть названы продольным и поперечным (по отношению к директору \vec{n}) давлениями. В равновесном состоянии нематическая жидкость однородна ($\vec{n} = \text{Const}$). Таким образом, давление в равновесно-анизотропной жидкости, строго говоря, уже не является давлением в обычном понимании, т.е. не совпадает с нормальной силой, действующей на элемент поверхности. Анизотропная жидкость в покое находится в состоянии неравномерного сжатия. Это приводит к зависимости давления анизотропной жидкости на стенку сосуда от формы сосуда, в которую жидкость налита.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
Москва.

-54-

**РЕОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ
ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ СДВИГА**

С.И.Вольфсон, М.Г.Карп, А.Н.Грищенко

Для оценки и прогнозирования технологических свойств эластомеров и их наполненных композиций в настоящее время главным образом используют данные вязкости по Муни и пластичность. Последние не отражают реальных условий переработки, поскольку определяются при скоростях сдвигового деформирования $0,1\text{-}1,5\text{c}^{-1}$. Для исследования способности к переработке полимеров наиболее приемлем метод капиллярной вискозиметрии. Современные капиллярные вискозиметры позволяют реализовать в широких температурных пределах сдвиговое и растягивающее деформирование, соответствующее практически всем типам перерабатывающего оборудования.

В работе рассмотрено влияние реологических факторов на процессы переработки наполненных эластомерных композиций на основе изопренового, метилстирольного, бутадиенового, бутадиен-нитрильного и бутилкаучуков. Реологические исследования проводили на автоматическом капиллярном вискозиметре постоянных скоростей MFT фирмы Monsanto в диапазоне скоростей сдвига $10\text{-}10^3\text{c}^{-1}$ и температур $60\text{-}130^\circ\text{C}$.

Показано, что специфичность переработки композиций каучука обусловлена процессом кристаллизации каучука при сдвиговом деформировании. Необходимым условием кристаллизации при сдвиге является переход полимера в вынужденное высокоэластическое состояние. Изучено влияние условий переработки, природы эластомера, роли наполнителя и молекулярных характеристик полимерной матрицы на критическую скорость сдвига, соответствующую началу процесса кристаллизации при течении. Реологические характеристики в области скоростей сдвига, отвечающих реальным условиям переработки, позволяют сопоставлять и прогнозировать технологическое поведение полимерных композиций, полученных в лабораторных и производственных условиях.

Казанский химико-технологический институт им. С.М.Кирова, г.Казань

УДК 539.214; 539.374.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕШАННОГО ВАРИАЦИОННОГО ПРИНЦИПА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЙ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЛ

С. А. Вульман, Ю. П. Листрова, Т. Д. Семёкина

Использование смешанных вариационных принципов позволяет определить одновременно поля перемещений и напряжений путем задания уравновешенного поля напряжений внутри элементов через обобщенные параметры с одновременным заданием поля перемещений, характеризующегося межэлементной согласованностью через узловые перемещения.

Рассматривается материал, чувствительный к скорости деформации и температуре, влияние степени деформаций предполагается незначительным. Реологические соотношения принимаются в следующем виде

$$\sqrt{J'_2} = \pm k + 2\gamma\sqrt{I'_2} \quad (1)$$

Здесь $J'_2 = \frac{1}{2} S_{ij} S'_{ij}$ - второй инвариант тензора-левиатора напряжений S_{ij} , $I'_2 = \frac{1}{2} \dot{\epsilon}_{ij} \dot{\epsilon}'_{ij}$ - второй инвариант тензора скоростей деформаций $\dot{\epsilon}_{ij}$, k , γ - параметры материала, зависящие от температуры T тела.

Метод разработан для плоско-напряженного состояния, в качестве обобщенных параметров напряженного состояния принимаются значения функции напряжений и её первых производных в узлах четырехугольного элемента.

Течение материала учитывается изменением конечных элементов с помощью изопараметрических координат.

г. Воронеж, Государственный университет.
Университетская пл., д. 1.

539.199:518.6

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

Ю.А. Гамлицкий

Излагаются некоторые результаты численного моделирования динамики полимерных систем предложенным ранее методом стохастической динамики (СД) /1/, позволяющим в широких пределах варьировать вид корреляционных функций, описывающих межмолекулярное взаимодействие. О实质性ное отличие от метода броуновской динамики (БД) состоит в возможности моделирования анизотропии свойств среды.

Метод СД позволил получить данные о конформационных перестройках, подтверждающие результаты работ /2,3/. Показано, что перестройки происходят не по одноберъерному механизму, как следует из метода БД, а локализованными группами небольшого размера, до 10-15 звеньев основной цепи, что указывает на внутрицепную кооперативность этого процесса. Показано также, что данные перестройки происходят по трансляционному типу, изменения вектор-концов перестраивавшегося участка. Эта их особенность является микроскопической основой для интерпретации рептационного механизма подвижности полимеров в расплаве.

Научена зависимость логарифма частоты перестроек от обратной температуры, характеризующая энергию активации. Получено, что указанная зависимость состоит из двух прямых участков с изломом. Обсуждаются возможные причины такого поведения и его связь с динамическими характеристиками полимерных систем.

Литература

1. Гамлицкий Ю.А. В кн.: Математические методы для исследования полимеров и биополимеров. - Пущино, 1985. - С.34
2. Присс Л.С., Гамлицкий Ю.А. ДАН СССР, 1982. - т.266, №2. - С.406
3. Присс Л.С., Гамлицкий Ю.А. Высокомолек. соед., 1983. - т.25A, №6. - С.1316

Научно-исследовательский институт
химической промышленности, г. Москва

УДК 678-19.01:539.3:532.135

Реологические и механические свойства наполненных жидкокристаллических полимеров

И.П.Гетманчук, Д.С.Липатов, В.Ф.Шумский

Вопрос об особенностях влияния наполнителя на реологические и физико-механические свойства ЖК-полимеров в настоящее время остается открытым. В сообщении представлены результаты исследования реологических, физико-механических и вязкоупругих свойств ЖК-сополимера полиэтилентерефталата и гидроксибензойной кислоты, наполненного техуглеродом и аэросилом. Распределение наполнителя в ЖК-полимере контролировали методами оптической и электронной микроскопии. Получены кривые течения наполненных систем в области температур 240–280°С. Их особенностями при 240° являются, во-первых, существование предела текучести как у самого СПЭ (следствие его структурно-ориентационной неоднородности и доменного механизма течения в присутствии системы дисклиниаций), так и его смесей с наполнителем и, во-вторых, практически симметричный характер этих кривых для исходного и наполненных СПЭ. Последнее свидетельствует о том, что реологическое поведение исследованных систем определяется главным образом структурой ЖК-среды, а наполнитель играет роль загустителя. Предел текучести оценивали экспрессионным методом по уравнению Кассона. Вид концентрационных и температурных зависимостей реологических характеристик систем свидетельствует о возможном структурном переходе в ЖК-СПЭ в области температуры 260°. Изучение механических характеристик наполненных СПЭ показало, что в области малых содержаний наполнителя при незначительном изменении прочности модуль смеси возрастает, претерпевая с составом экстремальное изменение. Выявленные особенности реологических свойств наполненных расплавов и механических характеристик эласторезов обусловлены спецификой взаимодействия СПЭ с частицами наполнителя в условиях определенной структурной организации ЖК-СПЭ. Энергетику взаимодействия СПЭ-наполнитель оценивали методом ДСК.

Институт химии высокомолекулярных соединений АН УССР, г. Киев
Институт нефтехимического синтеза АН СССР, г. Москва

УДК 532.135

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЧЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕНЬЮТОНОВСКИХ СРЕД В ПРОЦЕССАХ ФОРМОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.М.Голубицкий, С.Ф.Онегин

Необходимость решения задач определения силовых и скоростных факторов потоков растворов и расплавов полимеров в технологическом оборудовании, а также нахождения положения и формы границ раздела фаз, свободных поверхностей вызывает многочисленными приложениями в технологии формования изделий из полимерных материалов. При моделировании указанных процессов требуется в комплексе учитывать три основных аспекта рассматриваемой проблемы: а) сложность реологических свойств полимерных масс, используемых для изготовления изделий (нелинейность вязкости, наличие предела текучести); б) сложная геометрия формующих каналов; в) наличие нестационарного фронта свободной поверхности, положение которого должно строиться на основании решения задачи.

В настоящей работе описаны методы, алгоритмы и программные комплексы, позволяющие численно моделировать течения высоковязких неньютоновских жидкостей со свободной поверхностью при ее движении в каналах различной конфигурации. При построении математической модели были приняты следующие допущения: процесс предполагался изотермическим и рассматривался в квазистационарном приближении, среда считалась несжимаемой. Полученная система уравнений решалась методом конечных элементов, основанном на вариационной постановке задачи.

Представлены результаты расчетов вытекания струи вязкой жидкости на наклонную плоскость. Продемонстрированы картины эволюции свободной поверхности, массораспределения, распределения вязкости, интенсивности напряжений и скоростей деформаций в различные моменты времени при заполнении каналов несколькими видов.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР,
г. Пермь

МЕДЛЕННОЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАСТЕКАНИЕ
ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Городцов В.А.

При медленных течениях полимерных жидкостей / при малых числах Вайссенберга / их упругость оказывается лишь косвенно через нелинейно вязкое поведение. Медленность позволяет пренебречь нелинейностью инерции сплошной среды. В итоге динамика медленного растекания такой жидкости по горизонтальной поверхности определяется балансом сил давления и нелинейной вязкости. Для тонкого слоя жидкости уравнения течения благодаря малости отношения вертикального и горизонтального размеров можно упростить, и записать в виде уравнения для возвышения свободной поверхности жидкости над твердой плоской поверхностью. Если растекание происходит в условиях дополнительного сильного стеснения вертикальными стенками, то ведущую тормозящую роль будет играть трение об эти стенки.

В случае степенной нелинейно вязкой жидкости / с характерными параметрами k и n / для пленки толщины h в узком зазоре между вертикальными плоскостями ширины d / $d \ll h$ / получается уравнение, допускающее автомодельное решение начальной задачи растекания заданного количества жидкости

$$\frac{dh}{dt} = \frac{nd}{2(2n+1)} \frac{\partial}{\partial x} \left(h \left| \frac{9d}{2k} \frac{\partial h}{\partial x} \right|^{\frac{1}{n}} \operatorname{sgn} \frac{\partial h}{\partial x} \right)$$

$$h = \frac{n+2}{n+1} \frac{Q_0}{x_0^{n+2}} (x_0^{n+1} - x^{n+1}), \quad x \leq x_0 = \xi_0 \tau^{\beta}, \quad \tau^n = \frac{g Q_0 d^{n+1}}{k} t^n$$

$$\beta = \frac{n}{n+2}, \quad \xi_0^{n+2} = \frac{n+2}{2} \left[\frac{n+2}{2(2n+1)} \right]^n$$

У края пленки / вблизи $x = \infty$, / ее свободная поверхность образует острый угол с горизонтальной плоскостью, в то время как для свободно растекающейся пленки он прямой, если пренебрегается поверхностным натяжением.

Институт проблем механики АН СССР, Москва

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ОРГАНОГЕННЫХ ДОБАВОК НА СНИЖЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТРЕНИЯ В СОСНО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОТАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.

И.М.Гольбина, Ю.А.Бухман, И.В.Косаревич, А.С.Матевосян,
Н.А.Покрывайло, В.И.Рогатин.

Экспериментальное исследование снижения локальных и интегральных характеристик касательных напряжений трения τ_w проводилось на трех различных ротационных соосно-цилиндрических установках, отличающихся геометрией наружного и внутреннего цилиндров, а также способом создания сдвигового течения. В качестве рабочих сред использовались разбавленные растворы полиэтиленоксида и полиакриламида, модифицированные полимером глинистые суспензии а также мелкодисперсные водные суспензии органогенных веществ – сапропеля и торфа. Предварительно (для суспензий) оценивались кривые течения с помощью ротационной вискозиметрии – и для полимерных растворов – вязкоупругие свойства с помощью метода электродиффузационной диагностики. Этот же метод применялся и для исследования структуры локального трения в условиях переходного и турбулентного режимов течения. Установлено, что в условиях вращения внутреннего цилиндра (наружный неподвижен) возникает течение с макровихрями, переходящее затем в турбулентное. При этом все используемые гидродинамически-активные вещества существенно затягивали возникновение режима Тейлоровской неустойчивости с переходом к турбулентности при более низких значениях коэффициента трения. При вращении наружного цилиндра (внутренний неподвижен) практически имеет место непосредственно переход от ламинарного (без макровихрей) течения к турбулентному. Сапропелевые и торфяные суспензии обеспечивали значительное снижение τ_w при повышенной деградационной устойчивости. Аналогичные свойства оказались и у образцов отечественного полиакриламида.

Институт тепло-и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск

Институт торфа АН БССР, г.Минск

Институт буровой техники, г.Москва

УДК 678.766.01:532.135

РЕОКИНЕТИЧЕСКИЙ И ЯМР АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРЕВРАЩЕНИЯ
ФОРПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗЫВАЮЩИХ НА ОСНОВЕ ДИАНГИДРИДОВ ТЕТРАКАРБОНОВЫХ
КИСЛОТ И ДИАЦЕТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДИАМИНОВ

М.Я.Гойхман, М.М.Котон, Л.С.Болотникова, А.В.Грибанов,
В.В.Кудрявцев, Ю.Н.Ланов, В.М.Светличный

Форполимерные связующие указанного в заглавии типа представляют интерес вследствие высокой термостойкости (300°C) изготавливаемых из них композитов. В работе изучался процесс превращения связующего в полимерное состояние. Задача разделялась на практическую (нахождение оптимальной температуры превращения и установление длительности процесса) и научную (анализ механизмов, лежащих в основе процессов превращения) части. В ходе исследования применялись методы реологии и твердофазного ЯМР.

В плане практики для 18 пар диангидрид-диамин определены времена индукции реакции, гелеобразования и полного завершения процесса превращения. Для решения научной задачи сопоставлялись временные зависимости вязкости при постоянной скорости сдвига для всех систем. Эти зависимости могут быть представлены экспоненциальными функциями $\ln \eta = A \exp(k_p t)$, где k_p – константа скорости реакции превращения. Значение k_p существенно зависит от химической природы входящих в пару компонентов. Темпера́тура активации процесса превращения (в интервале температур $270\text{--}300^{\circ}\text{C}$) для всех пар составляет $90\text{--}100$ кДж/моль, что свидетельствует об общности характера протекающих реакций.

Проведенный анализ возможных путей протекания реакций и процессов сшивки в сочетании с данными твердофазного ЯМР позволил установить, что в системе образуется не полиамидокислота и полиимид, а полилизоимид. По мере развития реакции растет молекулярная масса образующегося полимера. Кроме того, при нагревании раскрываются исоимидные и ангидридные циклы. Вследствие этого образуются свободные радикалы, рекомбинация которых приводит к возникновению сильно развитой пространственной сетки. Полученный продукт не растворяется даже в серной кислоте.

Институт высокомолекулярных
соединений АН СССР,
Ленинград

- 62 -

УДК 678.686.028:541.127/043.24

РЕОКИНЕТИКА ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ.

И.Р.Горобунова, М.Л.Кербер, Е.П.Момот.

Методами ротационной вискозиметрии и динамической механической спектроскопии исследовали процесс отверждения эпоксидных клеевых композиций на основе ЭД-20 и аминного отвердителя.

В изученном диапазоне скоростей сдвига и температур зависимость вязкости от времени отверждения носит экспоненциальный характер. Температурная зависимость η описывается уравнением Аррениуса, что позволило определить температурные коэффициенты процесса.

С помощью динамического механического метода определяли изменение модуля упругости и тангенса угла механических потерь в процессе отверждения. Показано, что при температурах отверждения ниже 40°C клеевые композиции проходят стадии гелеобразования и стеклования. Зависимость реологической степени превращения β от времени описывается уравнением с автоускорением при $T > 40^{\circ}\text{C}$, что характерно для отверждения эпоксиаминных систем.

Предложено уравнение, описывающее изменение β от времени для реакционной системы, стекающейся в процессе отверждения. Определены численные значения констант полученного реокинетического уравнения отверждения в условиях достижения стеклования отверждшейся композиции.

Получена зависимость между температурой стеклования и степенью отверждения реакционной смеси, рассчитаны константы в уравнении Ди Бенедетто. Изучено влияние наполнителей и модификаторов, регулирующих физико-механические характеристики клеев, на реокинетику отверждения композиций.

Московский химико-технологический институт им. Д.И.Менделеева

НИИМ ИЮ "Пластмассы", г.Москва

- 63 -

К ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Ю.Ф.Дейнега, В.Р.Эстрела

Теория электрореологического эффекта развивается в двух направлениях. В первом - величина и закономерности ЭРЭ связываются с перераспределением и кулоновским взаимодействием свободных зарядов в системах частица-частица и частица-электрод. Такой подход ограничивает рамки исследуемых систем идеальной моделью "проводник в диэлектрике".

Доклад посвящен второму направлению, основанному на анализе зависимости вязкости системы от поляризационного взаимодействия частиц в цепочке, определяемого в общем случае перераспределением свободных и связанных поляризационных зарядов. Для различных механизмов поляризации границы раздела частица - среда на основе мультипольного диаграммно-аналитического метода рассчитана сила поляризационного взаимодействия F_p частиц в цепочке с учетом взаимной поляризации всех частиц. Сила F_p сравнивается с силой трения F_f , откуда определяются критические параметры разрыва цепочки - ее длина и угол между осью цепочки и вектором внешнего поля E , на основе которых рассчитывается эффективная вязкость η_{eff} :

$$\eta_{eff} = \frac{4\Phi \epsilon_0 \epsilon_m E^2}{C_t} \eta_0 (\gamma'' - \gamma'_1) \sin 2\theta$$

где η_0 - вязкость дисперсионной среды, Φ - объемная доля частиц, ϵ_0 , ϵ_m - диэлектрические проницаемости вакуума и среды,

C_t - скорость деформации, $\gamma''_{n,1}$ - полные мультипольные поляризуемости частиц в параллельном и перпендикулярном относительно вектора поля направлениях.

Проведенные для реальных систем расчеты позволили объяснить закономерности изменения вязкости в ЭРЭ при увеличении ее более чем на два порядка.

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского
АН УССР, г. Киев.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ
РЕДКОСШИТАЙ ПОЛИАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

В.Н.Демишин, В.Ф.Наумов

Редкосшитая полиакриловая кислота получена полимеризацией акриловой кислоты в присутствие 2 % сшивющего агента - гексааллил-карбозы. Редкосшитый сополимер акриловой кислоты и гексааллил-карбозы (САКАС) хорошо набухает в воде. Установлено, что набухший в воде САКАС представляет собой дисперсию жестких микрогелей сферической формы и, кроме того, в зависимости от условий синтеза содержит некоторое количество хорошо растворимой несшитой поликислоты.

По своим свойствам водные дисперсии САКАС подчиняются общим закономерностям, присущим водным растворам полиэлектролитов. Среди отличительных особенностей прежде всего выявлена повышенная загущающая способность САКАС: редкосшитая полиакриловая кислота является наиболее эффективным загустителем из всех используемых в настоящее время. Это объясняется повышенным набуханием САКАС по сравнению с его линейными аналогами, что, в свою очередь, обусловлено редкосшитой структурой микрогелей.

Кислым и слабонейтраллизованным дисперсиям САКАС свойственно аномальное возрастание вязкости при увеличении температуры. В полностью нейтраллизованных растворах вязкостно-температурная аномалия исчезает, однако падение вязкости при возрастании температуры в данном случае выражено значительно слабее, чем в растворах линейных полимеров.

Специфическим для дисперсий САКАС является влияние на их реологические свойства несшитой поликислоты. Это влияние проявляется в том, что при увеличении содержания несшитой поликислоты во-первых, сильно ослабляется загущающая способность САКАС, во-вторых, происходит усиление упруго-эластических свойств и, наконец, происходит закономерное перемещение точки излома на логарифмических кривых зависимости вязкости от скорости деформации j в сторону меньших j . Такое изменение реологических свойств дисперсий САКАС в присутствие несшитой поликислоты объясняется изменением характера структурообразования из-за внедрения в структурную сетку более гибких и подвижных, чем микрогели макромолекул.

Московский институт приборостроения.

УДК 678.029:541.64

РЕОКИНЕТИКА ОТВЕРЖДЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

Э.А.Джавадян, Т.И.Пономарева, В.И.Иржак, Б.А.Розенберг

УДК 678.762.3.063.046.76.04:539.4.0II.21

РЕОКИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕОКИНЕТИКА ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИНОВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

Е.А. Дзюра, Л.М. Волченок

С помощью метода крутильного маятника изучена реокинетика процесса отверждения композитов на основе эпоксидного связующего. Обнаружено, что существенные изменения жесткости исследуемых образцов наблюдаются после завершения всех химических изменений в системе. Рассмотрена природа указанного явления.

Установлено, что на процесс отверждения волокнистых композитов существенное влияние оказывает химическая природа волокон и структура армирования образца. Изменяя структуру армирования микропластиков можно получить информацию как о глубине превращения связующего, так и о состоянии межфазного слоя.

Отделение Института химической физики
АН СССР, Черноголовка

Известно, что вязкость полимерных композитных материалов возрастает по мере повышения концентрации наполнителя и степени анизодиаметричности частиц. Однако наполнение полизопренового каучука короткими волокнами различной природы приводит к получению композитов с более низкой вязкостью, чем полимерная матрица.

Характеристическая вязкость каучука после его обработки на вальцах в присутствии коротких волокон падает в большей степени, причем эффект возрастает с ростом концентрации волокон. Твердые поверхности волокон интенсифицируют процесс механодеструкции каучука.

Вязкость композитов, армированных жесткими стеклянными волокнами ниже, чем гибкими полiamидными. Стеклянные волокна, имеющие малые ℓ/ϑ , лучше ориентируются в потоке. Усиление деструкции каучука в присутствии коротких волокон в меньшей степени характерно для СКД и СКМС-30АРК. Поэтому резиноволокнистые композиты (РВК), например, на основе СКМС-30АРК имеют более высокую вязкость, чем резиновая матрица.

Анализ реокинетических кривых вулканизации, полученных на виброреометре, композитов в сравнении с резиновой матрицей показывает, что короткие волокна сокращают период до начала вулканизации и ускоряют сам процесс. Ускорение вулканизации объясняется образованием химических связей волокна с каучуком посредством химических модификаторов и вулканизующих агентов на начальных стадиях процесса.

Научно-исследовательский институт крупногабаритных шин
г. Днепропетровск

УДК 678:532.7:621.317.33

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ПОЛИМЕТРААЛКИЛБОРАТОВ ЛИТИЯ

Ю.Т.Дмитриева, Л.Д.Тихонова, Н.Г.Межибор

Структурированные жидкости применяют в технологии селективной добычи водо- и нефтенроницаемости, транспортирования дисперсного материала в каналы после гидравлического разрыва пластов (ГРП) с целью увеличения фильтрации нефти в промысловых условиях. Однако водные растворы не пригодны для ГРП из-за высокой диэлектрической проницаемости (ϵ). В данной работе для оптимизации условий получения упруговязких транспортных жидкостей с низкой ϵ исследованы структурированные углеводородные растворы поликассационированных тетраалкилборатов лития и их сольватов $[B(OR)_4] Li \cdot nHOR$ ($R=C_3H_7$, $C_{14}H_{29}$, $n=0-2,5$ молей) в зависимости от различных параметров. В отличие от комплексов сольваты интенсивно и экстремально увеличивают вязкость углеводородов при $n=0,5-2,0$, а при n выше 2,0 молей вязкость резко уменьшается. В условиях непрерывной циклической деформации вязкость гелей сольватов уменьшается ступенчато, а вязкоупругость гелей комплексов увеличивается. Вязкость гелей сольватов при изменении ϵ среди в интервале 1,90-4,30 резко уменьшается. Гели комплексов в тех же условиях текут с постоянной вязкостью. Реологические свойства гелей сольватов в зависимости от температуры при 293-373 К так же, как от степени сольватации, изменяются экстремально. Температурные точки, соответствующие минимальной и максимальной вязкости, изменяются в зависимости от R и структурного соответствия между сольватом комплекса и углеводородом. Гели комплексов и моносольватов в зависимости от R текут с $\Delta\eta_a = 4-15$ кДж/моль, а гели дисольватов текут с $\Delta\eta_a = 17-65$ кДж/моль. В зависимости от длины R $\Delta\eta_a$ и $\Delta\zeta_a$ изменяются экстремально наименьшее их значение при высокой вязкости растворов соответствует комплексу и сольватам с $R=C_7H_{15}$ в гептане, что свидетельствует о высокой скорости релаксации надмолекулярной структуры системы. Суммарная скорость гелеобразования в растворах комплексов и сольватов описывается уравнением второго порядка $d\eta/dt = k_n(1 - \eta_t/\eta_\infty)^2$ и зависит от концентрации, структуры, степени сольватации комплексов и структурного соответствия в растворах

УДК 532.135

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Т.И.Добренко, А.Е.Чалых, Н.И.Морозова, В.Б.Бусыгин

Широкое распространение эпоксидных олигомеров в качестве связующих полимерных композиционных материалов требует детального изучения их реологических свойств.

В работе получены реологические кривые и определены энергии активации вязкого течения эпоксидных олигомеров различных молекулярных масс (Э-16, ЭД-20, Э-40, Э-44) в интервале температур 298 - 443 К. Исследования проводились на ротационном вискозиметре типа конус-плоскость в интервале скоростей сдвига $10^{-3}-10^3$ сек $^{-1}$.

Показано, что увеличение ММ эпоксиолигомера приводит к увеличению их вязкости $\eta \sim MM^b$ и энергии активации вязкого течения $E_\eta = 2,3 \cdot RT \cdot \lg(\eta/\eta_0)$.

Получены реологические кривые для эпоксидной смолы Э-44, наполненной двуокисью титана. Введение TiO_2 (0,8 - 12 % масс.) в композицию приводит к появлению на реологической кривой структурной ветви в области низких скоростей сдвига, что свидетельствует об образовании в системе дисперсных структур. Увеличение содержания TiO_2 усиливает этот эффект. Показана возможность расчета вязкости системы эпоксиолигомер- TiO_2 в рамках температурно-концентрационной аналогии.

Изучена реакинетика процесса отверждения эпоксидной смолы Э-44 дициандиамином в зависимости от температуры и содержания ДДДА. Показано, что вязкость реакционной системы Э-44+ДДДА изменяется по степенному закону $\eta = kt^\alpha$, где k -константа, t -время, α -эмпирическая постоянная. Экспериментально установлено, что при содержании ДДДА < 30% и $T < 443$ К $\alpha \approx 1$, что соответствует росту членов разветвленных макромолекул. Увеличение содержания ДДДА > 40 % приводит к появлению точки перегиба на кривой зависимости $\lg(\eta) = f(lgt)$, а α изменяется от 1 до 2,65, что соответствует проявлению в системе разветвленных цепей и формированию сетки зацеплений.

Институт физической химии АН СССР, г.Москва.

Институт химии нефти СО АН СССР, г.Томск

УДК 678.028

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
В ТЕЧЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ПЕРИОДА ПРОЦЕССА
ВУЛКАНИЗАЦИИ ЭЛАСТОМЕРОВ

А.А.Донской, В.А.Шеринев, В.Д.Пловская,

Государственный институт химической технологии им. М.В.Ломоносова

Методом ротационной вискозиметрии изучено реологическое поведение не наполненных резиновых смесей на основе полизопрена и полибутиадиена в промежуток времени, определяемый как индукционный период процесса вулканизации. Для регулирования его продолжительности использовали различные вулканизующие системы, содержащие ультраускоритель и ускоритель замедленного действия.

Установлено, что на начальном этапе процесса вулканизации, в отсутствие связывания серы, реологические свойства резиновых смесей определяются свойствами исходного полимера. Увеличение вязкости в этот период обусловлено возрастанием молекулярной массы каучука, связанным, по-видимому, с рекомбинацией радикалов, образующихся в процессе механодеструкции при изготовлении смеси - в случае полизопрена и наложением указанного эффекта на процесс кросс-полимеризации - в случае полибутиадиена. Указанный эффект увеличения вязкости смесей в течение индукционного периода проявляется в достаточно широком интервале температур: как при температурах вулканизации диеновых каучуков ($140\text{--}150^{\circ}$), так и при температурах, характерных для конечных стадий изготовления резиновых смесей ($100\text{--}120^{\circ}$). Различия в поведении вульцованного полимера при указанных температурах приводят к тому, что уровень увеличения вязкости смесей на основе полибутиадиена практически на порядок выше, чем в смесях на основе полизопрена.

Кинетические исследования указанных реологических эффектов в смесях на основе полизопрена позволили установить, что процесс повышения вязкости определяется кинетическим уравнением первого порядка, а зависимость между молекулярной массой и вязкостью выражается универсальной степенной функцией.

Московский институт тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова,
Научно-исследовательский институт пластических масс им. Г.С.Петрова
НПО "Пластмасон", г. Москва

- 70 -

УДК 532.135

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ
ПРОЦЕССОВ В ТИКСОТРОПНЫХ СИСТЕМАХ.

О.Р.Дорняк

Особенности механического поведения реологически сложных жидкостей определяется макроскопически развитой внутренней структурой. Во многих коллоидных и дисперсных системах частицы наполнителя, взаимодействуя друг с другом, образуют разветвленный каркас с упругими свойствами. Каркас разрушается только при напряжениях, больших некоторой критической величины. Для ряда технологических процессов важнейшее значение имеют кинетические свойства этих материалов. Данная работа посвящена исследованию тиксотропных систем типа концентрированных глинистых суспензий с учетом их упругих свойств.

В качестве реологического уравнения для состояния с разрушенной структурой принято уравнение, предложенное Кембловски и Петерой. Оно обобщает Уравнение Балкли-Герши на случай зависимости предела текучести и коэффициента консистентности от некоторого структурного параметра. Деформации в структурном каркасе считаются полностью обратимыми и описываются для рассматриваемого течения соотношением типа Гука.

Особенности течения исследуются на примере одной из традиционных модельных задач - одномерного нестационарного течения в длинном канале. Отметим, что предельный случай "жесткого" или мгновенного разрушения структуры таких жидкостей исследован ранее и показано влияние упругих свойств в зонах с неразрушенной структурой на переходные и нестационарные течения упруговязкопластичных жидкостей с новым тиксотропным периодом.

Получено численное решение начально-краевой задачи с подвижными границами и проанализировано влияние структурных параметров материала на кинематические и динамические характеристики переходных течений. Показано, в частности, что при внезапном изменении градиента давления вдоль канала тиксотропные свойства жидкости способствуют сдавлению пульсаций расхода, возникающих за счет волн сдвига в зонах с неразрушенной структурой.

Воронежский государственный университет

УДК 678-19.01:539.3:532.135

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОТРОПНЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГОМО- И СОПОЛИМЕРОВ

В.Е.Древаль, Е.В.Котова, В.В.Зуев, П.И.Хохлов, И.А.Волегова,

На примере полигекса- и полилекаметиленфумароил-бис-4-оксибензоатов (соответственно ПЭФ-6 и ПЭФ-10) и статистического сополимера на их основе (СПЭФ) изучено влияние строения жидкокристаллических (ЖК) полимеров на их реологические, термодинамические и структурные особенности. Исследования проведены методами капиллярной вискозиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии и рентгено структурного анализа.

Найдено, что все изученные полимеры образуют в ЖК-состоянии смектическую мезофазу. В отличие от гомополизифиров для СПЭФ характерна высокая чувствительность ее структуры к предистории выделения из раствора после синтеза и к отжигу в области $T_{пл}$. Прогрев СПЭФ в ЖК-состоянии в области $T_{пл}$ приводит к зарождению в расплаве полимера кристаллитов новой кристаллической фазы. Следствием этого оказывается высокая чувствительность вязкости к времени и температуре отжига, причем вязкость может возрастать в десятки тысяч раз по мере формирования кристаллитов. Показано, что в процессе течения в ЖК-состоянии происходит постадийная перестройка структуры ПЭФ-6, ПЭФ-10 и СПЭФ, приводящая при больших напряжениях сдвига к высокой ориентации макромолекул и расположению смектических слоев из мезогенных групп перпендикулярно направлению течения. Приближение температуры опыта к $T_{пл}$ полимеров затрудняет ориентацию макромолекул ПЭФ-6, ПЭФ-10 и СПЭФ при течении, по-видимому, из-за присутствия в расплаве остатков кристаллитов исходной кристаллической фазы в случае гомополимеров или из-за образования в нем новой кристаллической решетки при отжиге СПЭФ. Это приводит к изменению механизма течения исследуемых полимеров. В результате падение вязкости с ростом напряжения сдвига становится обусловленным не ориентационными процессами, а прогрессирующим распадом сетки кристаллитов при превышении напряжением сдвига "критического" значения.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР, Москва
ИВС АН СССР, г. Ленинград
НИФХИ им. Л.Я. Карпова, г. Москва

- 72 -

УДК 678-19.01:539.3:532.135

ДИНАМИКА МАКРОМОЛЕКУЛ В ОДНООСНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ЖИДКОСТИ И РЕОЛОГИЯ НЕМАТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

Л.И.Дремин, В.С.Волков

Рассматривается элементарная молекулярно-кинетическая теория анизотропной вязкоупругости нематических жидкокристаллических (ЖК) полимеров. Для самих макромолекул принята модель жесткой гантели. В рамках этой модели удается наиболее просто учесть их анизотропное межмолекулярное взаимодействие. Взаимодействия, ответственные за ЖК упорядочение описываются в рамках теории самосогласованного поля Майера-Заупе. Учитывается одноосная анизотропия подвижности макромолекул, связанная с их крупномасштабными движениями. С помощью Ланжевеновского подхода исследованы статистические характеристики движения макромолекул, определен тензор напряжений нематических полимеров. Изучены фазовые переходы. В рамках этой модели получен ряд новых результатов, интересных с точки зрения физики и ресологии ЖК полимеров.

Важной особенностью рассмотренной модели является то, что учитывается анизотропия распределения скоростей \vec{U} броуновских частиц в равновесно-анизотропной окружающей жидкости

$$\langle U_i U_k \rangle = \frac{T^L}{m} (\delta_{ik} - n_i n_k) + \frac{T^H}{m} n_i n_k$$

где T^H , T^L - продольная и поперечная (по отношению к директору \vec{H}) температуры. В этом случае стационарная статистика уже не сводится к традиционной термодинамике. Возникают понятия анизотропии температуры и анизотропной функции распределения Максвелла.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
Москва.

- 73 -

УДК 541.64:539.(55+2)

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТВОРОВ
СП ММА-МАК В ПРИСУТСТВИИ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Дубина Л.Г., Пахомова И.Н., Рябов В.П., Кардаш Г.Г., Хомутов И.И.

Исследованы реологические и вязкостные свойства растворов СП ММА-МАК, содержащих низкомолекулярные добавки разной природы. Выбор низкомолекулярных добавок был обусловлен набором веществ, входящих в состав вязко-съёмных композиций для контактно-диффузионной фотопечати.

Ранее нами было показано, что такие композиции в зависимости от скорости сдвига проявляют дилатантные свойства. Дилатантное структурообразование обуславливает аномальное изменение вязкости в определенной области скоростей сдвига.

[η] ^{25°} в 2-этоксиэтаноле 3,0 дж/г), не содержащих низкомолекулярных добавок в широкой области концентраций полимера и температур. Кривые течения для всех концентраций и во всей области температур имеют аналогичный вид, свидетельствующий о ярко выраженных неиньютоновских эффектах. Однако дилатантных свойств растворы не проявляют.

Изучена эффективная вязкость и температурная зависимость вязкости растворов СП, содержащих по отдельности все компоненты композиции. Выявлено специфическое влияние сульфита натрия на реологические свойства растворов СП. При достижении в растворе концентрации сульфита натрия 6 г/дл в области напряжений сдвига от 60 до 250 Па наблюдается резкое изменение формы кривой течения, выражающееся в появлении ветви интенсивного увеличения вязкости. Энергия активации вязкого течения растворов СП при введении добавки возрастает более чем в 4 раза, что свидетельствует об изменении механизма течения раствора. Обнаруженное явление может быть объяснено специфическим действием соли, приводящим к изменению конформации макромолекул и способствующим возникновению дополнительных контактов между цепями СП, что придает системе свойства синтетического каучука.

Научно-исследовательский институт химии
Саратовского государственного университета, г. Саратов

УДК 678.5:532.135

ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ В ПАКЕТАХ ФИЛЬТРУЮЩИХ СЕТОК
М.Б.Дубинский, О.Ю.Сабсай

Изучены течения расплавов термопластов в пакетах металлических фильтрующих сеток. Исследования проводили на капиллярном вискозиметре "Реограф 1000" фирмы "Гёттферт" (ФРГ) в режиме постоянных объемных расходов с помощью специально изготовленного приспособления для закрепления пакета сеток в приборе. Варьировали количество сеток в пакете, их типы и размеры, расположение в пакете и тип полимера.

Показано, что во всех случаях потери давления при течении через пакет аддитивно складываются из потерь давления на каждой отдельной сетке при фиксированном расходе расплава и не зависят от расположения сеток внутри пакета.

Весь поток через сечение сетки можно разбить на сумму потоков через отдельные ячейки (струйное течение), а течение через ячейку моделировать течением через короткую фильтру. Основной вклад в потери давления при таких течениях составляют потери давления $\Delta P_{вх}$ на входе в канал. Величина $\Delta P_{вх}$ зависит от соотношения диаметров резервуара и фильтра D/d . Показано, что, в рамках модели струйного течения, потери давления при протекании расплава через ячейку сетки также зависят от соотношения диаметров мысленно вырезанной струи расплава и гидравлического диаметра ячейки.

Это позволило разработать метод вычисления расходно-напорных характеристик пакетов фильтрующих сеток из экспериментальных данных по течению расплавов термопластов через короткие фильтры, полученных при различных соотношениях диаметров резервуара и фильтра D/d .

Научно-производственное объединение "Пластик", г. Москва

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭПОКСИДНОТИТАНПОЛИЭФИРНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ

Л.Д.Дульцева, А.Л.Суторов, Г.И.Овчинникова, С.А.Вшивков,
Н.Д.Жакова

Эпоксиднотитанполиэфирные (ЭТП) композиции, содержащие эпоксидную смолу и гидроксиолигоэфиртитанат $Ti[O(ROCOOCO)]_4 ROH$ (ОЭТ), обладают высокой жизнеспособностью, комплексом повышенных физико-механических свойств после отверждения и являются основой ряда практически ценных материалов.

Ранее нами было установлено существенное влияние условий выдержки (время, температура) композиций перед отверждением на свойства полимеров. Для выяснения причин, приводящих к этому, изучены реологические свойства ЭТП композиций, выдержаных длительное время (до 1 года) при комнатной температуре, а также после изотермического нагревания при 100, 120, 150°C. Измерения проводили на вискозиметре АКВ-5 при 25°C. Параллельно химическим методом определяли изменение содержания эпоксидных групп (ЭГ).

Во всех случаях повышение температуры и увеличение времени выдержки сопровождается возрастанием вязкости композиций, а также уменьшением содержания ЭГ. Перегиб на кривой $\eta = \frac{1}{\dot{\gamma}}$ для пропаренных композиций имеет место практически при одном значении напряжения сдвига (σ_0). Для композиций, длительно выдержаных при комнатной температуре, этот перегиб сдвинут в сторону больших σ_0 .

Полученные результаты свидетельствуют о структурировании в ЭТП композициях, связанном с химическими реакциями функциональных групп ОЭТ и смолы. Выдержка при комнатной температуре приводит к дополнительному структурированию за счет межмолекулярных взаимодействий в системе. Эти выводы согласуются с электронномикроскопическими и физико-механическими исследованиями ЭТП полимеров. Более высокий уровень свойств последних обеспечивается большей однородностью сформированных при комнатной температуре структур.

Отдел тонкого органического синтеза Института
химии БНЦ УрО АН СССР, г.Свердловск

РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВТОРИЧНЫХ
ПОЛИМЕРОВ

С.Д.Евменов, И.Н.Бирюкова

Одним из перспективных направлений улучшения свойств вторичных полимеров является их модификация, реализующая, в частности, процессы прививки и сшивания, так как эти материалы характеризуются значительным содержанием активных групп. По ряду признаков в качестве модификаторов использованы соединения изоцианатного типа, в качестве объекта исследования взят вторичный полистилен (ВПЭ).

Реологическое поведение модифицированного ВПЭ оценивалось по кривой течения и показателю текучести расплава, снятым на капиллярном вискозиметре типа ИИРТ-М, а также по результатам исследования процесса пластикации материала на пластографе "Брабендер".

Анализ результатов капиллярной вискозиметрии показал, что реологическое поведение модифицированного ВПЭ в исследованном диапазоне скоростей сдвига близко к ньютоновскому, упругие свойства выражены слабо, однако эффективная вязкость существенно зависит от изменения скорости сдвига. Тип и концентрация модификатора, а также способ его введения в полимер заметно влияют на реологические свойства материала.

Исследование поведения данного материала в процессе пластикации по кривым "крутящий момент - время", полученным на пластографе "Брабендер", дало возможность оценить степень взаимодействия модификаторов и полимерной матрицы, с достаточной точностью определить время начала данного процесса и влияние основных технологических параметров.

Кузбасский политехнический институт
г. Кемерово

УДК 541.64:539.3:532.54

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ И ИЗОТРОПНЫХ РАСПЛАВОВ ОКСИЭТИЛЦИАНЭТИЛЦЕЛЛОЗЫ ПРИ СДВИГОВОМ И ПРОДОЛЬНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

А.К.Евсеев, Л.С.Болотникова, Л.И.Куценко,

Изучены особенности продольного (усовершенствованный вискозиметр растяжения ВРП-С) и сдвигового (реометр ПИРСП) деформирования расплавов ($120\pm230^{\circ}\text{C}$) оксиэтилцианэтилцеллозы (ОЭЦЦ, содержание азота 9,8%, оксиэтильных групп - 28%, $\eta_{\text{sp}}=1,75 \text{ дL/g}$) в интервале скоростей деформации $\dot{\epsilon}, \dot{\gamma}=10^{-4}+10 \text{ c}^{-1}$.

ОЭЦЦ при комнатной температуре находится в замороженном ЖК состоянии (данные рентгеноструктурного анализа). Интервал существования мезофазы составляет $35\pm190^{\circ}\text{C}$ (ДСК, поляризационная оптическая микроскопия). При 190°C наблюдается переход в изотропное состояние.

В условиях сдвигового деформирования в анизотропном состоянии на кривых течения расплавов наблюдается выраженный предел текучести (пластический механизм течения), величина которого уменьшается по мере приближения к изотропному состоянию вплоть до полного вырождения. В изотропном состоянии при малых $\dot{\gamma}$ наблюдается область ньютоновского течения, переходящая при повышении $\dot{\gamma}$ в структурную ветвь.

В условиях продольного течения в режиме постоянства $\dot{\epsilon}$ по мере развития деформации наблюдается монотонное возрастание напряжения с выходом на установившийся режим течения. Получены кривые продольного течения в анизотропном и изотропном состояниях ОЭЦЦ. Рассчитаны значения истинной продольной вязкости (λ). В анизотропном состоянии λ непрерывно убывает с возрастанием $\dot{\epsilon}$, как и у расплавов термотропных ЖК полимеров. В изотропном состоянии продольная вязкость перестает зависеть от скорости деформации ("трутоновское" течение).

Проведено сопоставление значений сдвиговой и продольной вязкостей расплавов ОЭЦЦ. В анизотропном состоянии сдвиговая вязкость оказывается ниже продольной на $2,5\pm3,5$ десятичных порядка. Для изотропного расплава не соблюдается соотношение Трутонна ($\lambda/\eta=3$). Отношение вязкостей равно ста.

Институт высокомолекулярных соединений АН СССР, Ленинград

- 78 -

УДК 541.64:539.3:532.54

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РАСПЛАВОВ ТЕРМОТРОПНОГО ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛИЭФИРА ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

А.К.Евсеев, Л.С.Болотникова, Г.С.Мадаминов, Ю.Н.Панов

Изучены особенности продольного деформирования расплавов ($80\pm180^{\circ}\text{C}$) термотропного жидкокристаллического (ЖК) полиэфира на основе терефталоил-бис-4-оксибензоата и полипропиленгликоля ($M_w=2,5\cdot10^4$) на усовершенствованном вискозиметре растяжения полимеров с постоянной скоростью деформации ($\dot{\epsilon}=10^{-4}+5\cdot10^{-2} \text{ c}^{-1}$). Этот полиэфир является некристаллизующимся полимером. При 30°C он переходит в анизотропное "каучукоподобное" состояние, при 100°C - в состояние ЖК расплава, а при 200°C - в изотропное состояние.

Установлено, что в изученном интервале температур и $\dot{\epsilon}$ во всех случаях имеет место монотонное возрастание напряжения при повышении степени деформации вплоть до достижения режима установленного течения. Получены полные кривые продольного течения в температурном интервале существования мезофазы. Рассчитаны значения истинной продольной вязкости (λ). Установлено, что для ЖК полиэфира, в отличие от изотропных систем, λ уменьшается при увеличении скорости деформации, что объясняется пластическим характером течения. Проведено сравнение продольной и сдвиговой (η) вязкостей. Значения λ превышают η на $1,5\pm2$ десятичных порядка.

Из температурных зависимостей вязкости, полученных при фиксированном напряжении 250 Па, определены теплоты активации вязкого течения (U_a). При непрерывном сдвиговом деформировании U_a в анизотропном состоянии оказывается в три раза больше, чем в изотропном. При растяжении в области ЖК расплава U_a в два раза превышает таковую при сдвиге, что объясняется большим ориентационным воздействием (и порядком) при растяжении. При переходе в анизотропное "каучукоподобное" состояние теплота активации продольного течения уменьшается; предпринята попытка объяснения с позиций существования критической степени развернутости макромолекул.

Институт высокомолекулярных соединений АН СССР,
Ленинград

- 79 -

УДК 532.5:532.135

КАПЕЛЬНО-НИТОЧНЫЙ РАСПЛАД ПОЛИМЕРНЫХ СТРУЙ И СВЯЗАННЫЕ
С НИМ ЯВЛЕНИЯ

В.М. Ентов, А.Л. Ярин

Теоретические и экспериментально исследовано явление капельно-ниточного распада тонких капиллярных струй разбавленных и полуразбавленных полимерных растворов. Показано, что гиперустойчивость тонких жидких нитей, связанных капли на поздней стадии распада, вызвана высокомодулем растяжением полимерных молекул. Рассчитаны и измерены напряжения в нитях и оценены соответствующие упругие удлинения. Представлен асимптотический и численный теоретический анализ, который хорошо согласуется с экспериментом. Обсуждаются некоторые общие выводы, связанные с наблюдаемыми явлениями.

Институт проблем механики АН СССР,
Москва

КРИТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ИЗОТАКТИЧЕСКОГО
ПОЛИПРОПИЛЕНА.

Брина Н.А., Компаниец Л.В., Прут Э.В.

В работе исследовали поведение расплава изотактического полипропиленена в условиях одновременного воздействия механического и температурного полей на ~~шток~~ ювке роторного типа непрерывного действия. Деформирование материала осуществлялось в кольцевом зазоре основного рабочего узла, представляющего собой вращающийся ротор и неподвижную принудительно охлаждаемую насадку. В результате выбора оптимальных условий деформирования был получен однородный микродисперсный порошок.

Для достижения критических значений деформации и скорости сдвига и выхода процесса на стационарный режим варьировали параметры механического (величина зазора, скорость вращения ротора) и температурного (скорость охлаждения, длина охлаждаемой зоны) воздействий.

Исследована зависимость дисперсности получаемого порошка от термической предистории расплава.

Предложен возможный механизм получения порошка, связанный с наличием ориентационной кристаллизации расплава частично кристаллического полимера и дальнейшим разрушением получаемой гетерогенной извнешней структуры.

Институт химической физики АН СССР Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ДЕГТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВIBРАЦИИ

В.К. Йданюк

Исследованы особенности реологического поведения каменноугольных дегтей различного состава и вязкости в условиях наложения на непрерывное сдвиговое деформирование (в режиме установившегося течения) периодического с большими амплитудами скорости деформации $\dot{\gamma}_0 = \gamma_0 \cdot \omega = 28,6 \text{ с}^{-1}$ и частной $\omega = 44 \text{ с}^{-1}$.

Экспериментально установлено, что концентрация дисперсной фазы (веществ нерастворимых в толуоле) в рассматриваемых образцах дегтей оказывает существенное влияние на интенсивность проявления тиксотропных эффектов. Снижение напряжений сдвига (τ) при наложении вибрации различно для дегтей, отличающихся групповым составом. В случае дегтей марки Д-6 (ГОСТ 4641-80) эффект наиболее сильный (τ изменяется почти на десятичный порядок). На дегте Д-5 действие вибрации оказывается меньше, а для Д-4 и Д-3 зависимость $\tau = f(t)$ практически не изменяется. Время достижения исходного уровня напряжений сдвига после снятия вибрации зависит от степени организации надмолекулярной структуры дегтя. Установлено, что время достижения исходных значений τ сокращается с повышением скорости сдвига. При повышении в дегтях концентрации веществ нерастворимых в толуоле наблюдается увеличение времени выхода τ на донивационный уровень.

Проведенные эксперименты показали, что такой важный параметр, как продолжительность вибрационного воздействия, имеющий большое значение в случае полимеров и нефтяных битумов, для дегтей существенной роли не играет. Вероятно, из-за низкой вязкости дисперсионной среды дегтей, ее сопротивление сильно-му вибрационному воздействию ($\xi_0 = 6,5 \cdot 10^4$) незначительно, в результате чего разрушение структурных комплексов происходит практически мгновенно.

Автомобильно-дорожный институт им. Комсомола Украины, г. Харьков.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ПЭ-ПП СМЕСЕЙ

Н.В. Жилкина, Д.Т. Ларин, В.М. Воробьев

В данном исследовании решалась задача по выявлению характера и величины изменения модуля упругости в вязкотекучем состоянии облученных полимеров, типа ПЭ-ПП, используемых в качестве внешней защитной оболочки конструкции оптического световода. Образцы полимерного изделия, в виде трубы с внешним диаметром около 3 мм, изготавливались путем экструзии из механической смеси разного состава: кабельного ПЭ марки И53-01К и морозостойкого ПП марки "Симон-4" с модифицирующей добавкой до 2% силоксанового каучука СКН. Ряд образцов состоял из: ПЭ, ПЭ+10%ПП, ПЭ+20%ПП, ПЭ+30%ПП, ПП.

Механические испытания предварительно облученных образцов (дозой до 10^7 рад) проводились на разрывной машине РУМ-65, модуль упругости при $T=20^\circ\text{C}$ $< T_{\text{ст.}}$ (соответствует вязкотекучему состоянию) определяется по ГОСТу 955081.

Эксперимент показал уменьшение модуля упругости с увеличением степени облучения, причем эффект уменьшения модуля для ПП при дозе 10^7 рад примерно на порядок больше, чем для ПЭ. Зависимость модуля упругости от состава смеси ПЭ-ПП при разных дозах облучения имеет вид кривой с выпуклостью вверх, что говорит о увеличении модуля в смеси больше аддитивного значения.

Расхождение между теоретическими кривыми с параллельным включением элементов структуры в меньшей степени отличаются от эксперимента, что позволяет судить о данной модели, как о более вероятной. К тому же, модель параллельного включения элементов по данным других авторов, хорошо описывает реальное поведение полимерной смеси с ограниченной растворимостью компонентов.

НПО ВНИИ Кабельной промышленности, г. Москва

Московский Государственный педагогический институт

РЕОЛОГИЯ СМЕСЕЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

Забугина М.П., Парсамян И.Д., Литвинов И.А., А.Ю.Билибин,
И.А.Волегова

Методами вискозиметрии, электронной микроскопии и механики исследованы особенности течения, структура и прочность экструдатов смесей двух термопрочных жидкокристаллических полимеров; полидекаметилентерефталоил-бис-4-оксибензоата (НЭФ-10) и сою-полидекаметилентерефталоил-бис-оксибензоата резорцина и фенилгидроксона (ФГР-50).

Концентрационные зависимости вязкости, модуля и прочности имеют сложный, но однотипный характер с существованием экстремумов. Высказаны предположения о механизме течения смесей во всем диапазоне составов, действующих напряжений и температур, обусловленном ориентационными эффектами и уровнем взаимодействия между компонентами. Результаты исследования морфологии экструдатов и термодинамических характеристик подтверждают справедливость предположений.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,

Москва.

ИВС АН СССР, г. Ленинград

НИФХИ им. Л. Я. Карпова, г. Москва

Течение жидкых мономеров через пористые перегородки различных каркасных материалов

В.К. Забукао

Многие каркасные материалы, как пористые металлы, керамика, полимерные блочные карбонизаты, характеризуются значительной пористостью. От величины пор, характера их расположения по сечению и высоте образцов, формы пор зависят многие физико-механические и технологические свойства материалов, такие как прочность, термостойкость, проницаемость жидкостей и другие. Исследования процессов течения мономеров через различные пористые перегородки имеет большое значение для определения оптимальных режимов процесса пропитки, и следовательно получения новых композитных двухфазных материалов. В опытах были использованы следующие каркасные материалы: карбонизаты из термоликсированного ПВС с эквивалентным радиусом цилиндрических пор $r_e = 22,4 \text{ мкм}$ и открытой пористостью $\Pi_0 = 26,6 \%$, керамика из Al_2O_3 с $r_e = 12,1 \text{ мкм}$ и $\Pi_0 = 13,2 \%$, металлокерамика, полученная из порошков ПРХ18Н9Т с $r_e = 24 \text{ мкм}$ и $\Pi_0 = 30,4 \%$. Для исследования процесса течения были использованы следующие мономеры: отирол, метилакрилат и метилметакрилат.

Установлено, что скорость течения жидких мономеров через цилиндрические поры образцов из каркасных материалов при постоянной температуре определяется факторами, представленными в уравнении:

$$V = A^P e^{k \frac{r_e}{l \cdot \infty}}$$

где: A - константа, зависящая от размеров образца /геометрический фактор фильтрации/; k - структурная константа каркасного материала; r_e - эквивалентный радиус поры, определенная по методу Дарси-Пузэйля; l - длина цилиндрической поры, равна толщине образца; ∞ - средний коэффициент извилистости поры.

Приводятся экспериментальные подтверждения вышеуказанной зависимости.

УДК 532.135:532.542

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ
В КАВЕРНЕ КОЛЬЦЕВОГО КАНАЛА С ПОДВИЖНЫМИ СТЕНКАМИ
В.Н.Задворных, А.И.Литвинов, А.П.Масляков,
А.Г.Соколов, Е.В.Чижонков

Рассматривается нестационарное осесимметричное течение неньютоновской неожидаемой жидкости в кольцевом канале, образованном двумя соосными цилиндрическими поверхностями. В канале имеется каверна в виде прямоугольного углубления на внешнем цилиндре. Внутренний цилиндр вращается относительно оси с одновременным перемещением вдоль нее. В качестве базовой используется феноменологическая обобщенная четырехпараметрическая нелинейно-вязкопластичная модель Шульмана, адекватная реологическому поведению буровых растворов, различных пульп, красок, смол и многих других неньютоносских сред.

В процессе решения задачи использовано математическое обоснование обобщение метода построения разностной схемы для уравнений движения в естественных переменных (скорость-давление) на случай переменной эффективной вязкости. Полученное численное решение позволило проанализировать влияние реологических параметров нелинейно-вязкопластичной жидкости и движущихся стенок на распределение скоростей и напряжений в каверне, гидравлические характеристики и различные структуры течения.

Этап отладки расчетной схемы показал совпадение получаемых на ее основе результатов с известным теоретическим решением /1/ задачи о стационарном течении нелинейно-вязкопластичной жидкости в кольцевом зазоре (без каверны) постоянного сечения с подвижными стенками. Хорошее совпадение получено и при сравнении результатов расчета с экспериментальными замерами профиля скоростей при течении полимерглинистого бурового раствора в прямоугольной каверне стеновой скважины.

Литература

1. В.П.Шульман, В.Н.Задворных, А.И.Литвинов. Реодинамика нелинейно-вязкопластичных жидкостей в кольцевых каналах с подвижными стенками. Препринт №45. Минск, ИТМО АН БССР, 1987, 51с.

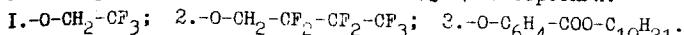
Всесоюзный научно-исследовательский институт буровой техники
Московский государственный университет

УДК 678.19.01:539.3:532.135:541.64:539.2

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ
ПОЛИФАЗЕНОВ

Задорин А.Н., Борисенкова Е.К., Кузьмин Н.Н.,
тур Д.Р., Дьяченко М.В., Фрейдзон Я.С., Антипов Е.М.

Реологическим и рентгеновским методами в больших дифракционных углах исследованы исходные полимеры и экструдаты ряда полиграно-фосфазенов (ПФ) сверхвысокой молекулярной массы и узкой полидисперсности. Общая структурная формула ПФ: $-(P(R)_2-N)_n$, где: R - бинарные боковые ответвления следующего строения:



Показано, что первая система в интервале температур $+150^{\circ}\text{C}$ находится в мезофазном состоянии с одномерным дальним порядком в упаковках мономолекулярных слоев, в которых реализуется ближний порядок укладки центров цепей. Вдоль направления осей конформационно разупорядоченных макромолекул наблюдается хороший ориентационный порядок. Установлено, что вторая система в рекордно широком для ПФ диапазоне температур от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+300^{\circ}\text{C}$ находится в таком же мезофазном состоянии. При охлаждении наблюдается частичная кристаллизация полимера и стеклование ($T_{\text{ст}} \sim -60^{\circ}\text{C}$), некристаллической фазы. Экструзия обоих полимеров через канавки приводит к высокой ориентации макромолекул. Третий полифосфазен переходит в изоморфное состояние при $70-80^{\circ}\text{C}$. Исходный полимер является частично упорядоченной системой с невысокой степенью кристалличности. Кристаллическая фаза при нагревании трансформируется в структуру, аналогичную наблюдаемой для гребнеобразных полимерных материалов.

Существенные различия в реологическом поведении исследуемых полимеров. Первые два ведут себя подобно пластичным дисперсным системам с пределом текучести, линейно зависящим от температуры. В мезофазном состоянии отсутствует разбухание экструдата. Третий полимер характеризуется высокой степенью эластичности и течет как обычные вязкоупругие жидкости.

УДК 678.01 : 539.37

СТРУКТУРА ТЕКСТУРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИЕЙ
БЕЛКОВ, ПОЛИСАХАРИДОВ И ИХ СМЕСЕЙ: ЕЁ ФОРМИРОВАНИЕ И СВЯЗЬ СО
СВОЙСТВАМИ ТЕКСТУРАТОВ.

Засыпкин Д.В., Юрьев В.П., Толотогузов В.Б.

С целью выяснения механизма формирования волокнистой структуры экструдатов методами механических испытаний, оптической и электронной микроскопии, дифракции рентгеновских лучей, ИК-спектроскопии исследовались изменения структуры и свойств экструдатов в зависимости от их состава.

Преимущественная ориентация молекулярных цепей в экструдатах отсутствует независимо от природы биополимеров и состава экструдируемой смеси. Экструдаты на основе отдельных компонентов (белки, крахмал и другие полисахариды) изотропны, прозрачны и не обнаруживают волокнистой структуры. Добавление 5 % полисахарида к белкам бобов сои приводит к волокнообразованию, которое не является следствием ориентации молекулярных цепей биополимеров. В стабилизации структуры таких экструдатов участвуют водородные и ковалентные связи. По данным ИК-спектроскопии взаимодействие между молекулами белка и полисахарида отсутствует. Составлены основные представления о механизме формирования волокнистой структуры экструдатов. Они предполагают деформацию и коалесценцию дисперсных частиц гетерофазного расплава смеси биополимеров в поле сил сдвига.

Гетерофазная природа экструдатов определяет их набухание в воде, деформационные свойства при растяжении и разрезании, упругое расширение экструдатов на выходе их из сопла экструдера, кристаллизацию полисахарида в случае его кристаллизуемости. Для экструдатов на основе белков бобов сои с крахмалом проходит инверсия фаз в области от 60 до 80 % содержания крахмала. Область ярко выраженного волокнообразования - 5-20 % крахмала в экструдатах совпадает с областью наибольшей анизотропии их механических свойств.

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова,
АН СССР, г. Москва.

УДК 541.64

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛЕНКАХ
СОПОЛИМЕРОВ ТФХЭ И ВДФ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Г.М.Зачиняев, А.П.Кондратов, В.П.Григорьев

Реологические свойства сopolимеров (СП) трифторметилена (ТФХЭ) и винилиденфторида (ВДФ) с различным соотношением мономеров существенно различаются. Введение в политрифторметилен нескольких процентов винилиденфторида при прочих равных условиях увеличивает скорость протекания релаксационных процессов в широком диапазоне температур, существенно изменяет степень кристалличности и деформационно-прочностные свойства пленок.

Исследовались процессы релаксации напряжений и тангенс угла диэлектрических потерь в пленках СП ТФХЭ и ВДФ различного молекулярного состава в инертной газовой и адсорбционно-активной жидкой средах. Установлено, что с увеличением содержания ВДФ в сopolимере возрастает скорость релаксации напряжений во всех исследованных средах и чувствительность релаксационных характеристик к тепловой истории образцов. Сopolимер, содержащий 25 мол. % ВДФ, после термообработки и закалки в воде практически утрачивает зависимость скорости релаксации напряжений от химической природы жидкой адсорбционно-активной среды. Пленки сopolимера того же состава, подвергнутые медленной кристаллизации в оптимальных условиях наоборот весьма чувствительны к действию жидкой среды. Жидкие адсорбционно-активные среды в зависимости от степени специфического сродства к сopolимеру изменяют характеристическое время релаксации напряжений в кристаллических пленках и скорость их ползучести в жидкости на один - два порядка.

УДК 532.135:539.55

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЯЗКОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ УПОРЯДОЧЕННОЙ МОДЕЛИ.

В.Э.Згаевский

Описывается протекание вязкой несжимаемой жидкости между одинаковыми жесткими частицами, размещеными в узлах решетки заданной симметрии, при однородном смещении частиц друг относительно друга. В силу симметрии задачи уравнение Ньютона-Стокса решается с граничными условиями в элементарной ячейке модели при различных значениях числа Рейнольдса. В отличие от известных решений аналогичных задач предложенное решение принципиально учитывает непарное взаимодействие частиц.

Записывается уравнение движения частиц модели, в котором силы взаимодействия частиц выражаются через скорости смещения частиц друг относительно друга, вязкость жидкости и геометрию граничных условий в элементарной ячейке.

Используя математический аппарат микроскопической теории кристаллов, вычисляются макроскопические реологические характеристики концентрированных суспензий как функции объемной доли наполнения, градиентов скорости и вязкости жидкости.

Учет непарного взаимодействия частиц позволяет указать критические условия течения, при которых нарушается устойчивость структуры модели. Последние может оказаться основой успешного применения данного подхода в теории диспергирования. Проводится сравнение полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными. Анализируются направления дальнейшего развития и приложения данного подхода.

Отделение института химической физики АН СССР,
Черноголовка.

- 90 -

УДК 664.658.12:539.612

А.Д.Зимон, А.Ф.Васина, С.М.Иоффе

РЕОЛОГИЯ И АДГЕЗИЯ ТЕСТА

Адгезия как поверхностное явление связана с объёмными свойствами адгезива. Эта связь прослеживается в процессе формирования площади контакта вязкоупруго-пластического адгезива /теста/ на неровчатой поверхности субстрата.

На основе рассмотрения элементарного акта заполнения впадины неровчатой поверхности определена площадь фактического контакта и коэффициент μ , характеризующий её превышение по отношению к площади名义ального контакта.

При помощи разработанного чувствительного адгезиометра /на базе дифференциально-трансформаторного датчика перемещений и упругого сильфона/, позволяющего регулировать усилие /от $3 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \text{ Н}$ / и скорость отрыва / $3,3 - 280 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}$ /, определены адгезионная прочность, нормированная величина адгезии и площадь фактического контакта в отношении адгезива с вязкостью $250-2600 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

При изотермическом, нестационарном и двухмерном течении адгезива в условиях непрерывности нормальных и отсутствии касательных напряжений с использованием теории подобия получены критерии, связывающие поверхностные и объёмные свойства теста, а именно: критерий N_1 характеризует соотношение удельной поверхностной энергии и вязкого трения, N_2 – аналог критерия Сен-Венана для нестационарного течения, N_3 – показывает соотношение давления контакта и сил вязкого течения.

Идентичность заполнения неровностей вязким адгезивом и формирование площади контакта определяется равенством критерий N_1 , N_2 , N_3 . Под действием силы F_0 , направленной нормально к поверхности субстрата, адгезив с вязкостью η перемещается со скоростью v_0 на высоту H . С учётом затрат на работу отрыва на преодоление адгезии и деформацию образца для однородного и одноосного течения адгезива выведен ряд уравнений, позволяющих учитывать объёмные и поверхностные свойства адгезива.

Методом адгезиометрии получены трёхмерные диаграммы, определяющие количественный вклад поверхностных /адгезии/ и объёмных /вызывающих течение образца/ составляющих в измеряемой адгезионной прочности теста.

Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности, г.Москва

- 91 -

УДК-678.84:531.3:532.135

АППАРАТУРА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ЗА РЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ.

О.И.Зиновьев, Г.П.Лось, И.И.Скороходов.

Предлагается новый метод непрерывного контроля за изменением реологии различных систем, основанный на изучении поведения акустического поглощения в системах с изменяющейся вязкостью. При рассмотрении процесса распространения звука в жидкой среде с точки зрения гидродинамики и механики сплошных сред следует, что поглощение звука на определенной частоте прямо пропорционально сумме объемной η_v и сдвиговой η_s вязкостей:

$$\alpha = \frac{2\pi^2 f^2}{\rho C^3} \left[\frac{4}{3} \eta_s + \eta_v \right]$$

здесь ρ — плотность текучей среды, C — скорость звука в среде. Поэтому изменение реологических свойств приводит к изменению величины акустического поглощения и фиксируется регистрирующим устройством.

Аппаратурное оформление метода состоит из генератора импульсов, задающего генератора электромагнитных колебаний, кварцевых шезореобразователей, которые преобразуют электромагнитные колебания в акустические, линии задержки, гетеродинного усилителя и регистрирующего устройства.

Применение метода позволяет проводить непрерывный технологический контроль над процессами с изменяющейся реологией, осуществляемый без периодического отбора проб. Датчики могут быть введены в агрессивную среду, автоклав, другие технологические емкости. В качестве примеров представлены данные, полученные при изучении реакций полигидросилирования, термических перегруппировок в полисиланах, процессов отверждения эпоксидных смол, в ходе которых изменяется реология систем.

Оценена чувствительность метода, высказаны предположения о возможных областях его применения.

Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений, г. Москва.

11.225.855.
о ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОВЫХ СИСТЕМ

В.А.Золотарев

Искусственные асфальтовые системы, по существу, являются производителями пластмасс. До настоящего времени считается, что технологическим параметром их приготовления служит вязкость органической матрицы — битума. Согласно эмпирическим данным эта вязкость на стадии перемешивания должна быть равна или меньше 0,5 Па·с, а на стадии уплотнения 10 Па·с. В соответствии с этим установлены и внесены в стандарты эквивалентные температуры для битумов разных технических марок.

Учитывая, что перемешивание является сложным процессом, различным смачивание и адсорбцию вяжущего, проведены опыты по определению зависимости краевого угла смачивания от температуры для различных взаимодействующих пар: битумов с одной стороны и кварцевой и карбонатной подложек — с другой. Во всех случаях удается установить надежную корреляционную связь между вязкостью и углом смачивания. Однако "нормативной" вязкости отвечают разные значения краевых углов на разных подложках. Они существенно меньше для битума — карбонат кальция. Эффективного регулирования угла смачивания можно достичь применением НАВ, по-разному сказывающейся на вязкости битумов. Следовательно, управления интенсивностью процесса перемешивания и его энергоемкостью возможно достичь, учитывая нормированные значения краевого вязкости и краевых углов смачивания битумов разных подложек. Последнее обусловлено игрой сил поверхности этого натяжения раздела фаз. При этом для битумов одного "гомогологического ряда" существует прямая корреляционная связь между их вязкостью и поверхностным натяжением на границе с воздухом. Такая же связь наблюдается между краевыми вязкостями битумов. Все это свидетельствует о взаимодействии объемных и поверхностных свойств рассматриваемых систем.

Харьковский автомобильно-дорожный институт им. Комсомола Украины, г. Харьков

ЭКСТРУЗИОННО-ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ГРАНУЛЯТОРЫ
С ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ

Я.Д. Золотоносов, Г.А. Перепелицын, Г.В. Рябчук, Г.Н. Марченко

Одним из наиболее эффективных аппаратов для гранулирования растворов высоковязких полимеров являются экструзионно-центробежные грануляторы, в которых совмещены поле центробежного давления и экструзии через боковую стенку, что с теоретически обоснованной оптимальной формой их проточной части позволяет значительно интенсифицировать процесс, получать практически монодисперсные гранулы, размер которых можно варьировать в широких пределах. В настоящее время разработан целый класс гранулаторов для переработки растворов полимеров с вязкостью до 2000 Па·с и единичной мощностью более 100 кг/ч. Для малых производительностей предложены грануляторы с осесимметричной колышевой конвергентной проточной частью спрофилированной из условия постоянства средней скорости по длине канала. В этом случае профиль поверхности расчитывается согласно выражения: $h = \frac{\gamma^2}{4e}$, где h - текущее значение высоты канала, γ^* , γ - соответственно радиус входной кромки и текущее значение радиуса профилированного канала. Для больших производительностей рекомендуются грануляторы с конической формой корзины, имеющих перфорацию на боковой поверхности, выполненную с равномерной проницаемостью по длине образующей конического ротора и обеспечивающей постоянную скорость истечения перерабатываемого продукта. При этом коэффициент проницаемости вычисляется по формуле: $Q = \sqrt{\frac{\chi^2}{\Omega} \cdot \frac{E_{in} + E_{de} + E_{out}}{E_{in}}} = \frac{\pi \omega \eta \theta_1 \theta_2 \theta_3 \chi^2}{C_1 C_2 C_3}$, где Q - производительность гранулятора; $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ - геометрические размеры аппарата, E_{in}, E_{de}, E_{out} - Коэффициент сопротивления на входе в отверстие по его длине и на выходе, χ - функция доли площади отверстия от единицы поверхности насадки.

Казанский научно-исследовательский институт
химических продуктов Г.Казань

ГИДРОДИНАМИКА НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ
ПРИ МЕМБРАННОМ РАЗДЕЛЕНИИ

Р.Г. Ибрагимов, Ф.Г. Шайхиев, Ф.А. Гарифуллин

По мере развития теории мембранныго разделения неньютоновских жидкостей было установлено, что для правильного определения основных параметров технологического процесса большое значение имеют сведения о гидродинамической обстановке в аппаратуре, которая обладает рядом особенностей для этих сред. Общим фактором для всех баромембранных процессов является концентрационная поляризация, специфичность которого при ультрафильтрации обусловлена сравнительно низкими коэффициентами диффузии полимеров.

В соответствии с поставленной задачей была разработана гидродинамическая установка по исследованию процесса ультрафильтрации неньютоновских жидкостей. В качестве рабочих сред использовались водные растворы карбоксиметил-целлюлозы, поливиниламида, полиоксизтилена, геометрического испытания которых проводились на реогониометре Вейссенберга и вискозиметре Хеппера. Применение электродиффузионной диагностики течения в трубчатом мембранным элементе позволило определить гидродинамические условия протекания процесса разделения, оптимальную конструкцию турбулизатора, что предупреждает проявление концентрационной поляризации, образования гелевого слоя и закупорки мембран и обеспечивает возможность поддержания высокого расхода пермеата. Концентрация пермеата определялась с помощью спектрометра *Specord-M-40*. Применение турбулизатора привело к равномерной проницаемости и одинаковой селективности по длине трубчатого ультрафильтра, что интенсифицировало мембранные разделение неньютоновских жидкостей.

Казанский химико-технологический институт им. С.М. Кирова

В.А.Извозчикова, И.Н.Разинская, Б.П.Штаркман

При введении в ПММА галоидсодержащих фосфатов наблюдается экстремальная зависимость модуля упругости при сжатии в области 3-5% фосфатов, т.е. имеет место эффект антипластификации. Изучение этого явления применительно к ПММА, находящемуся в вязкотекущем состоянии, было целью данной работы.

Был исследован ПММА, содержащий трихлорэтилфосфат(ТХЭФ) и трихлорпропилфосфат(ТХПФ) в количестве от 1 до 20%. Пластифицированные композиции получали при смешении указанных пластификаторов с ПММА($M_n=1,02 \cdot 10^5$) в расплаве при 453-463 K в течение 15 минут в смесительной камере пластографа "Брабендер". Вязкотекущие свойства расплавов оценивали на капиллярном вискозиметре марки "Флоутест" в диапазоне скоростей сдвига $10-10^4 \text{ с}^{-1}$ и в области температур 453-530 K.

Показано, что при введении в ПММА 1-2% ТХЭФ и ТХПФ значения вязкости проходят через чётко выраженный максимум, величина которого убывает по мере увеличения скорости сдвига от 0 до $3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. Экстремальный характер зависимости сохраняется во всём изученном интервале температур от 473 до 503 K и исчезает под действием больших сдвиговых усилий.

Следовательно, вопреки имеющейся точке зрения о том, что явление антипластификации присуще только стеклообразному состоянию, следует констатировать, что оно имеет место также и в вязкотекущем состоянии. Показано, что причины, вызывающие эффект антипластификации у ПММА, связаны с изменениями структуры полимера под влиянием малых добавок пластификаторов.

НИИ полимеров им. академика В.А.Каргина, г.Дзержинск

В.А.Иванов

В работе получено приближенное выражение для силы, которая действует на шар, движущийся с постоянной скоростью в неньютоновской жидкости. Анализ проведен в предположении справедливости уравнений ползущего течения. Рассмотрено два реологических уравнений состояния - степенной закон и трехпараметрическая модель Керри. С помощью методов анализа размерностей получены общие выражения для силы сопротивления шара, как в случае стёпенного закона, так и модели Керри. Для определения неизвестных коэффициентов, входящих в эти выражения, был использован приближенный метод расчета энергии диссипации, предложенный автором ранее. При этом расчет энергии диссипации ведется по соотношениям ньютона-вского реологического закона, но вместо истинного поля скорости берется ньютоновское, соответствующее данной задаче (при тех же условиях, что и для неньютоновской жидкости). Метод наиболее эффективен, когда имеется аналитическое решение данной задачи для ньютоновской жидкости. Точность метода достаточна для приложений, что проверено на ряде тестовых задач. Чрез энергию диссипации могут быть рассчитаны и другие интегральные характеристики течения - сила, мощность и т.д. Полученные выражения для силы сопротивления шара интересны с точки зрения практических приложений, так как с их помощью могут быть определены реологические постоянные неньютоновских жидкостей методом падающего шарика.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР
г. Пермь

РЕОЛОГИЯ РАЗБАВЛЕННЫХ И УМЕРЕННО КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ
РАСТВОРОВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛГОВ

Кабо В.Я., Будтов В.П., Масленников В.А., Ицкович Л.А.

Реология разбавленных и умеренно концентрированных растворов неионных полимеров является одним из наиболее изученных вопросов в физике полимеров.

В то же время для случая полиэлектролитов (ПЭ), отличающихся от неионных полимеров способностью достигать аномально больших размеров макромолекулярного клубка в водных растворах, не существует работ, последовательно рассматривающих общие закономерности реологического поведения. В данной работе дается анализ и модельное описание вязкости разбавленных и умеренно-концентрированных растворов ПЭ.

Показано, что вязкостные свойства ПЭ разбавленных и умеренно-концентрированных растворов удовлетворительно описываются известными термодинамическими теориями при предположении, что в области больших разбуханий клубков коэффициент сжатия макромолекулярных клубков γ стремится к асимптотическому пределу.

Анализ экспериментальных данных по η ПЭ в водно-солевых растворах I:I электролитов позволил получить полуэмпирические соотношения, позволяющие с достаточной точностью рассчитывать η из данных по ММ, плотности заряда полимера, ионной силы растворителя.

Выявленные общие закономерности позволили решить вопрос о модельном описании вязкости умеренно-концентрированных растворов ПЭ.

Анализ соотношения эксперимента и полученных моделей показывает, что модели удовлетворительно описывают вязкость растворов ПЭ в водно-солевых растворителях.

"Гипровостокнефть", г. Куйбышев
НГЮ "Пластполимер", г. Ленинград

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛАСТИЧЕСКОЙ
ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПРИ ТЕЧЕНИИ РАЗБАВЛЕННЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ ПО ТРУБКАМ

В.Н.Калашников, А.В.Карпов

Экспериментально исследовано появление неустойчивости и эластической турбулентности при течении разбавленных растворов макромолекулярных полимеров по трубкам. В опытах использованы водные растворы полистиленоксида. Варьировались температура и концентрация растворов, молекулярная масса растворенного полимера. Эксперименты проведены с различными по диаметру трубками. В результате исследований найдены безразмерные параметры, определяющие переход течения от ламинарного режима к режиму эластической турбулентности. Этими параметрами являются три числа - число Рейнольдса, число Вейссенберга и относительная разность первой и второй ньютоновских вязостей.

Институт проблем механики АН СССР, г. Москва

УДК 532.135:532.517

О ДИНАМИЧЕСКОМ ДВОЙНОМ ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИИ
РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

В.Н.Калашников, М.Г.Илаури

Проведено исследование двойного лучепреломления, возникающего в потоках водных растворов полистиленоксида и растворов полизобутилена в керосине. Течение осуществлялось через тонкую крестообразную щель. Раствор втекал по расположенным один напротив другого щелевым каналам, а вытекал по перпендикулярным к ним. В центре крестообразной щели при определенной скорости растяжения наблюдалось возникновение локализованной области двойного лучепреломления.

Показано, что возникновение локализованного двойного лучепреломления определяется величиной числа Вейссенберга. Естественное время в числе Вейссенберга пропорционально корню квадратному из концентрации. Поэтому характерная величина скорости растяжения обратно пропорциональна корню квадратному из концентраций, причем такая зависимость сохраняется и для концентраций, меньших концентрации перекрытия клубков.

Обсуждается объяснение динамического двойного лучепреломления, основанное на представлениях о существовании в растворах фибрillлярного жидкокристаллического каркаса. При растяжении фибриллы, содержащие ориентированные макромолекулы, преобразуют преимущественное направление и по этой причине возникает двойное лучепреломление.

Институт проблем механики АН СССР, г.Москва

-100-

678.004.14.083

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОСТЬЮ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Э.Л.Калинчев, М.Б.Саковцева

Умение регулировать реологические свойства позволяет решать важные материаловедческие задачи, среди которых управление перерабатываемостью обеспечивает рациональную и экономичную переработку, эффективное применение полимерных материалов.

Управление перерабатываемостью—это создание материалов с заданными стабильными реологическими свойствами, при которых достигается оптимальная переработка и требуемое качество изделий. Разработаны методы расчета требуемых параметров реологических свойств (вязкостных, высокоэластических, релаксационных) для рациональной переработки полимера различными методами в изделия широкого ассортимента. Эти методы основаны на разработанном математическом описании технологии переработки полимеров, которое учитывает разнообразные процессы, протекающие при их формировании (формационные, гидродинамические, термодинамические, ориентационные и др.). Важно, что методы расчета учитывают процессы формирования структуры изделий и её влияние на эксплуатационные свойства и работоспособность полимера. Созданы методы оптимизации числа марок для получения рационального ассортимента полимера.

Для получения требуемых параметров реологических свойств разработаны методические подходы их регулирования различными способами: изменением молекулярных характеристик полимера, введением малых модифицирующих добавок, смешением с другими полимерами. При разработке способа регулирования учитывается особенности технологии переработки, назначение и конфигурация изделия, требования к структуре и эксплуатационным свойствам. Созданы композиционные марки с малыми добавками на основе конструкционных полимеров, которые позволяют интенсифицировать переработку, обеспечивая экономию материалов, расширяют ассортимент получаемых изделий.

Московский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов химической промышленности

-101-

ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ РОТАЦИОННОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Р.А.Камский

Разработан ротационный измерительный узел, позволяющий определять реологические параметры различных материалов при повышенном давлении или в вакууме, в условиях изоляции от воздуха. Тем самым обеспечивается возможность изучения реологического поведения жидкостей при температурах выше их температуры кипения, а также окисляющихся, гидролизующихся и токсичных веществ.

Измерительный узел представляет собой герметичную ампулу, выполненную в виде закрытого пробкой стеклянного стакана, лежащегося наружным измерительным цилиндром, в котором на опорах малого трения установлен внутренний измерительный цилиндр. Пробка закреплена на стакане с помощью резьбового соединения, в ней выполнен канал, перекрываемый игольчатым вентилем, что позволяет создавать в ампуле избыточное давление или вакуумировать её. Пробка имеет также хвостовик, через который измерительный узел приводится во вращение. На внутреннем измерительном цилиндре установлен фильтрочный сердечник из ферромагнитного материала, предназначенный для взаимодействия с магнитным полем. Магнитное поле, создаваемое электромагнитом постоянного тока, выполняет роль упругого элемента измерителя крутящих моментов, что является отличительной особенностью прибора.

Опытный образец прибора позволяет измерять напряжения сдвига в диапазоне $(1 + 2 \cdot 10^3)$ Па, при скоростях сдвига, задаваемых в диапазоне $(0,3 + 260) \text{ c}^{-1}$. Стеклянная оболочка измерительного узла выдерживает до разрушения давление 1,5 МПа.

Прозрачная стеклянная оболочка узла дает возможность наблюдать исследуемый материал при измерениях, что позволяет по изменению мутности судить о фазовых превращениях в веществе, фиксировать изменения его объема. По изменению объема реакционной массы можно контролировать глубину конверсии мономера в полимер, что открывает перспективы применения прибора для изучения реохимии процессов полимеризации.

НИИ химии при Горьковском госуниверситете, г. Горький.

М.Г.Карп, С.И.Вольфсон, А.Д.Хусаинов, Л.В.Левинзон.

На капиллярном вискозиметре постоянной скорости МРТ ("Монсанто") в диапазоне температур 160–200°C и скоростей сдвига $5 - 5 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$ исследованы реологические свойства смесей каучука с полистиленом и термоэластопластичные композиции на их основе. Композиции получали в смесительной приставке пластикордера Брайбендер. Для их приготовления и изучения использовались серийные каучуки: изопреновый СИ-3, бутилкаучук БК-1675, бутадиен-метилстирольный каучук СКМС-30 АРК, а также полистилены низкого и высокого давления 5 марок в широком диапазоне по индексу расплава. Для установления влияния молекулярных характеристик каучука на реологические свойства композиций на валяцах предварительно готовили пластикаты СИ-3 и получали набор образцов в диапазоне ММ $(3+9,5) \cdot 10^5$, на основе которого получали композиции. Произведено сопоставление и анализ данных реологических измерений для смесей каучук-полистилен и динамических термоэластопластов на основе этих смесей, рассмотрено влияние масел и технического углерода.

Казанский химико-технологический институт им.С.М.Кирова, г.Казань

РЕОЛОГИЯ МАГНИТНЫХ СУСПЕНЗИЙ С АКТИВНОЙ НЕСУЩЕЙ СРЕДОЙ

Б.Э.Кашевский, В.И.Кордонский, И.В.Прохоров

Известные намагничивающиеся жидкости-магнитные супензии и коллоиды коренным образом различаются по степени влияния поля на их текучесть. Если колloid в поле остается жидким, то супензия приобретает твердообразные свойства. Введение в магнитный колloid неколлоидных немагнитных частиц позволяет резко увеличить магнитореологический эффект в нем, оставляя при этом среду жидкобразной.

На рис. I представлена характеристическая вязкость магнитного коллоида с намагченностью насыщения $37,5 \text{ KA/m}$ (1), 10 %-ной (по объему) взвеси в нем немагнитных частиц (2) и 10 %-ной магнитной супензии (3). $\dot{\tau}_0$ - вязкие напряжения в нулевом поле, $\dot{\tau}$ - приращение напряжений (H/m^2), $\dot{\gamma}$ - скорость сдвига.

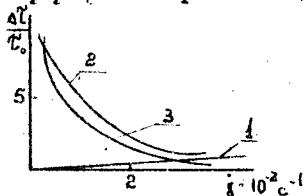


Рис. I

Наблюдаемый прирост вязкости супензии с активной несущей средой в поле и монотонное его уменьшение с ростом скорости сдвига обусловлены процессами образования и разрушения немагнитных структур.

Получены фотографии структуры, возникающей из немагнитных частиц в тонком слое магнитного коллоида в компланарном поле. Структурный элемент представляет анизодиаметрический агрегат ориентированный вдоль силовых линий магнитного поля. Нами выполнено исследование влияния на магнитореологические свойства концентрации и формы немагнитных частиц, намагченности коллоида, напряженности магнитного поля. Из опытных данных установлен закон реологического подобия, согласно которому приращение вязких напряжений в поле описывается универсальной зависимостью $\Delta\tau/\mu_0 M^2 \dot{\gamma} = f(\dot{\gamma} Q^*/\mu_0 M^2)$ (обозначения общепринятые, Q^* - эффективная вязкость магнитного коллоида в поле; $\tau(\dot{\gamma} H)/\dot{\gamma}$

Институт тепло- и массообмена АН БССР, г. Минск

-104-

РЕОЛОГИЯ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СУСПЕНЗИЙ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ

Д.Кемпф, Д.Сойреф, А.Мюллер, М.Ласке

в различных процессах переработки угля, в том числе в процессах катализитического гидрирования, исходные вещества вводятся в виде высококонцентрированных супензий. Для поиска оптимальных технологических решений отдельных технологических стадий, протекающих в теплообменниках, реакторах, трубопроводах, необходимо изучение реологических характеристик перерабатываемых супензий в широком диапазоне температур - до 400 C и давлений - до 30 МПа . Реологические характеристики углемасляных супензий исследованы с помощью ротационной вискозиметрии. При этом влияние температуры на вязкость супензий, опосредуемое через влияние на свойства смешанной среды, осложняется процессами растворения газовоздушных пузырьков в масле. Влияние важнейших характеристик компонентов супензии на их реологические свойства было рассмотрено в результате анализа возможного воздействия этих характеристик на эффективную объемную концентрацию твердой фазы. Особое внимание было уделено влиянию химического состава супензионной среды. Зависимость относительной вязкости супензий от объемной концентрации твердого вещества в области достаточно высоких скоростей сдвига представлялась возможным описать по уравнению Чонга. Исследовано предположение, что наряду с вязкостью супензионной среды ее химический состав (например, содержание полярных групп в масле) может оказывать влияние на эффективную объемную концентрацию концентрированного вещества за счет воздействия на процесс заполнения угля маслом. В определенной степени проявляется влияние содержания полярных групп в масле на процесс структурообразования в концентрированной супензии также за счет влияния на сложные процессы его взаимодействия с микромозаичной поверхностью угля.

Институт химической технологии Академии наук ГДР

Реологические методы и приборы для оценки литьевых свойств суперконструкционных полимеров.

А.Г.КИСЕЛЕВ, А.В.АЛЬМОВ, Л.Д.ФРОЛОВА, А.В.ПИТЕРСКИЙ

К числу суперконструкционных полимеров в настоящее время относят термо- и теплостойкие полимеры, способные формироваться в изделия методом литья под давлением. По сравнению с традиционными термопластами, такие полимеры имеют более высокие температуры переработки и, как правило, обладают более высокой вязкостью расплава. В силу указанных причин лабораторные стандартные методы и приборы для оценки технологических свойств подобных материалов не обеспечивают необходимых условий их испытания, а стендовые тесты с использованием термопластавтоматов требуют большого количества материала, что на стадии отработки синтеза не всегда возможно.

На базе капиллярного вискозиметра ВПК-1 нами разработана унифицированная установка с комплексом сменной оснастки и методическая основа для оценки литьевых свойств полимерных материалов. Установка позволяет выполнять исследования свойств расплавов с реализацией классических методов капиллярной вискозиметрии и проводить литьевые тесты в условиях, моделирующих процесс литья. Методический подход к решению проблемы лабораторной оценки технологических свойств высокоплавких полимеров основан на количественном и качественном анализе стационарных и неустойчивых процессов течения с учетом явлений, имеющих место при изотермическом заполнении литьевых форм с каналами сложной конфигурации.

Отработка методики осуществлялась с использованием зарубежных промышленных марок суперконструкционных пластмасс: *Torlon, Ultem, Udel и др.*

В совокупности с разработанными также способами оценки прочностных свойств материалов на отлитых микрообразцах, созданная методика позволяет определять принципиальную возможность переработки материала литьем под давлением, основные технологические параметры литья и формировать данные по выбору оборудования.

Научно-исследовательский институт пластических масс им. Г.С.Петрова НПО "Пластмассы" г. Москва.

532.13:665.637.6
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ ДЕПАРАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ .

Е.Т.Клименко

Данная работа посвящена получению простой и удобной в технодинамических расчётах формулы зависимости вязкости растворов депарифинированных масел от температуры и степени разбавления низкомолекулярным растворителем. Наличие такой формулы необходимо для гидродинамических, гидравлических и теплофизических расчётов в установках нефтепереработки.

Для её получения было проведено экспериментальное исследование вязкостно-температурных зависимостей растворов десяти видов депарифинированного масла различного происхождения и фракционного состава, от лёгких дистиллатных до тяжёлых остаточных. Определение вязкости проводилось в диапазоне температур от -20°C до +100°C с помощью капиллярных вискозиметров при атмосферном давлении для четырёх разбавлений: I:I, 2:I, 3:I, 5:I.

Полученные экспериментальные данные были аппроксимированы известными зависимостями, опирающимися на активационный подход в описание механизма вязкого течения жидкостей. Анализ показал, что энергия активации вязкого течения растёт с ростом молекулярного веса депарифинированного масла по закону, близкому к линейному. Прогрессивальный энтропийный множитель убывает с ростом молекулярной массы. При этом простые зависимости типа формулы Френкеля неадекватно с функциональной точки зрения описывают вязкостно-температурные зависимости исследуемых растворов. Отклонение экспериментальных данных от простых теоретических вызвано структурными изменениями в растворах. С понижением температуры увеличивается вероятность образования ассоциатов и возрастает их число и средний размер. Это требует учёта температурной зависимости активационных констант. Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить выражение, с высокой точностью описывающее вязкостно-температурные зависимости исследуемых растворов в широком диапазоне разбавлений.

Московский институт нефти и газа
им. И.М.Губкина, г.Москва

УДК 532.135

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ С НАЧАЛЬНОЙ ВЯЗКОСТЬЮ

А.Е.Ковалев

В работе проанализировано течение неньютоновской жидкости начальной вязкостью при сжатии между параллельными пластинами, целью получения выражений для определения реологических характеристик по испытаниям на сжатия. Рассматривалась жидкость, описываемая трехпараметрической моделью с начальной вязкостью (модель Керри). При помощи методов теории подобия и комбинации методов с результатами точных решений удалось получить простые аналитические выражения для определения реологических характеристик неньютоновских жидкостей по испытаниям на сжатие. Подробно рассмотрено два варианта течения при сжатии. В первом варианте жидкость полностью заполняет промежуток между дисками и при сжатии выжимается наружу. Во втором случае между пластинами имеется образец конечных размеров (в виде таблетки). Для каждого из вариантов проанализированы, как случай сжатия под действием постоянной силы, так и случай течения с постоянной скоростью сжатия. Во всех четырех случаях получены простые аналитические выражения для определения реологических характеристик. С точки зрения практической реализации наиболее предпочтительным является вариант сжатия под действием постоянной силы. Измерениями величинами в данной случае являются смещение верхней пластины времени, за которое это смещение произошло. Минимальное число времени, которое необходимо для определения реологических характеристик жидкости со степенным законом, равно двум. Предлагаемая методика проста в реализации и удобна с точки зрения обработки экспериментальных данных.

Институт механики сплошных сред
АН СССР, г. Пермь

- 108 -

УДК 678.057.3(088.8)

ТЕЧЕНИЕ УПРУГО-ВЯЗКИХ СРЕД В ВАЛКОВОМ ЗАЗОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОФИЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Кожанов Е.Ф., Рухлядева Н.М., Красовский В.Н., Кутузов Е.Ф.
Колерт К.

Ранее экспериментально показано, что использование клиновых устройств при каландровании эластомеров позволяет существенно повысить качество листовых заготовок. Реальный процесс моделируется течением упруго-вязкой среды в зазоре валков каландра, в котором установлены клиновые устройства с различной геометрией рабочей поверхности. В качестве реологической модели упруго-вязкой среды использовано уравнение Ривлина-Эриксена.

Область деформации условно делится на две зоны: неподвижный шин - вращающийся валок, два вращающихся валка.

В первой зоне решается задача течения среды между неподвижной пластиной различной геометрии и вращающимся валком. Решение выполнено в изотермическом приближении при традиционных граничных условиях.

Получены аналитические выражения для профиля скоростей и давлений, связывающие их с технологическими режимами, геометрическими факторами и реологическими характеристиками среды.

Во второй зоне при других граничных условиях рассмотрено течение упруго-вязкой жидкости с учетом несимметричности процесса.

Совмещение профилей давления осуществляется при равенстве давлений в переходной области.

Решение задачи позволило разработать метод расчета силовых и энергетических параметров процесса и толщину листа на выходе из каландра.

Сравнение теоретических и экспериментальных данных, полученных на каландре 5 X 200 X 600, свидетельствует об их удовлетворительном соответствии.

Научно-исследовательский институт шинной промышленности
г.Москва

- 109 -

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИМЕРОВ В ЗАЗОРЕ ВАЛКОВ
КАЛАНДРА

К. Колерт, Э. О. Регер

Для прогнозирования качества листовых и пленочных материалов, получаемых каландрованием, важно знать значения деформации отдельных слоев расплава. Поэтому в работе дан анализ экспериментальных данных при переработке резиновых смесей различных составов. При этом показано, что большая деформация на одной стороне листа положительно действует на смещение и дегазацию в зазоре между валками, а на противоположной может привести к подогреву или подвулканизации смесей.

В результате анализа каландрования полимеров с клиновым устройством рассчитано поле напряжений и деформаций для неильтоновской жидкости и предложены новые конструктивные варианты интенсификации каландрования.

Высшая Техническая Школа "Карл Шорлеммер", секция материаловедения и переработка полимеров, г. Мерзебург, ГДР-4200

- 110 -

РЕОЛОГИЯ НЕРАЗБАВЛЕННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ЗАЦЕПЛЕНИЯМИ:
СОПОСТАВЛЕНИЕ ДВУХ ПОДХОДОВ.

Ю. К. Кокорин

Составляются результаты двух подходов к описанию реологического поведения нераразбавленных линейных аморфных полимеров с зацеплениями - растворов, расплавов и смесей. Один из них - подх^{од} ^и де Иена, Дои и Эдвардса, основанный на динамике полимерной цепи в "трубке", и другой, - основу которого составляет уравнение движения макромолекулы (модель гауссовых субцепей), находящейся в эластоупругой жидкости (Покровский В.Н. с сотр.).

Показано, что первый подход принципиально не способен описать наблюдаемое неравновесное релаксационное поведение системы (динамический модуль, динамическая вязкость и др.), т.к. приводит к одному набору времён релаксации. В рамках второго подхода описание указанных величин описывается несколькими наборами времён релаксации и определяется при медленных движениях системы (малых частотах воздействия) сверхмедленными релаксационными процессами, обнаруженными и в экспериментах, но которых модель "трубки", однако, также не даёт.

На микроуровне установлен механизм сверхмедленных релаксационных процессов и их зависимость от концентрации и молекулярной массы.

Существенные расхождения между двумя теориями обнаружены и для других явлений (диффузия, оптическая анизотропия, рассеяние света и нейтронов).

Показано, что второй подход пригоден для описания не только нераразбавленных систем, но также и для полуразбавленных и разбавленных растворов полимеров.

ИО "Алтай", г. Бийск

- 111 -

ИЗМЕНЕНИЯ РЕОЛОГИИ ПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССЕ СОРБЦИИ
ЖИДКОЙ СРЕДЫ

А.П.Кондратов, В.Н.Манин

Реологические свойства кристаллизующихся полимеров в процессе сорбции физически активной среды изменяются неаддитивно. При одновременном воздействии на полимерное тело механических напряжений и жидкости при температуре близкой к температуре стеклования в зависимости от термодинамической совместимости жидкости и полимера могут проявляться эффекты непропорциональной пластификации и антипластификации. На исследованных системах полимер-жидкость антипластификация в процессе сорбции жидкости имеет кинетическую природу и исчезает по мере приближения двухфазной системы к равновесному состоянию. Наиболее значительные аномальные изменения реологических свойств проявляются у полимеров в застеклованном состоянии при воздействии жидкостей, вызывающих их незначительное набухание с малой скоростью. Модификация кристаллической структуры полимера термообработкой в различных условиях существенно влияет на их деформационные и сорбционные характеристики.

Механизм поглощения физически активной жидкости деформируемым полимерным телом и реологические характеристики полимера существенно зависят от температуры, масштабного фактора и соотношения во времени начала процессов деформирования и сорбции. При низких температурах жидкость перемещается в кристаллическом полимерном теле преимущественно микрокапиллярными потоками, расслаивающими исходную структуру полимера на блоки при малых напряжениях. В области температур близких к температуре стеклования аморфной части полимера увеличивается диффузионный перенос молекул жидкости, подавляющий процесс расслаивания кристаллической структуры и увеличивающий напряжение деформирования полимерного тела.

Различное сочетание одновременно протекающих процессов сорбции жидкостей полимерами и их деформации практически реализуется при получении пластиков, при наклеивании на металлические изделия полимерных пленок, при модификации волокна или пленок вытяжкой в жидкостях, при структурной капсулировании в пленках низкомолекулярных веществ. В представляемой работе исследованы сополимеры винилиденторида, триторхлорэтилена, тетрафторэтилена, ПВХ.

МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ.

В.И.Кордонский, И.В.Прохоров, С.Р.Городкин, В.К.Глеб.

Новое перспективное направление в современной реологии связано с разработкой и исследованием реологически активных жидких материалов, механические свойства которых изменяются в широких пределах под воздействием магнитных полей. Такие среды, представляющие собой устойчивую некolloидную взвесь феррочастиц в несущей жидкости, получили название магнитореологических (МРС). В поле частицы образуют анизотропную микроструктуру, вызывающую существенное увеличение вязкости, причем жидкость приобретает пластические свойства.

Разработана физико-математическая модель магнитореологического эффекта, основанная на введении квазижесткого элемента - единичного агрегата микроструктуры. Закономерности, описываемые моделью позволяют целенаправленно синтезировать материалы с реологическими характеристиками, изменяемыми заданным образом. Примером может служить использование МРС в качестве полировального инструмента с управляемыми магнитным полем геометрией и абразивными свойствами, которые определяются двумя факторами - силовым и структурным. Первый, обусловленный воздействием неоднородного поля, придает инструменту необходимую форму и обеспечивает прижим к поверхности. Второй - связан с влиянием поля на реологические характеристики МРС и через них на механические свойства инструмента. Механизм полирования заключается в следующем. Обрабатываемую деталь помещают в МРС, при этом сама поверхность детали образует требуемую форму эластичного инструмента. Абразивный состав, введенный в МРС, выталкивается за счет магнитного давления к поверхности, располагаясь между агрегатами микроструктуры и удерживается ими при движении детали. За счет сдвиговых напряжений абразив стремится разрушить агрегаты, которые препятствуют его смешению в тангенциальной плоскости. В результате имеет место дефект скорости абразива относительно поверхности детали, что создает предпосылки для полирования.

В настоящее время созданы высокоеффективные составы МРС и реализованы различные способы магнитореологической обработки деталей из стекла, керамики, кристаллов с высоким качеством поверхности.

Б.А.Комаров, Т.А.Анискина, Б.А.Розенберг

Известно, что реология высоконаполненных суспензий в существенной мере определяется размером частиц наполнителя. При диаметре частиц меньше 10 мкм значительную роль в реологии суспензий играют коллоидные силы и относительная вязкость зависит от абсолютного размера частиц. Это означает, что достаточно хорошо изученные реологические закономерности для суспензий с частицами большими 10 мкм не могут быть использованы при исследовании высоконаполненных ($> 40\%$ об.) полимерных материалов дисперсными наполнителями с $d_{ср} < 10$ мкм.

Нами изучались высоконцентрированные суспензии на основе порошков карбонильного железа (КЖ) различного фракционного состава как с точки зрения выяснения реологических закономерностей, так и с целью решения задачи: на какой смеси порошков полифракционного состава могут быть получены суспензии с минимальной вязкостью?

Было обнаружено, что суспензии КЖ в дисперсионной среде: смесь трансформаторного масла с диеновым каучуком, 44 % вес. д. объемного наполнения (φ) 40 % являются ньютоновскими, при $\varphi > 40\%$ об. могут быть описаны уравнением Шведова-Бингама для высокогорячих материалов.

Показано, что с помощью существующих теоретических предложений найти оптимизированный по реологическим свойствам состав смесей полифракционных порошков КЖ с $d_{ср} \leq 4$ мкм не представляется возможным. Предложено экспериментальное решение этой задачи с применением полиномов Шеффе для трехкомпонентной системы: $\varphi \leq 50\%$ об. и $T \leq 90^{\circ}\text{C}$.

Отделение Института химической физики
АН ССР, Черноголовка

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ В РЕОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Б.А.Комаров, З.П.Шульман, Б.Н.Королев, И.В.Букевич

Изучены концентрированные (до 60% по весу) суспензии кремнезема в трансформаторном масле, структура и реологические свойства которых зависят от приложенного электрического поля. Исследования проведены на установившихся и нестационарных режимах при непрерывном и периодическом циклическом деформировании. Найдено, что структурный каркас в таких суспензиях формируется под влиянием электрического поля в течение 10^{-3} – 10^2 с. Это время тем меньше, чем больше концентрация суспензий и выше напряженность электрического поля. При непрерывном установившемся деформировании они ведут себя как неニュтоновские жидкости с пределом текучести, зависящим от напряженности электрического поля.

Разрушению структурного каркаса суспензии под действием постоянного напряжения сдвига предшествует и циклический период, в течение которого каркас остается неизменным. Зависимость этого времени от напряжения сдвига описывается известным соотношением между долговечностью и разрушающей нагрузкой для твердых тел. При циклическом деформировании исследуемые суспензии в поле проявляют упругость, которая резко убывает с ростом амплитуды деформации. Применение электрического поля приводит к быстрому распаду хрупкого структурного каркаса суспензии в течение сотен секунд уже при малой амплитуде деформации. Методом ротационной вискозиметрии зафиксированы тиксотропные эффекты, проявляющиеся в разной степени в зависимости от величин и направления изменения электрического напряжения.

Институт тепло-и массообмена АН ССР, Институт нефте-химического синтеза АН ССР

ТРЕХФАЗНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ
СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ

М.В.Косичкина, С.С.Николенко, Н.А.Богомолова, Ю.А.Гамзатов

Известно, что вязкоупругое поведение резин, наполненных техническим углеродом (ТУ), является существенно нелинейным в том смысле, что оно не подчиняется соотношениям, следующим из линейной теории вязкоупругости /1/. Причина указанной нелинейности заключается в высокой активности ТУ, вследствие чего на его поверхности образуется тонкий слой модифицированного каучука. Другой причиной нелинейности может быть изменение структуры сажевых агрегатов в процессе деформирования резины.

Известные в настоящее время двухфазные модели (см., напр., не учитывает указанных обстоятельств, что является существенным препятствием при прогнозировании свойств резин.

Предлагается трехфазная структурная модель для описания нелинейных вязкоупругих свойств резин, наполненных ТУ. Первая фаза - каучуковая матрица, вторая фаза - частицы ТУ, меняющие свою форму при деформации, третья - пограничный слой модифицированного каучука, отличающегося большей жесткостью от первой фазы. Третий слой зависит от величины приложенной нагрузки.

Записаны уравнения, описывающие отклики модели на внешнюю нагрузку. Их решение осуществляено численно с использованием ЭВМ. В качестве исходных данных используются: степень наполнения ТУ, характеристики матрицы; размер слоя модифицированного каучука, его зависимость от нагрузки; параметр зависимости формы частиц ТУ от нагрузки. Результаты расчета хорошо коррелируют с экспериментально определенными равновесными и динамическими характеристиками резин.

Литература

1. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. - Изд. ин. лит. М., 1963
2. Эзевский В.Э., Ивин В.В., Тараненко В.К. Механика композиционных материалов, 1984. - №2. - С.233

Научно-исследовательский институт
минной промышленности, г. Москва

-116-

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТВЕРЖДЕНИЯ СЕТЧАТОГО ПОЛИМЕРА В ПОЛЕ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

В.Н. Коротков, Ю.А. Чеканов, Б.А. Розенберг

При отверждении в замкнутой жесткой форме в полимере возникает поле усадочных напряжений. Величину и распределение напряжений удается регулировать за счет изменения формы отверждаемого полимерного образца и величины адгезионного взаимодействия.

Разработана макрокинетическая модель описывающая процесс течения (до точки гелеобразования) и процесс деформирования (после точки гелеобразования) сетчатого полимера в условиях механического взаимодействия с жесткой оболочкой. Модель включает уравнение, описывающее кинетику отверждения, систему реологических соотношений для нестационарной среды, учитывающую химическую усадку и изменение реологических характеристик материала в процессе отверждения, а также стандартные уравнения механики сплошной среды для жидкости и твердого тела.

Расчет проведен для случая изотермического отверждения в цилиндрической трубе конечной длины, моделирующей воздействие на полимер волокнистого наполнителя в композиционном материале.

Анализируется вклад разных стадий процесса отверждения и различия по физической природе составляющих теплозора скоростей деформации в развитие напряженно-деформированного состояния отверждаемого полимера. Показано, что в зависимости от соотношения диаметра трубы к её длине и температуры отверждения возможно образование дефектов, как в вязкотекучем, так и в вязкоупругом состоянии.

Результаты расчета сравниваются с результатами экспериментальных наблюдений процесса отверждения эпоксидного полимера при варьировании температуры, относительного диаметра трубы и величины адгезионного взаимодействия.

Отделение Института химической физики
АН СССР, Черноголовка

- 117 -

УДК 678.844-404.3.01 : 532.13

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РАСПЛАВОВ ПОЛИКАРБОСИЛАНОВ.

Коган Е.Г., Кручинин Н.П., Егорушкина З.Ф., Борисенко Л.А.

Поликарбосиланы являются важным промежуточным продуктом при получении термостойких карбидных волокон. Это сложная смесь олигомеров, содержащая тетраамилсилан, моногидриды, линейные и циклические силаны, а также кислородсодержащие продукты с разветвленными цепями и поперечными сшивками. Особенности строения ПКС предопределяют сложность их реологического поведения.

Реологические исследования проводили методом капиллярной вискозиметрии ("Реоскоп 1000", фирмы "Ceast", модель 6742/020). Температуры текучести (T_g), определяемые по зависимостям силы, действующей на поршень, от T^0 расплава, полученным в режиме постоянной скорости сдвига ($\dot{\gamma}$), для исследованных образцов лежат в интервале $190 - 240^\circ$ в зависимости от химического состава и структуры ПКС.

Обнаружено смещение T_g в область более высоких температур с увеличением градиента скорости. Дальнейший рост $\dot{\gamma}$ может приводить к полному прекращению течения. Это явление, по-видимому, имеет место и при получении зависимостей $\dot{\gamma}$ от $\dot{\gamma}$, проявляясь в так называемом эффекте "дилатансии", характерном для дисперсных систем, когда во всем диапазоне скоростей сдвига или, начиная с некоторой критической $\dot{\gamma}$, наблюдается рост $\dot{\gamma}$ при увеличении $\dot{\gamma}$. В случае полидисперсных образцов дисперсной фазой могут служить высокомолекулярные фракции полимера. По-видимому, нельзя игнорировать и ориентационные воздействия на входе в канал, которые приводят к снижению энтропии системы и, как следствие, повышению температуры текучести.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт искусственного волокна с опытным заводом, г. Мытищи Московской области.

- 118 -

УДК 621. 07. 011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
РЕОЛОГИЧЕСКОЙ КРИВОЙ ТЕЧЕНИЯ

П. С. Кропивнянский

При описании реологических кривых, в процессе устойчивого ламинарного течения ($Re < Re_k$) структурированных систем, параметры граничных вязкостей и напряжений: $\eta_0, \eta_m, P_r, P_m, P_i$ - считаются постоянными для исследуемого материала и не зависят от характера сдвигового напряжения, градиента скорости течения или вязкости. Указанные реологические параметры математически списаны физически обоснованными формулами и имеют связь с параметрами исследуемого материала. В этом случае, если исследуемый материал подвергается вибрационной обработке, процесс устойчивого ламинарного течения со временем нарушается, и указанные параметры зависят от времени.

В данной работе положили, что процесс измельчения исследуемого материала происходит в условиях постоянной скорости, а предельный градиент скорости оказывается переменным во времени. Тогда, определив зависимость градиента скорости разрушения частиц, как функции времени, удалось определить ранее считавшиеся постоянными, для определенных материалов, реологические параметры, которые также изменяются во времени. Полученные граничные напряжения позволяют выбрать зону изменения момента на веду вибровозбудителя в зависимости от времени ($M_b(t)$):

$$\frac{qS}{\omega^2} e^{\xi\rho} P_{rb}(t) \leq M_b(t) \leq P_{mb}(t) \frac{qS}{\omega^2} e^{\xi\rho},$$

где q -ускорение свободного падения; S -поверхность соприкосновения рабочего органа вибромашины с обрабатываемой средой; ρ -наибольшее расстояние точек среды до вибровозбудителя; ξ -пс точная определяемая по зоне распределения вибрации; ω -частота относительных смещений кинетических единиц течения; $M_b(t), M_{mb}(t)$ -вибреологические напряжения отвечающие: начальному и конечному граничному на S -образной части вибреологической кривой течения.

Высшее инженерное морское училище имени Ленинского комсомола, г. Одесса.

- 119 -

УДК 678-404.3.01:539.374

ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО ТЕЧЕНИЯ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ.

Кручинин Н.П., Грехова Е.В., Серков А.Т., Медведев В.А., Спирова Т.А.

Исследование режимов устойчивого течения проводили на лабораторной установке в условиях постоянного расхода на 25 и 17,7% (масс) растворах сополимера акрилонитрила и итаконовой кислоты в соотношении 98:2 в диметилсульфоконце. Использовались капилляры с соотношением длины к диаметру: 1,6; 3,0; 10,0; 40,0, а также фильтры, имеющие различную геометрию канала.

Показано, что в зависимости от концентрации полимера изменяется не только область устойчивого поведения, но и критерий устойчивости. Так, для исследованных растворов критерием устойчивости независящим от отношения L/D начиная с 3, является γ кр. Совершенно неожиданным оказалось уменьшение γ кр. с ростом L/D , хотя имеется достаточно много работ, показывающих обратную картину, связанную с подавлением возмущающего воздействия входа. В нашем случае, по-видимому, определяющими являются критические напряжения сдвига на стенке капилляра при условии быстрого затухания скачка растягивающих и сдвиговых напряжений на входе.

Исследования течения 17,7% раствора выявили на капиллярах с $L/D = 3$ и 10 вторую область устойчивого течения, которая отсутствовала для 25% раствора во всем исследованном диапазоне скоростей сдвига $\dot{\gamma} = 16 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. На фильтрах с коническим входом уменьшение энергии входа привело к увеличению значений критических скоростей и напряжений сдвига в 2 – 4 раза.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт искусственного волокна с опытным заводом г. Мытищи, Московской области

- 120 -

541.24:532.5

Исследование течений жидкости с реокинетическими особенностями в осесимметричном канале сложной формы

О.В. Кряжевских

Течение жидкостей с реокинетическими особенностями в каналах различной конфигурации является существенным моментом большинства применяемых промышленностью методов переработки материалов на основе реакционноспособных олигомеров. Знание характера течения является решающим для создания приемлемой математической модели процесса и, следовательно, для внедрения в производство методов автоматического управления этими процессами.

Целью настоящей работы являлось численное моделирование трехмерного неизотермического течения химически реагирующих жидкостей в осесимметричном канале. Используются следующие основные предположения. Течение квазистационарно, т.е. поле скорости течения быстро подстраивается под изменение вязкости, зависящее от температуры и времени пребывания вещества в канале. Ролью инерционных членов и диффузии пренебрегаем. Константы уравнения состояния определяются из экспериментальных исследований.

Полученная система уравнений решается численно-методом конечных элементов. Нахождение решений нестационарной задачи заменяется нахождением последовательности решений квазистационарных задач через определенные моменты времени методом установления по вязкости. Для вычисления полей температур используется метод конечных элементов "вверх по потоку", а для степени превращения – численно-аналитический метод, основанный на приближении к течению вдоль линии тока.

По составленной программе решены задачи течения нескольких видов химически реагирующих жидкостей в кольцевом канале сложной формы. Получены изменения во времени поля скоростей, температур, давления, вязкости и степени превращения по теплу.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР
г. Пермь

- 121 -

РЕОКИНЕТИКА. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

С.Г.Куличихин, А.Я.Малкин

В докладе рассмотрены общие экспериментальные и теоретические методы реологического анализа кинетики образования линейных и сетчатых полимерных систем.

1. Реокинетика образования линейных полимеров. Основные реокинетические закономерности полимеризационных и поликонденсационных процессов. Прямая и обратная реокинетические задачи.

2. Наложение фазовых и релаксационных переходов на процесс химического превращения. Реологические критерии перехода реакции в двухфазную и диффузионно-контролируемую области. Влияние механического поля на положение линий фазового равновесия и кинетику изменений реологических характеристик реакционных систем.

3. Реологические закономерности гелеобразования и отверждения олигомеров. Влияние гелеобразования и микрогелеобразования на характер течения реакционных систем. Гелеобразование как точка инверсии фаз.

4. Реокинетические уравнения отверждения. Эффекты автоускорения и автоторможения. Общая реокинетическая феноменология отверждения.

5. Перспективы развития реокинетики. Химическая кинетика и реокинетика. Формирование реологически сложных сред.

Научно-исследовательский институт пластмасс НПО "Пластмасы",
г. Москва

ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ СРЕД НА ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНЫЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО СОПОЛИМЕРА

М.К.Курбаналиев, Р.Т.Кадыров, Х.М.Абдуллаев

Изучено влияние этилового, пропилового, бутилового, амилового спиртов, а также воды (как инертная среда) на деформационно-прочностное и реологическое поведение бутадиен-стирольного блоксополимера (СБС) марки "Карифлекс Т-II02" фирмы Шелл со средневязкостной молекулярной массой $8 \cdot 10^4$ и содержанием стирола 30% при одноосном растяжении в режиме ползучести при температурах 200, 323 и 343 К.

Показано, что при всех температурах, в разных жидкостях средах зависимость долговечности (τ) от напряжения (σ) описывается степенным уравнением вида $\tau = K\sigma^{-\lambda}$, где K и λ коэффициенты, являющиеся прочностными характеристиками материала и изменяющиеся с природой контактирующей с полимером жидкости среды и температуры.

Механизм действия жидкостей сред оценивался по изменению реологических параметров полимера. Показано, что эффективные модули высоковязкости $E = \sigma/\dot{\epsilon}_t^*$, где $\dot{\epsilon}_t^*$ - обратимая деформация в момент разрыва образца, не зависят от температуры, природы спирта и возрастают с напряжением. Продольная вязкость полимера $\chi = \sigma/\dot{\epsilon}_t^*$, где $\dot{\epsilon}_t^*$ - скорость накопления необратимой деформации в момент разрыва образца, также не зависит от природы спирта. Однако с повышением температуры и напряжения λ существенно уменьшается.

Проведенные исследования позволяют заключить, что жидкости среды при всех изученных температурах оказывают слабое влияние на реологические свойства СБС. Их влияние на долговечность в изученном интервале времен ($\tau \approx 10^4$ с) определяется поверхностью-локальным действием.

(Таджикский госуниверситет им. В.И. Ленина, г. Душанбе)

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА РАСТЯЖЕНИЯ НА НАДМОЛЕКУЛЯРНУЮ
СТРУКТУРУ цис-1,4-ПОЛИЗОПРЕНА

М.К.Курбоналиев, Х.Хабибуллоев, М.Х.Эгамов

Рассмотрен вопрос о взаимовлиянии процесса структурообразования и режима деформирования серного ненаполненного вулканизата синтетического цис-1,4-полизопрена (СИ-3) при больших растяжениях ($\xi = 700\%$). За структурными изменениями, происходящими в объеме материала, следили методом дифракции рентгеновских лучей под большими углами.

Образцы деформировались в двух режимах:

- непрерывном, со скоростью растяжения 0,1 мм/сек (I);
- ступенчатом, когда предварительно растянутый на 350% образец, испытывали на ползучесть (II).

Показано, что при растяжении в режиме I до $\xi = 100\%, 200\%$ и 300% относительного удлинения в дифрактограммах существенных изменений не наблюдается, т.е. они представляют собой широкий размытый рефлекс с максимумом при $2\theta = 18^\circ$. (Область регистрации интенсивности рассеяния рентгеновских лучей $2\theta = 4-40^\circ$). Начиная с $\xi = 400\%$ на дифрактограмме наблюдаются следы двух резких рефлексов с максимумами при 14° и 21° соответственно, интенсивности которых растут с увеличением ξ .

Установлено, что при испытании в режиме II наблюдается только один рефлекс с максимумом при 14° , причем размер образовавшихся кристаллитов не зависит от величины приложенного механического напряжения.

Изучена кинетика изменения степени кристалличности и определены размеры кристаллитов растянутых образцов при больших деформациях.

Полученные результаты интерпретируются на основе теории нелинейной вязко-упругости.

Таджикский Госуниверситет им. В.И.Ленина,
Научно-исследовательская хозрасчетная фирма "Хайем" г. Душанбе.

-124-

РЕАКТИВЕЧСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КРЕМНИЙ-ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ.

И.А.Лавыгин, Н.В.Чалбышева, И.И.Скороходов, А.Б.Полесеc,
С.Р.Намушьян.

Реологическим методом исследована кинетика полимеризации мономеров и гидридов содержащих олигосилоксанов общей формулы $(\text{CH}_2=\text{CH})_3\text{SiO}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}(\text{CH}_2=\text{CH})_3$ со средневязкостной молекулярной массой 70000 и олигосилоксана формулы $\{[(\text{CH}_3)_3\text{SiO}]_{0,5}\}_{0,1}[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_{0,6}[\text{CH}_3(\text{H})\text{SiO}]_{0,4}\}_{n}$ со средневязкостной молекулярной массой 800 в присутствии 1% раствора платинохлористоводородной кислоты в изопропиловом спирте.

Реакции полимеризации проводили в измерительном узле конус-плоскость ротационного вискозиметра "Реотест 2.1" при различных скоростях сдвига, температурах, соотношениях исходных компонентов, концентрациях катализатора.

Показано, что начальные участки кинетических кривых, описанных изменение вязкости реакционной массы от времени, могут быть переданы известным уравнением

$$\frac{\eta}{\eta_0} = (1 - \frac{t}{t_2})^{-\alpha}$$

Предемонстрирована зависимость показателя степени α от температуры, соотношения компонентов реакционной смеси, концентрации катализатора. Весь процесс полимеризации, вплоть до условной точки гелеобразования, может быть описан на основе релаксационных представлений. При этом время релаксации является параметром, характеризующим кинетику полимеризации исследуемых композиций.

Результаты работы могут способствовать усовершенствованию технологии получения кремнийорганических компаундов и материалов на их основе.

Государственный научно-исследовательский институт химии и технологий элементоорганических соединений, г. Москва.

-125-

УДК 532.135:539.55

ВЯЗКОСТЬ СУСПЕНЗИЙ ОБРАТИМО АГРЕГИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ -
ДВА РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРНО-КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

И.Я. Ладыгинский.

Многочисленные эксперименты и моделирование на ЭВМ показали, что типичный результат агрегации частиц - образование неплотных фрактальных агрегатов, объемы которых не пропорциональны числу входящих в агрегаты частиц /1/. Моделирование также показало применимость кинетического уравнения Смолуховского для описания обратимой агрегации (одновременных образования и распада агрегатов) /2/.

Следствие неплотности агрегатов - нелинейная концентрационная зависимость вклада $\Delta\eta$ агрегирующих частиц в вязкость η уже при малых концентрациях C :

$$\Delta\eta \sim \eta_0 C^\tau \quad (\tau \neq 1), \quad (I)$$

а также нетривиальные температурные (T) зависимости. Соответствующие T - C зависимости анализируются с помощью уравнения Смолуховского. Существуют два режима зависимости $\Delta\eta(T, C)$, отвечающие малым и большим градиентам скорости жидкости VV . Первый режим обусловлен тем, что при $VV \ll (VV)_c$ образование и распад агрегатов лимитируют процессы, отвечающие термодинамически равновесной супензии. Второй режим обусловлен тем, что при $VV \gg (VV)_c$ процесс образования и распада агрегатов лимитирует сдвиговой поток. Функциональный вид всех зависимостей явно установлен. Например, в режиме $VV \ll (VV)_c$ и в случае диффузионно-контролируемого слипания частиц в агрегаты, в формуле (I) $\tau = 1,25$.

1. T. Vicsek. *Fractals Growth Phenomena*. World Scientific, Singapore, 1989.
2. F. Family, P. Meakin, J. Deutsch. *Phys. Rev. Lett.*, 1986, 57, 11.

Отделение Института химической физики АН СССР

УДК 547.458.81:532.135
ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЛОЧНОЙ И КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
на РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЕЕ СУСПЕНЗИЙ

М.Г.Лака, М.Я.Иоелович

При изучении реологических свойств супензий волокон древесной целлюлозы в растворах гидроксида натрия установлено, что предельное напряжение сдвига супензий с увеличением концентрации гидроксида уменьшается и при концентрациях выше 6% становится близким к нулю. Это объясняется возрастанием вследствие сорбции анионов OH^- отрицательного потенциала волокон, приводящего к усилению их электростатического отталкивания. Для отмытых от сорбции целлюлозных волокон зависимость предельного напряжения сдвига их супензий в воде от концентрации гидроксида натрия отображается кривой с максимумом при концентрациях 8-10%. Полученная зависимость коррелирует с экстремальной концентрационной зависимостью степени набухания волокон в растворах гидроксида натрия. Возрастание набухания волокон увеличивает поверхность их контакта и наоборот, что оказывает влияние на реологические свойства обработанных волокон. Уменьшение степени фибрillationи волокон вследствие их аморфизации и растворение низкомолекулярных полисахаридов после обработки концентрированными растворами гидроксида натрия также снижают предельное напряжение сдвига супензий.

Обработка растворами серной кислоты (до 10%) влияния на структуру волокон и реологические свойства их супензий не оказывает.

Рассмотрена корреляция между реологическими свойствами целлюлозных супензий и физико-механическими характеристиками сформированных из них целлюлозно-бумажных материалов. Показано, что обратимые структурные изменения целлюлозы вызывают ухудшение как сдвиговой прочности супензий, так и прочностных свойств полученных материалов.

Институт химии древесины АН Латвийской ССР, г.Рига

О СНИЖЕНИИ ТРЕНИЯ В ЭМУЛЬСИЯХ

Н.М.Лебедев

Некоторые вещества, такие как основной хлорид алюминия, гидроокись алюминия и т.п., используемые в качестве стабилизаторов пены в морской воде, склонны к комплексообразованию.

Были проведены гидравлические опыты с обычной (пресной) водой и с морской водой "Норвежский веритас", имеющими в своём составе пенообразователь на основе пасты PAC, уксуснокислого аммония и гидроокиси алюминия (стабилизатор пены).

При испытаниях измерялось время истечения этих жидкостей через медную трубку длиной 200 см и диаметром 0,54 см.

Растворение указанного пенообразователя в обычной и морской воде сопровождалось образованием эмульсии белого цвета.

Эмульсия пенообразователя в обычной воде, которая заметно расцвела через 6 часов, имела коэффициент гидравлического трения такой же как у воды (число Рейнольдса 9300).

Эмульсия пенообразователя в морской воде, стойкая при наблюдении в течение 4 суток, обладала пониженным на 30%, по сравнению с обычной водой, коэффициентом гидравлического трения (число Рейнольдса 10800).

Полученный эффект имеет научное значение для гидравлики аномальных жидкостей и практическое значение для установок тушения, использующих морскую воду.

ВНИИ противопожарной обороны МВД СССР, Балашиха Московской обл.

ДИФФУЗИОННЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ РОСТЕ ПАРОВЫХ ПУЗЫРЬКОВ И ПЛЕНОК В ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРАХ

С.П. Левинский

Особенности кипения растворов высокомолекулярных соединений имеют существенное значение для многих процессов производства и переработки полимеров, современной технологии термообработки металлов, теплоэнергетики. Экспериментальные исследования в этой области немногочисленны, а имеющиеся данные о характере влияния полимерных добавок различаются не только в количественном, но и качественном отношении. Теоретический анализ элементарных процессов (рост, склонение, коалесценция паровых пузырьков, эволюция паровых пленок и др.) с учетом реологических, диффузионных, термодинамических эффектов, специфичных для полимерных жидкостей, отсутствует. В докладе применительно к обсуждаемой проблеме рассмотрены основные физические факторы, проявляющиеся при кипении высокомолекулярных жидкостей. Проанализировано решение задачи о росте парового пузырька в перегретом растворе полимера на автомодельной стадии, выявлены особенности диффузионного торможения в рассматриваемых системах. Исследована начальная стадия испарения растворов из полимерной жидкости в тонкую паровую пленку вблизи высокотемпературной поверхности. Полученное решение учитывает возможность проявления релаксационных эффектов при диффузионном транспорте низкомолекулярного компонента к границе фазового перехода и указывает на возможность качественного изменения характера процесса (формирование диффузионной волны) при малых значениях начального коэффициента диффузии и больших временах релаксации.

На основе проведенного анализа обсуждены известные экспериментальные результаты по кипению полимерных жидкостей и закалочному охлаждению в растворах макромолекул. Предложено объяснение наблюдавшей в опытах интенсификации теплобмена малыми добавками полимеров, учитывавшее возможность проявления эффектов нормальных напряжений при росте паровых микропузырьков вблизи греющей поверхности.

Воронежский государственный университет

УДК 541.24:532.25

ВИСКОЗИМЕТРЫ С РЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЕМ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРОВ

Е. А. Листров

Проведены теоретические исследования эффективности ис-
пользования реоэлектрического двигателя /1/ для ротационной
вискозиметрии /2/.

Вычислены динамические и кинематические характеристики
многосекционного реоэлектрического двигателя. Диэлектрический
статор двигателя представляет собой набор соосных колоколов,
на внутренних и внешних поверхностях которых расположены элек-
троцы. Диэлектрический ротор представляет собой подобную "ци-
линдрическую гребенку". Показано, что мощность такого много-
секционного двигателя в десятки раз превосходит мощность
обычного реоэлектрического двигателя с цилиндрическим ротором.

Рассмотрен режим стационарного вращения ротора и режим
крутильных автоколебаний, который возникает в вискозиметре с
торсионом при определенной критической величине приложенного
электрического напряжения.

Получены функциональные связи реологических характеристики
полимерных жидкостей с величиной электрического напряжения и
кинематическими параметрами движения ротора.

1. Шульман З.П., Носов В.Н. Вращение непроводящих тел в
электрореологических суспензиях. - Препринт. Минск: ИТМО
АН БССР, 1985. - С.32. - 35.

2. Белкин А.Я., Виноградов Г.В., Леонов А.И. Ротационные
приборы. Измерение вязкости и физико-механических характеристик
материалов. - М.: Машиностроение, 1968. - С.272.

г. Воронеж, Государственный
университет.
Университетская пл., д.1.

- 130 -

УДК 541.24:532.5

ИНВАРИАНТНО-ГРУППОВЫЕ СВОЙСТВА
НЕКОТОРЫХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ
ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

А. Т. Листров, О. А. Тужикове

В реологии неильтоновских жидкостей успешно применяются раз-
личные методы группового анализа. Например, в /1/ для получения ав-
томодельных решений уравнений течения неильтоновской жидкости ис-
пользован метод Ли и Эймса. В /2/ автомодельные течения вязко-
пластического материала изучены с помощью группового метода
Л.В. Овсянникова /3/.

В /4/ для нахождения автомодельных решений обобщенного урав-
нения Буссинеска предложен "неклассический" метод группового анали-
за.

В докладе указанные выше теоретико-групповые методы анализа
применены к одним и тем же реологическим уравнениям нестационарных
автомодельных течений вязко-пластических и нелинейновязких полимерных
жидкостей. Проведены анализ и сравнение классов автомодельных ре-
шений, полученных различными методами.

1. Шульман З.П. Конвективный тепломассоперенос реологически
однородных жидкостей. - Мн.: Энергия, 1975. - 294 с.

2. Ленский Э.В. О групповых свойствах уравнений движения не-
линейной вязко-пластической среды. - Вестн. Моск. ун-та. Мат.,
1966, № 5. - С.116 - 125.

3. Овсянников Л.В. Групповой анализ дифференциальных уравне-
ний. - М.: Наука, 1978. - 399.

4. Bhutani O.P., Sharma N.L. On the similarity
solutions of the generalized Boussinesq equation in
hydrology via transformation groups. - Int. J. Engng.
Sci., 1981, v. 19, p. 779 - 790.

г. Воронеж, Воронежский государственный
университет.
Университетская пл., 1.

- 131 -

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ САПРОПЕЛЕЙ И ТОРФА
Лиштван И.И., Косаревич И.В., Мацелуро А.Д.

Использование методов ДТА, ИК- и ЭИР-спектроскопии, химического анализа сапропелей и торфа, позволило установить влияние природы органического вещества на структурирующую способность водных и неводных дисперсных структур. В высокомолекулярных соединениях сапропелей водорослевого происхождения наблюдается преобладание фрагментов алифатической природы и их критическая концентрация структурообразования (C_{KKC}) составляет 2...3%. По мере возрастания доли ароматических фракментов структурирующая способность заметно снижается: дисперсии торфосапропелей имеют $C_{KKC} = 4..8\%$, а торфов различного ботанического состава - 6...12%. На структурирующую способность оказывают влияние и минеральные компоненты (коллоидный кремнезем, глинистые и карбонатные осадочные породы и др.), а также органоминеральные образования.

Жидкообразные системы на основе органических сапропелей и торфа образуют в воде коагуляционные и конденсационные структуры. В неводных средах под влиянием поля переменного и постоянного тока эти системы дают ясно выраженный электрореологический эффект. Впервые получены полные реологические кривые течения дисперсий сапропелей и торфа в интервале скоростей сдвига от $1,5 \text{ c}^{-1}$ до $12\,000 \text{ c}^{-1}$, показано влияние зазора ротационных вискозиметров на величины реологических параметров, что указывает на сложность поведения данных систем в ламинарном режиме течения и нуждается в дальнейшем изучении.

Исследовано влияние концентрации твердой фазы, температуры, добавок электролитов и полимеров на реологические свойства. Изучены деформации при малых скоростях сдвига и релаксации напряжений сапропелевых и торфяных дисперсий, а также влияние вибрационных воздействий на их реологические свойства.

Институт торфа АН БССР (г. Минск)

Институт тепло-массообмена АН БССР, г. Минск

РЕОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕДОБЫЧИ
Лернер М.М., Кабо В.Я.

Приведены экспериментальные данные по вязкоупругим полимерным композициям в реометрических течениях и сложных потоках. Основной задачей применения полимерных композиций в процессах повышенной нефтеотдачи является прогнозирование течения в пористой среде. Предложено осуществлять прогнозирование течения в пористой среде на основе экспериментального определения реологических свойств в вискозиметрических и релаксометрических течениях. Рассмотрены два класса полимерных композиций: упруговязкие жидкости (растворы полимеров) и вязкоупругие гели, полученные из растворов высокомолекулярных полимеров с помощью комплексообразователей. Приведен комплекс созданных технических средств для определения реометрических свойств композиций: реоанализатор к реогониметру Вейсенберга, автоматизированный комплекс для определения времени релаксации, ротационный реометр на базе вискозиметра "Реостест", автоматизированный комплекс для определения равновесных развитых деформаций "Реогель-002Ц". Показана достаточность указанных средств для прогноза и корреляции с поведением упруговязких жидкостей в пористой среде. Приведены сложности прогнозирования для вязкоупругих композиций и возможные подходы к решению этой проблемы.

Институт "Гипровостокнефть", Куйбышев

О РЕОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЯХ ЭКСТРУДИРУЕМОСТИ ЭЛАСТОМЕРОВ

М.С.Луцкий

Анализ собственных экспериментальных и литературных данных показывает, что экструдируемость эластомеров зависит от ряда факторов, определяющих напряженно-температурное состояние перерабатываемого материала.

Развитие процесса эластичной турбулентности, ограничивающее переработку материала способом экструзии, может быть подавлено путем установки перед входом в профилирующий канал специальных гидродинамических сопротивлений. Исследовано распределение скоростей потока в экструдате и показано, что установка гидродинамических сопротивлений приводит к выравниванию профиля скоростей и, как следствие этого, к улучшению качества поверхности экструдатов.

Анализ напряженного состояния, проведенный по результатам эластического восстановления экструдатов показал, что при этом меняется и эпюра напряжений в текущем материале. Эти данные подтверждены опытами по визуализации потока и расчетами касательных и нормальных напряжений, полученных по данным метода фотоупругости.

Исследование энергетических затрат при экструзии с установкой гидродинамических сопротивлений показало, что с уменьшением проходного сечения гидродинамического сопротивления потребляемая мощность уменьшается за счет диссилиативного разогрева материала. Однако при значительных тепловыделениях энергозатраты могут увеличиваться за счет подвулканизации материала, приводящей к ухудшению текучести и соответствующему изменению поверхности экструдата.

Таким образом, определенные величины энергосиловых воздействий на материал, а также выравнивание профиля скоростей и эпюры напряжений в потоке могут рассматриваться как критерии экструдируемости материалов.

Свердловский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института эластомерных материалов и изделий, г.Свердловск

ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ПОЛИ-ИЗОБУТИЛЕНА ПРИ НАЛИЧИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

М.С.Луцкий, В.П.Протасов, О.В.Васильева, А.Х.Мирджанов

Течение полимеров через профилирующие каналы существенно зависит от предварительных условий. С целью управления процессом течения в технологической практике нередко прибегают к установке перед входом в канал специальных гидродинамических сопротивлений, влияющих на качество получаемых профилей.

В работе исследовано течение полизобутилена через плоскую щель. Перед входом в щель устанавливали гидродинамические сопротивления в виде решеток с отверстиями прямоугольной формы, расположенным параллельно щели. Отверстия решеток были снабжены заглушками для перекрытия части отверстий.

При различных вариантах перекрытия отверстий и расстояниях решеток от входа в щель производили съемку в поляризованном свете интерференционных полос потока в плоской щели.

Фотометрирование полученных изображений позволило рассчитать величины касательных и нормальных напряжений. Показано, что гидродинамические сопротивления приводят к снижению касательных и нормальных напряжений, а их эпюры обнаруживают тенденцию к гладкому. Этот эффект при заданных постоянных давлениях выражается тем сильнее, чем меньше проходное сечение гидродинамического сопротивления и больше его расстояние от входа в щель.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе гидродинамических сопротивлений и их установке в экструзионных головках.

Свердловский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института эластомерных материалов и изделий, г.Свердловск,
Институт нефтехимического синтеза им.А.В.Топчиева, г.Москва
АН СССР

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОЛИГОМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ
НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ РЕАКЦИОННОГО ФОРМОВАНИЯ
И ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИУРЕТАНОВ

ЛЮБАРТОВИЧ С.А., ЩЕРБАКОВ Ю.М., МАНУЙЛОВА Г.Л.,
РАЗЛИВАЕВА Л.В., ТРЕТЬЯКОВ О.Е.

Объектом исследований являлись реологические свойства олигомерных продуктов на различных стадиях синтеза и термохимической деструкции ненаполненных и наполненных техуглеродом поликутетановых эластомеров на основе простых полиэфиров (полиоксигипропиленгликоля, сополимера тетрагидрофурана и окиси пропилена), олигодиондиолов (олигобутадиендиола, олигобутадиенинитрилдиола) и сложных полиэфиров (поли- ϵ -капролактона). Экспериментальные исследования проводились на ротационном вискозиметре Реотест 2, вибробореометре Вискоза и капиллярном вискозиметре АКВ-2.

В ходе экспериментальных исследований были определены следующие реологические характеристики исходных продуктов и их смесей:

- кривые течения олигодиолов;
- кривые течения смесей олигодиолов различной пропорции и молекулярной массы;
- кривые течения олигодиизоцианатов форполимеров, псевдофорполимеров и форполимеров с мягкителями;
- кривые течения и предел текучести смеси олигобутадиендиола и техуглерода с различной степенью наполнения;
- реокинетические зависимости на стадии синтеза форполимера при отверждении уретановой композиции и в процессе термохимической деструкции поликутетановых эластомеров.

Указанные исследования проводились в области температур 20°-120°C и при скоростях сдвига в диапазоне 10^{-1} - $5 \cdot 10^2$ с⁻¹.

На основе обобщения полученных результатов были выявлены реологические особенности указанных олигомерных систем и дана оценка перерабатываемости исследованного ассортимента олигомерных продуктов с позиций реакционного формования и сформулированы практические рекомендации по методам и технологическим режимам переработки первичных и вторичных материалов.

Научно-исследовательский институт минной промышленности

В настоящем сообщении предлагается последовательный теоретический подход к прогнозированию и описанию фазового поведения растворов макромолекул на основе атом-атомного приближения.

Предложена гипотеза локального подобия, позволяющая отобразить свойства реальной системы на базисную модель леннард-ジョンсонской жидкости, структурные и термодинамические свойства которой подробно изучены в широкой области изменения параметров состояния. Данная гипотеза утверждает о том, что в локальной области фазовой диаграммы состояния структурные и термодинамические свойства реальной системы изоморфны аналогичным характеристикам базисной системы с параметрами модельного потенциала, зависящими от температуры и плотности. Сформулированы критерии нахождения эффективных параметров потенциала Леннард-Джонса произвольного атом-атомного потенциала.

Фазовое поведение макромолекулярных растворов изучали в одножидкостном приближении для двухкомпонентных леннард-ジョンсонских систем. В пространстве параметров модели построена глобальная фазовая диаграмма, в которой точно локализованы области, соответствующие 19 возможным типам фазового поведения. Обнаружена возможность существования одной газовой и трех жидких фаз в четырехфазной точке двухкомпонентной системы. Показано, что выполнение условий $\varepsilon_{12} > \varepsilon_{11}, \varepsilon_{22} > \varepsilon_{11}, \varepsilon_{12} \approx \varepsilon_{11}, \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(\varepsilon_{ii} + \varepsilon_{jj})$, где ε_{ij} и ε_{ij} - параметры взаимодействия молекул i и j раствора, характерные для растворов макромолекул в низкомолекулярных веществах, приводят к четырехфазному равновесию флюидных фаз в таких системах.

Определены соотношения между параметрами взаимодействия и область в глобальной фазовой диаграмме, в которой леннард-ジョンсонская модель адекватно отражает фазовое поведение сильно ассоциированных систем, некоторые из которых характеризуются жидкокристаллическими фазами.

Предложенный подход использован для анализа ряда реальных систем полимер-низкомолекулярный растворитель.

Институт низкотемпературной техники и энергетики, г. Одесса.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЯЗКОЙ КАПЛИ, ЛЕВАЩЕЙ НА МЕМБРАНЕ,
С ПОТОКОМ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

С.Н.Малышев, Ф.Г.Шайхиев, Ф.А.Гарифуллин

Одной из задач, с которой приходится сталкиваться при проведении процессов ультра- и микрофильтрации, является задача выбора оптимального гидродинамического режима разделляемой неньютоновской среды. При мембранным разделении двухфазных систем дисперсные включения (капли, частицы) выседают на мембрану и, тем самым, уменьшают удельную производительность аппаратов. Поэтому важным является рассмотрение плавления отдельных частиц и капель, осевших на мембрану и взаимодействующих с основным потоком.

В настоящей работе рассматривается задача о движении вязкой двумерной капли под действием набегающего неньютоновского потока при малых числах Рейнольдса. В рамках принятых допущений и гипотез на линии трехфазного контакта, а также с использованием метода сращиваемых асимптотических разложений получено уравнение, описывающее скорость перемещения капли.

Известно, что решение уравнений Навье-Стокса при использовании граничных условий прилипания вблизи контактной линии приводит к особенности, заключающейся в том, что из решения следуют бесконечно большие касательные и нормальные напряжения вблизи контактной линии. Условием, исключающим эту особенность, является гипотеза скольжения контактной линии.

Из полученного решения для скорости перемещения капли следует, что основными параметрами, определяющими миграцию являются реологические характеристики двухфазного потока, градиент давления, поверхностное натяжение на границе жидкость-жидкость и равновесный краевой угол.

Казанский химико-технологический институт им. С.М.Кирова.

В.В.

На дилатометре конструкции ХАДИ были проведены исследования битумов различных марок и структурных типов в диапазоне температур $-40\dots+20$ °С. В этом интервале битум резко меняет свои физико-химические и реологические свойства, переходя из вязкоупругого в застеклованное состояние. Характер этого перехода зависит от состава битума, а его температурное положение от вязкости ненеютоновой части и количества дисперсного наполнителя - асфальтобетона.

Удельный объем битума (по температурной шкале) изменяется непрерывно, без резкого перелома как у полимерных материалов, а однозначный коэффициент температурного расширения линейно возрастает как до температуры стеклования, так и после. Это характерно для битумов, как коллоидной системы, где стеклование среды, в основном, обуславливает изменения свойств в этом интервале температур. Так, различные битумы с практически одинаковой средней молекулярной массой (670 у.е.) первого и второго структурного типа ($K_{стР}^1=1,46$ и $K_{стР}^2=0,6$) имеют интервал стеклования соответственно 15 и 25 °С, а температуры стеклования равны соответственно -25 и -21 °С. Кроме того, более высокий рост объема в области стеклования свидетельствует о лучшей релаксационной способности битума первого структурного типа по отношению ко второму.

Между средней молекулярной массой и температурой стеклования битумов существует корреляционная связь, которая плотнее для битумов первого гомологического ряда.

Исследования, проведенные в "квазистатическом" режиме с различными скоростями охлаждения - нагрева, подтверждают роль температуры стеклования как релаксационной характеристики структурного состояния битума.

Химико-дорожный институт им. Комсомола Украины, г.Харьков

ТУРБОРЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

В.Н.Манжай

Введение в турбулентный поток высокомолекулярных соединений, сопровождающееся повышением вязкости раствора, приводит к увеличению скорости течения жидкости, что обусловлено упругими свойствами полимерных молекул. Наиболее отчетливо эффект Томса проявляется при перемещении разбавленных растворов ($C/\eta < 1$), когда макромолекулярные клубки удалены друг от друга и ведут себя как индивидуальные кинетические частицы, что позволяет получать важную информацию о физико-химических свойствах макромолекул.

В работе, выполненной с разными полимерами большой молекулярной массы: полибутадиеном, полизопреном, полиоксиэтиленом, полиакриламидом, ДНК и другими, показана возможность определения объема и времени релаксации отдельных клубков, а также их конформационных превращений в широком диапазоне температур и в растворителях различного термодинамического качества: толуоле, гептане, нефти, воде и т.д. Установлено, что в области малых концентраций приращение объемного расхода и содержание полимера в растворе связаны соотношением

$$\frac{C}{\eta} = q + p C, \text{ где } q \text{ и } p - \text{ некоторые численные константы, зависящие от гидродинамических параметров течения и химической природы полимера. Использование приведенного уравнения позволяет вести аналитический контроль за содержанием полимера в растворе в процессе растворения и на начальных стадиях радикальной полимеризации.}$$

Экспериментальная часть работы проводилась на комбинированном приборе, состоящем из турбулентного реометра и вибрационного вискозиметра. На реометре изучалось поведение макромолекул в турбулентном потоке, создаваемом в цилиндрическом канале, в котором реализуются напряжения сдвига на стенке трубы до 500 Па и числа Рейнольдса до $5 \cdot 10^4$. Турбороометр снабжен рубашкой для терmostатирования, а также устройством для отсчета времени истечения жидкости из рабочей камеры. Вибрационный вискозиметр позволяет измерять вязкость растворов полимеров при малых сдвиговых деформациях с погрешностью не превышающей одного процента.

Институт химии нефти СО АН СССР, г. Томск

- 140 -

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ В КАНАЛАХ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ.

А.П.Масляков

Многофакторность и сложность исследования движения буровых растворов в кольцевых каналах со сложной геометрией потребовало постановки соответствующих экспериментальных работ в лабораторных условиях. При этом для понимания физической картины течения неильтоновских жидкостей в таких каналах использовалась оптическая активная жидкость "Milling yellow", реологические свойства которой близки к буровым растворам. Исследования проводились на лабораторной установке в плоских "щелевых" моделях с различной геометрией. Масштаб моделирования характерных размеров щелевых каналов был принят $M = 1 : 10$. Формы плоских каналов изменялись от прямоугольной винемки до эллипсоидной. При экспериментальных исследованиях для соответствия модельных и натурных условий соблюдалось равенство критериев Рейнольдса, Сен-Венана и показателя нелинейности.

В результате экспериментальных исследований в каналах со сложной геометрией были получены и проанализированы интерференционные картины течения нелинейно-вязкоупругой жидкости при различных реологических показателях и числах Рейнольдса. Это позволило более детально понять физические картины течения буровых растворов на кавернозных участках нефтяных и газовых скважинах, определить характер и местонахождение "застойных" и "вихревых" зон, а также оценить влияние реологии на эти процессы.

Всесоюзный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт буровой техники (ВНИИБТ), г. Москва

РЕОКИНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ
ПОЛИСТИЛЕНА

К. Майнер, Б. Польтередорф

В процессе переработки полимеров могут иметь место термоокислительная и механическая деструкции, а также структурирование. Вследствие этого изменяются молекулярная масса и другие свойства полимеров, в том числе его релогические характеристики и перерабатываемость.

Исходя из общих представлений реохимии, рассмотрена ее обратная задача, т.е. определена кинетика изменения релогических свойств полистилена в процессе переработки в зависимости от интенсивности термического и механического нагружений в перерабатывающем оборудовании. Анализ проводили на базе экспериментальных данных, полученных в лабораторном смесителе.

Установлено, что одновременно происходят конкурирующие процессы деструкции и структурирования.

Предложена кинетическая модель изменения вязкости расплава полистилена в процессе переработки и зависимость коэффициентов модели от температуры и интенсивности механического нагружения.

Сформулированы рекомендации по выбору технологических режимов переработки, обеспечивающие получение материала с требуемыми свойствами.

Высшая Техническая Школа "Карл Шорлеммер", секция материаловедения и переработка полимеров, г. Мерзебург, ГДР-4200

- 142 -

PREDICTION OF PRESSURE DROPS IN THE PIPE FLOWS OF DRAG REDUCING POLYMER SOLUTIONS

INTRODUCTION

An attempt has been made to solve the problem of pressure drop calculations in the turbulent pipe flow of drag reducing polymer solutions. New definitions of dimensionless numbers λ_{d} and λ describing both the flow of drag reducing liquid and the flow of its non-drag reducing, Newtonian analogue have been introduced. The single-curve correlation of λ vs. Re describing the turbulent flow of drag reducing polymer solution in smooth round tubes is presented. Pressure drop measurements were made on variety of polymer solutions to confirm the equation. Excellent agreement was found between theory and experiment. Of great significance is finding that the dimensionless equation of hydraulic resistance holds for different types of concentrations of polymer solutions, and can be used to calculate the pressure drops in turbulent flows of the solutions on pipes of different diameters.

The Technical University of Cracow, Cracow, Poland

- 143 -

АНОМАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОСТИ
В КАУЧУК - ОЛИГОМЕРНЫХ СИСТЕМАХ. ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕ-
НИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ОТ ТЕОРИИ.

С.М.Мажиковский, Е.И.Васильченко

При экспериментальном изучении реологических свойств системы цио-полизопрен - олигоэфиракрилат (ОЭА) в области малых значений концентрации ОЭА (C) был обнаружен "max" на кривой "сдвиговая вязкость (η) - C ". Принципиально, что величина η в точке "max" в 1,5 - 2 раза выше η самого высоковязкого компонента. Изучено влияние природы компонентов, предыстории системы, условий реологического эксперимента на величину и положение "max".

Общепринятые в литературе представления, которые используются для трактовки необычных закономерностей течения полимерных смесей, не могут объяснить полученных нами зависимостей в комплексе.

Из развитой Л.И.Маневичем с соавторами теории следует, что в области фазовых переходов часть энергии сдвиговой деформации диссирируется на крупномасштабных флуктуациях концентрации, спонтанно возникающих в метастабильном и критическом состояниях смеси. Поэтому значение η , регистрируемое в этих областях, должно быть выше, чем вязкость регулярных растворов.

Как следует из сопоставления фазовых диаграмм изучаемых систем с реологическим экспериментом, положение "max" не совпадает с точками, предсказываемыми теорией. В работе рассматриваются причины, вследствие которых возможно несовпадение экспериментальных и расчетных данных: основная из них - молекулярная полидисперсность компонентов. Она определяет в таких системах "размытость" границ термодинамической устойчивости, вблизи которых формируются крупномасштабные флуктуации.

Учет полидисперсности компонентов показывает, что лишь часть общего числа молекул участвует в формировании флуктуаций и, следовательно, лишь она обеспечивает рост η . Реологическое поведение остальных молекул определяется тем, в какую область фазовой диаграммы они "попадают" (в одно или двухфазную) и, соответственно, подчиняются законам течения растворов и (или) дисперсий.

Институт химической физики АН СССР, г.Москва.

532.77:541.64:539.2
СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКОН
ИЗ РАСТВОРОВ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Д.Х.Мирдзанов, В.Г.Куличихин

В работе детально рассмотрены структурные и реологические процессы получения высокопрочных волокон из растворов высокомолекулярного полиэтилена (ПЭ). Растворы ПЭ с концентрацией 3-9% являются структурированными, что проявляется, в частности, в их вязкопластическом поведении. По-видимому, структурирование не является следствием неполного растворения ПЭ, а скорее определяется наличием плотной сетки межмолекулярных контактов. Об этом свидетельствуют сильные величины входовых испытаний, разбухания экструдата, пределов текучести.

Необычен вид сходящегося потока на входе в канал. Вместо одного заходного конуса в некоторых случаях зарегистрированы два с различными углами при вершине. Предположительно, при этом происходит разделение раствора по концентрации.

В зависимости от уровня напряженного состояния растворов в каналах течения по каналам фильтр определяются параметры вытяжки полученных из таких растворов гелей. С повышением напряжения на стенке канала уменьшаются значения продольного напряжения, необходимого для достижения заданной кратности вытяжки. При этом, однако, снижаются прочностные характеристики волокон. Гели с определенной кратности вытяжки, происходят необратимые перестройки структуры ПЭ, которые в условиях изотермического нагрева проявляются особенно ярко. Речь идет о переходе к поевдоизогональной структуре ПЭ, ответственной за высокие механические свойства волокон.

ИНХС им.А.В.Топчева АН СССР
г. Москва

ТЕЧЕНИЕ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ С КОАКСИАЛЬНОЙ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРОЙ В ПРИСУТСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕЖФАЗНЫХ ДОБАВОК

Д.П.Мирошников, В.В.Ульянов

Методом капиллярной реометрии исследовано течение смесей полипропилен (ПП)/полистирол (ПС) с коаксиальной фазовой структурой в присутствии различных добавок на поверхности раздела фаз. Коаксиальная структура смесей формировалась при течении через капилляр пакета загруженных в резервуар чередующихся дисков ПП и ПС одной и той же толщины. В качестве добавок использовали катионоактивные и неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ), пластификаторы и твердые дисперсионные наполнители. Нанесение добавок на поверхности раздела фаз полимеров осуществляли из растворов или дисперсий различных концентраций.

Ранее нами было установлено существенное повышение текучести смесей с коаксиальной морфологией по сравнению с текучестью индивидуальных полимеров и смесей с капельно-волокнистым типом структуры, обусловленное эффективным скольжением компонентов по границам раздела фаз. При этом эффект скольжения увеличивался при увеличении площади межфазной поверхности в системе. Ясно также, что степень скольжения при течении коаксиальной структуры должна зависеть, при прочих равных условиях, и от величины межфазного взаимодействия в смеси. Результаты настоящей работы свидетельствуют в пользу последнего предположения.

Экспериментальные зависимости текучести смесей ПП/ПС от дозировок ПАВ и дисперсионных наполнителей характеризовались кривыми с максимумами, тогда как текучесть смесей с ростом содержания пластификаторов прогрессивно повышалась. Обсуждается влияние структуры добавок, их сродства к обеим полимерным фазам на эффекты межфазного взаимодействия и особенности течения изученных систем.

Продемонстрирована возможность использования смесей с коаксиальной морфологией для оценки межфазного взаимодействия полимеров в присутствии различных добавок на границе раздела фаз.

Институт тонкой химической технологии
имени И.В.Ломоносова, г.Москва

ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКО-УПРУГОЙ ЖИДКОСТИ С НЕЛИНЕЙНЫМ УПРУГИМ ПОТЕНЦИАЛОМ В КАНАЛАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ.

С.Н.Михайлов, Р.З.Бакиров, Д.М.Мухаметгалиев.

В рассматриваемой работе предлагается один из математических подходов двумерного течения вязко-упругой жидкости в каналах с изменяющейся геометрией. Базой для получения этой математической модели послужили фундаментальные уравнения вязкоупругости больших деформаций А.И.Леонова-А.Н.Прокунина. Для точного соответствия модели экспериментальным данным и геометрическим измерениям, вместо ранее применяемого упругого потенциала по Муни-Ривлину в работе используется потенциал Чогла. В последнем учитывается его нелинейность относительно других деформаций. Записана система уравнений, включающая материальные константы (два времени релаксации, два модуля упругости, показатель нелинейности Чогла), описывающая реологическое состояние при двумерном течении. Эти зависимости в совокупности с уравнениями движения и неразрывности вместе с граничными условиями и условиями на входе и выходе позволяют записать замкнутую систему дифференциальных уравнений, решив которую, можно определить искомые параметры течения расплавов полимеров. Задача решается одним из численных методов на ЭВМ.

Татарский финансово-экономический институт г.Казань

В работе принял участие О.Ю.Сабсай, НПО "Пластик" г.Москва

СОПОСТАВЛЕНИЕ СДВИГОВЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ
УПРУГОВЯЗКИХ СИСТЕМ С ДАННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.С. Морозов

Регистрация упругого восстановления при его демпфировании позволяет определять упругую деформацию в потоке упруговязких систем, рассчитывать накопленную системой в потоке энергию и модуль упругости, а также соответственно выделить из сдвигового напряжения τ долю τ_e , ответственную за накопленную системой энергию в потоке, и долю напряжения τ_d , связанную с диссипацией энергии.

Автор показывает, исходя из анализа экспериментальных данных, что именно указанные величины долей сдвигового напряжения следует сравнивать с действительной и мнимой составляющими комплексного динамического модуля, определяемого в режимах циклической сдвиговой деформации. Это связано с тем, что при этом в обоих случаях сравниваются составляющие сопротивления сдвига, выделенные по одному принципу – разделением на составляющие характеристики сдвиговой испытуемой системы по способности к накоплению и диссипации энергии сдвига. В то же время сравнение действительной составляющей комплексного модуля с нормальными напряжениями, измеренными на реогониометре при циклических сдвиговых режимах, довольно произвольно. Это логически вытекает из того, что при динамических испытаниях на реогониометрах измеряют и периодически изменяющиеся нормальные напряжения, а по ним естественно можно рассчитать величину аналогичную комплексному динамическому модулю. Эта величина должна в большей мере коррелировать с нормальными напряжениями, чем составляющая комплексного модуля при регистрации колебаний кручущего момента.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
медицинских полимеров, г. Москва.

-148-

РЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЛИМЕРИЗУЮЩЕЙСЯ
КОМПОЗИЦИИ В АДСОРБИОННО-ДИФУЗИОННОМ СЛОЕ

Е.М. Морозова

При полимеризации в сорбционно-диффузионных слоях элементарные реакции полимеризации контролируются реологическим поведением полимеризующейся системы. Резкое ускорение полимеризации происходит в слое, обладающем пределом текучести. При этом, чем больше энергия взаимодействия твердая фаза – мономер, тем толще образующийся сорбатный слой, обладающий пределом текучести. Для определения влияния толщины слоя на кинетику полимеризации изучены наполненные мономерные системы при разном соотношении твердой фазы к мономеру, что позволяло моделировать толщину слоя по изменению реологических характеристик. Анализ полученных кривых текучести позволил оценить величину сорбционно-диффузионного слоя, исходя из учета отклонения вязкости испытуемой системы от идеальной суспензии за счет взаимодействия твердой фазы с мономером. Толщину прослоек мономера оценивали по изменению физико-механических характеристик системы в зависимости от изменения соотношения наполнителя к мономеру. Показано, что между указанными реологическими характеристиками и кинетикой полимеризации существует явная функциональная зависимость. Полимеризация в граничной области мономер – твердая поверхность определяется пределом текучести образующихся слоев мономера в совокупности с характером взаимодействия мономера и инициатора с поверхностью. Помимо этого влияет на изменение эффективности инициирования и активности мономеров в полимеризации. Реологическое состояние исходной мономерной системы определяет изменение молекулярной массы образующегося полимера.

Институт физической химии АН СССР, г. Москва

-149-

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ
ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ

Е.М. Мороузова, Е.Л. Ергунова, И.А. Морозов

Прочность армированных композиционных материалов функционально связана с деформационными характеристиками матрицы, армирующего наполнителя и адгезионной прочности между ними. Оценка указанных характеристик производится при раздире композита в виде микропластика.

В зоне раздира образуется угол, в котором материал матрицы находится в деформированном состоянии: в вершине угла раздира деформация отсутствует, а у основания – деформация равна предельной разрывной деформации при растяжении. В деформируемой матрице в зоне раздира накапливается упругая энергия. Экспериментально определяемая энергия после исключения из нее упругой энергии, накопленной в зоне разрушения, дает энергию раздира, которая уже не зависит от угла раздира и позволяет разделить прочность композита на адгезионную на границе матрица-наполнитель и когезионную матрицы.

Измерение рассмотренных величин позволяет оценивать влияние условий создания композита на изменение его характеристик, давая тем самым возможность направленно повышать адгезионную прочность на границе разделя материца-наполнитель.

Институт физической химии АН СССР, г. Москва

- 150 -

УДК 66.012-52
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ
ОПРЕДЕЛЕНИИ КОНСТАНТ РЕОЛОГИЧЕСКОГО
УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ

Д.М. Мухаметгалеев, С.Н. Михайлов, Р.З. Бакиров, М.Л. Фридман

Увеличение объемов производства полимерной продукции, ~~уменьшение~~ ~~снижение~~ ~~уменьшение~~ скоростей истечения расплавов и требований к качеству продукции вынуждает более точно рассчитывать параметры конструкций перерабатывающего оборудования и режимы переработки. Такие явления, как высокоеэластическое разбухание, ~~периодическая~~ ~~устойчивость~~, разнотолщинность можно рассчитывать и учесть используя в описании математической модели исследуемого процесса реологическое уравнение состояния вязкоупругой жидкости. Одним из таких является уравнение полученное на основе модели больших высокоеэластических деформаций Леонова А.И. Сложность записи реологического уравнения состояния при описании процессов определяется количеством используемых элементов Максвелла. В данной работе рассматривалась двухэлементная модель одномерного течения расплава полимера.

Для решения задачи применяется метод нулевого порядка – метод деформируемого многоугольника, причем использование метода оптимизации определяется нелинейностью зависимости от модуля упругости и времени релаксации. Расчеты проводились для полимеров таких, как ПА-6, ПЭТФ, ПЭНП и ПШ. Точность совпадения с экспериментом составила не более 3%.

На основе вышеуказанного РУС была решена задача теплообмена при течении в каналах плоских головок. Проведено сравнение решения с результатами по изучению течения степенной жидкости.

Казанский финансово-экономический институт им. В.Р. Кумбашева

- 151 -

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ И МОДИФИКАЦИИ НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЗЫ НА ВЯЗКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Л.И.Мясникова, Н.В.Волкова, Н.В.Рябоконь, В.В.Медведева,
А.С.Маринин, В.И.Давыдова

Натрий-карбоксиметилцеллюза ($\text{Na}-\text{КМЦ}$), благодаря сочетанию физико-химических свойств и полной биологической биовредности, используется в буровых растворах, обеспечивая заданные вязкостно-тиксотропные свойства и стабильность их в условиях эксплуатации. Для повышения стабильности буровых растворов и обеспечения вязкости при наличии сдвигового поля, достаточно высокой температуры, присутствия минеральных солей проводят модификацию $\text{Na}-\text{КМЦ}$ разнообразными солями металлов в процессе её синтеза. Кроме того, способ получения $\text{Na}-\text{КМЦ}$ также оказывает существенное влияние на качество полимера и, следовательно, на вязкостное поведение её растворов.

Методом ротационной вискозиметрии изучено влияние способа получения $\text{Na}-\text{КМЦ}$ и природы модификатора (соли алюминия, железа, хрома) на вязкостные свойства её водных растворов в диапазоне температур 20–90°C.

Показано, что, независимо от способа получения ("сухой" и суспензионный), природы модификатора, исследуемые системы являются псевдо-пластичными, вязкость которых резко снижается приложении сдвигового поля. При суспензионной способе получения $\text{Na}-\text{КМЦ}$ значительно улучшается качество образующегося полимера, повышаются вязкостные характеристики (вязкость и коэффициент тиксотропии) её водных растворов. Установлено, что и природа модификатора существенно влияет на вязкость растворов $\text{Na}-\text{КМЦ}$ и её температурную зависимость. Так, модификация $\text{Na}-\text{КМЦ}$ сульфатом железа снижает вязкость её растворов, а модификация хромокалиевыми квасцами значительно повышает вязкость растворов. Введение же в макроцепь КМЦ соли алюминия практически не влияет на вязкостные свойства изучаемых растворов.

Предлагается обобщенное уравнение вязкостного поведения растворов КМЦ в изученном диапазоне температур и напряжений сдвига.

Научно-исследовательский институт химии при Горьковском госуниверситете

ОБОГАЩЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ

ПАСТ $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$

B.Д.Наумов, В.Н.Демишин

Исследованы ферромагнитные пасты $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ на основе растягивающей эпоксидной смолы в этилцеллозольве в связи с возможностью их использования в технологии ферролака для создания рабочего слоя магнитных дисков ЭВМ. Поскольку частицы $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ обладают постоянным магнитным дипольным моментом, их дисперсии являются структурированными системами, в которых в зависимости от частичной концентрации образуется или трехмерная сетка, или дискретная структура.

Отличительной особенностью ферромагнитных паст $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ является аномальное изменение эффективной вязкости η во времени t при действии сдвиговых напряжений P . Как известно, в типичных тиксотропно структурированных системах при каждом P вид зависимости η (t) на участке выхода к равновесному значению η определяется значением предшествующего P : при переходе от меньшего P к большему при каждом большем P зависимость η (t) характеризуется уменьшением вязкости из-за постепенного разрушения структурных связей, при переходе от больших P к меньшим, наоборот, в связи с постепенным восстановлением структур вязкость увеличивается во времени. В ферромагнитных пастах $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ характер зависимости η (t) прямо противоположен. По этой причине изменение равновесной η при изменении P или скорости деформации $\dot{\gamma}$ в ферромагнитных пастах $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ оказывается гораздо менее выраженным, чем в обычных структурированных системах.

Аномальный характер зависимостей η (t) обусловлен особыми особенностями структурообразования в ферромагнитных пастах $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, самой чёткой из которых является наличие структурных элементов относительно большого гидродинамического объема, образованных магнитным взаимодействием частиц $\mathcal{J} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, и структурных агрегатов, при образовании которых происходит уменьшение гидродинамического объема. При переходе от меньших к большим P происходит разрушение структурных агрегатов, вытесняющее значительно увеличение гидродинамического объема и, как результат, уменьшение вязкости во времени. Переход от больших к меньшим P , наоборот, вследствие флокуляции гиперобъемных структурных агрегатов, приводит к уменьшению вязкости во времени.

Московский институт приборостроения.

КАПИЛЛАРНЫЙ ВИСКОЗИМЕТР ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ИЗМЕРЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЯЗКИХ МАСС
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

С.Н.Никоноров, А.Н.Стрельхина

При создании автоматизированных систем управления технологическими процессами необходимо решение проблемы объективной приборной оценки заверленности тех или иных технологических операций, основанной на измерении свойств, хорошо характеризующих как технологические, так и качественные показатели перерабатываемых масс. Такими являются реологические свойства.

Разработан оригинальный вискоэзиметр капиллярного типа, предназначенный для непрерывного измерения реологических свойств вязких масс в технологическом потоке. В конструкции предусмотрена возможность автоматической прочистки капилляра для исключения погрешности измерения, вызванной массой, оставшейся в капилляре от предыдущего эксперимента. Нагнетание массы в капилляр осуществляется плунжером, скорость движения которого задается управляющей программой, давление изменяется от минимальных до максимально возможных значений в данном реальном процессе. Это позволяет повысить точность измерения по сравнению с существующими вискоэзиметрами, процесс измерения в которых начинается с максимального давления на массу, что приводит к нежелательному разрушению её структуры.

Для управления прибором и оперативной обработки данных капиллярной вискоэзиметрии разработана микропроцессорная система на базе микроконтроллера К1-20. Алгоритм работы прибора включает в себя операции по загрузке исследуемой массы в камеру вискоэзиметра, проведение измерений, обработку полученных данных, их оценку и подготовку прибора к следующим измерениям.

Прибор был испытан в промышленных условиях и может быть рекомендован для автоматизации процессов формования, экструзии, прессования высоковязких масс на основе измерения и контроля их реологических свойств.

Энгельсский филиал Саратовского политехнического института
г.Энгельс

519.25+532.135+62.756

О МЕТОДАХ ОПИСАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ КРИВЫХ

© Д. Овчаренко, П. Ф. Овчинников, В. Ю. Третинник

Стационарные реологические кривые зависимости градиента скорости течения от напряжения сдвига необходимы для определения физических характеристик текущей среды и замыкания уравнений, описывающих ее движение. Аналитическое выражение зависимости $\dot{\epsilon}$ от P имеет форму $f(\dot{\epsilon}, P) = 0$ или в более общем виде $f(\dot{\epsilon}, \dot{\epsilon}, P, \dot{P}, t) = 0$ для замыкания уравнения движения обязательно. Неявные уравнения можно записать и через вязкость η в форме $\Psi(\dot{\epsilon}, \dot{\epsilon}, \eta, \dot{\eta}, t) = 0$. Здесь (точкой) обозначено дифференцирование по времени t . В математике разработаны многочисленные методы, позволяющие с любой наперед данной степенью точности описать аналитически любую кривую, в том числе реологическую. Для явного определения функций f и Ψ используется математическое моделирование из простых тел,упругих, вязких, пластических. В это направление внесли большой вклад отечественные учёные Ф. Н. Щедров, М. П. Воларович, А. Ю. Ильинский, А. Р. Ржаницын. При наличии мощной вычислительной техники модельное описание течения любых систем возможно с наперед заданной степенью точности. Используя молекулярно-кинетический подход к описанию процессов течения были получены формулы, описывающие зависимость вязкости от напряжения сдвига. Здесь основоположниками являются работы отечественных учёных Я. И. Франкеля, П. А. Ребиндера, А. В. Думанского, Г. М. Бартенева, Н. В. Ермиловой, И. В. Михайлова, А. М. Лихтгейма для небольших отклонений течения от ньютонаического и П. Ф. Овчинникова, Г. В. Урьёва для больших отклонений. Еще Ри и Эйринг вычисление вязкости неニュтонаской среды связали с периодами релаксации конечного числа групп течения. Полное развитие релаксационная теория получила в работе А. И. Лянова, Г. В. Виноградова, когда число групп течения бесконечно велико, спектр релаксаций непрерывен. Отметим релаксационная теория, как и вообще молекулярно-кинетический подход может быть использована для описания течения как структурированных, так и бесструктурных систем. Расчетные формулы для последних получаются из первых, как частный случай. Поэтому деление на структурную и чистую реологию не имеет под собой научной почвы. На это указывал Г. В. Виноградов.

Институт колloidной химии и химии воды АН УССР, г. Киев
Пресское высшее инженерное математическое училище.

РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПОСТРОЕНИИ
РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ВИБРОРЕОЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ
П. Ф. Овчинников

Для построения физически обоснованных реологических уравнений тиксотропных, пластических, псевдопластических, дилатантных систем пока есть единственный путь - использование статистических законов распределения вероятности случайной величины - относительной частоты смещения кинетических единиц течения. Действительно, если обратиться к известным формулам, выражющим вязкость через градиент скорости течения, которые были получены Я. И. Френкелем, Эйрингом на основании молекулярно-кинетического подхода, то обнаружится что в их основе лежит экспоненциальный закон распределения. Для описания броуновского движения М. Смолуховский использовал нормальный закон распределения. Пострение зависимости градиента скорости течения в функции от напряжения P сдвига и времени t (для вибродеоглических уравнений) осуществляется по следующей схеме. Предполагается что течение имеет начальную Φ_0 и Φ_m конечную подвижности, а эффективная текучесть подчинена неравенству $\Phi_0 \leq \Phi(P, t) \leq \Phi_m$. Вводится функция распределения относительной частоты смещения в виде $\chi = \frac{t - \bar{t}}{\tau_m}$ при этом $\Phi = \Phi(\chi)$. Отыскивается выражение χ с использованием конкретного закона распределения, т. е. как функция от t , а для вибродеоглического уравнения еще и от амплитуды (A) и частоты ω . В результате получаются формулы, выражающие градиент скорости течения в функции от напряжения сдвига (амплитуды и частоты). Этот путь был проделан автором для нормального закона в предположении течения структурированной жидкости или малопрочной твердообразной структуры любого вида. Аналогичное выполнено М. П. Боларовичем совместно с М. Н. Авдеевым, А. А. Медведевой.

Однако в теоретическом плане остается открытым обоснованность применения того или иного закона распределения. Как известно, границы применимости закона распределения не установлены. Поэтому ориентиром служат соответствующие реологические кривые течения, по виду которых можно выбрать соотствующий закон распределения. Так, если на реологической кривой определенной на конечном отрезке изменения напряжения нет точки перегиба, то не имеет смысла использовать, например, нормальный закон распределения.

Одесское высшее инженерное морское училище г. Одесса

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОННО-СИЛНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Л.А.Одинцова, Л.Я.Голышникова

Исследованы реологические свойства жидких бутадиеновых каучуков и карбоксилиновых каучуков в процессе их отверждения водным раствором $FeCl_3$. Каучуки имели примерно одинаковую M_n и содержание COOH-групп, расположенных статистически в цепи или на ее концах, и отличались содержанием CN-групп. Исследования проводились на ротационном вискозиметре "Рестест-2" в зазоре между коаксиальными цилиндрами.

Установлено, что реологические свойства образцов существенно зависят от условий отверждения. При термостатировании ($70^{\circ}C$) в закрытом объеме прирост вязкости за 8 часов не превышал 1%, а характер изменения сохранялся ньютоновским. Проведение процесса в открытом слое позволяло быстрое нарастание вязкости и изменение на определенном этапе структурной аномалии течения. В точке гелеобразования системы текучести и переходили в высокоэластическое состояние. Структурированные образцы проявляли свойства псевдопластических жидкостей. Появления аномальных свойств и положение гель-точки зависит от состава и строения олигомера. С увеличением содержания CN-групп точка гелеобразования смещается в сторону больших времен, а аномалия текучего течения появляется через более продолжительный период. "Эффективная" энергия активации процесса нарастания вязкости E_a повышается с увеличением содержания CN-групп и составляет для каучуков СН-IA и СН-26-IA 38,88 и 52,9 кДж/моль соответственно.

Исходя из зависимостей $M_n = f(t)$ и $\eta = f(\bar{M}_n)$ выведены зависимости $\eta = f(t)$. Установлено, что они имеют степенной характер: $\eta = Kt^a$, где K и a - константы. Значения констант зависят от состава и строения олигомера. Высказано предположение о характере развития топологических структур ионно-силных полимеров.

Установлено, что уровень значений E_a выше в каучуках с большим содержанием CN-групп, однако, более высокая скорость ее нарастания при отверждении выше при меньшем содержании НАК в полимере.

Полученные результаты интерпретированы методом ИК-спектроскопии. Установлено, что на начальном этапе процесса происходит преимущественно образование координационных связей между CN-группами и ионами Fe^{3+} , которые в последующем трансформируются в солевые по $-COO-$ -группам полимеров. В присутствии воды изменений в спектрах обнаружено не было.

Московский институт приборостроения

ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА НАПОЛНЕННОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА ПРИ СДВИГЕ
И РАСТЯЖЕНИИ

В.А.Оптов, О.Ю.Сабсай

Исследованы вязкоупругие свойства 1,2-полибутиадиена (ПБ) узкого молекулярномассового распределения ($MMP=1,1$), наполненного золой сланца со средним размером частиц 20мкм, и спитым до стекла и измельченным 1,2-ПБ до размеров частиц 20мкм. Наполнение варьировало от 0 до 30%об. Температура стеклования образца 255К (-18°C), $MM=1,8 \cdot 10^5$.

Показано, что наибольшая ньютоновская вязкость при сдвиге не зависит от типа наполнителя и монотонно возрастает с ростом концентрации. Достижимая в экспериментах точность определения равновесного упругого модуля G_0 не позволяет сделать однозначного вывода о его зависимости от концентрации и типа наполнителя:

$$G_0 = (3.315 \pm 0.922) \cdot 10^{-2} \text{ МПа.}$$

Величина наибольшей ньютоновской вязкости при одноосном растяжении λ_c зависит от концентрации наполнителя гораздо слабее, чем G_0 . Но зависит от типа наполнителя - её величина ниже при наполнении спитым ПБ, чем при наполнении золой сланца при одинаковых концентрациях. При больших напряжениях растяжения все исследованные образцы теряли способность сколь угодно долго необратимо деформироваться, а однородно разрушались по механизму долговечности резин. Критерием возможности разрушения является достижение критической обратимой деформации ε^* . Величина ε^* падает линейно с ростом объемной концентрации φ и не зависит от его типа. При концентрациях $\varphi = \varphi_{kp} = 25\%$ $\varepsilon^* = 0$. В этих случаях наполненные композиционные материалы могут разрушаться при любых обратимых деформациях.

Институт химической физики АН СССР, г.Москва
НПО "Пластик", г.Москва

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ
ПОЛИОДЕФИНОВ ДЛЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Паверман Н.Г., Лащивер Р.А., Таничева Э.И., Зайцева Т.Л.

В настоящее время на ряде кабельных заводов установлены высокоскоростные автоматические линии, проектная скорость изоляции жил городских телефонных кабелей на которых может достигать 3000 м/мин. Скорость изоляции при этом зависит не только от типа экструдера, но и от применяемого полимерного материала. Однако при применении серийно выпускаемых композиций полистибена высокого давления (ПЭВД) линейную скорость изоляции приходится снижать до 700-1000 м/мин для получения качественной поверхности изоляции. Увеличение скорости приводит к повышению давления расплава до критических величин, ухудшению поверхности изоляции, повышению температур переработки.

С целью улучшения технологических свойств ПЭВД в него вводится полипропилен (ПП) в концентрациях 2-10%. В композициях использовались различные марки ПЭВД, отличающиеся значениями молекулярной массы и молекулярно-массового распределения. Показано, что наибольший эффект достигается при использовании для смеси более высокомолекулярного полистибена. Введение в композицию фторопласта 2М или армida жирных кислот в концентрациях 0,5-1,0% усиливает этот эффект. Исследование реологических свойств смесей показали, что наиболее существенное изменение вязкостных свойств наблюдается при температуре 250°C и выше, то есть в диапазоне температур переработки на скоростных линиях.

Технологические исследования в промышленных условиях на высокоскоростных автоматических линиях МЕЛ-2400 фирмы "Нокиа" (Финляндия) в процессе наложения изоляции на жилу телефонного кабеля при разных температурно-скоростных режимах показали, что использование смесей ПЭВД с ПП позволяет производить процесс наложения изоляции при более низкой температуре и повышенной скорости по сравнению с серийными композициями ПЭВД, а также снизить температуру, необходимую для запуска линии.

НПО "ВНИИКП", г. Москва.

НЕЛИНЕЙНЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ТЕОРИИ
ВЯЗКОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ПРИМЕРЕ
УСТАНОВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПРОСТОМ СДВИГЕ

Г. В. Пынзограф, В. И. Покровский

Реологическое уравнение состояния записано исходя из микроскопических представлений, когда динамика макромолекул рассматривается в одномолекулярном приближении и для описания движения макромолекулы используется модель Каргина-Слонимского-Рауза. При этом учитывались: релаксационный характер взаимодействия макромолекулы со своим окружением (χ); внутренняя вязкость (Ψ) и наведенная анизотропия ($\beta, \varepsilon, \vartheta, \nu$), которая определяется ориентацией макромолекулярных клубков и влияние которой на динамику макромолекулы учитывалось путем самосогласования. В случае изотропной релаксации ($\beta = \varepsilon = 0$) исходное уравнение состояния можно значительно упростить, используя малость параметров χ и Ψ , что соответствует динамике концентрированных растворов линейных полимеров. Записанное с точностью до членов первого порядка по χ и Ψ реологическое уравнение состояния использовалось для моделирования установления напряжений при простом сдвиге. В силу нелинейности полученной системы уравнений расчеты проводились численно методом Рунге-Кутта. Полученные результаты сравниваются с другими подходами и с имеющимися экспериментальными данными.

Красноярский политехнический институт, г. Красноярск
Московский Ордена Трудового Красного Знамени экономико-статистический институт, г. Москва

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ВЯЗКОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СУСПЕНЗИЙ

С. А. Патлажан и В. Б. Андрейченко

Вязкость жидких систем характеризует скорость диссипации энергии в среде. В концентрированных суспензиях (КС) из твердых шаров в вязкой жидкости энергия поглощается в основном в узких зазорах между частицами. С другой стороны, вязкость КС сильно зависит от распределения частиц по размерам. Действительно, в случае КС с одинаковым радиусом Ньютона вязкость суспензии различается в окрестности объемной концентрации равной 0.6. В то же время, КС, содержащие шары разных размеров при той же концентрации могут оставаться текучими. Таким образом, в задаче о расчете вязкости КС центральным является вопрос о корректном учете пространственного распределения твердых частиц.

В докладе предлагается статистическая модификация ячеичной теории вязкости КС, содержащих шары разных размеров. Рассматривается вклад в скорость диссипации энергии от различных конфигураций различных частиц с учетом статуса каждой конфигурации. Показано, что концентрационная зависимость вязкости КС определяется величиной отклонения от предельного коэффициента упаковки и парциальными координационными числами шаров (эти параметры зависят от состава системы). Разработан статистико-геометрический метод расчета вязкости величин с учетом функции распределения зазоров по величине в ориентации. Метод применен для расчета вязкости КС с произвольной степенью полидисперсности частиц наполнителя. Его действие демонстрируется на примере суспензии, содержащей шарики двух размеров. В частности, приводится расчет фракционного состава шаров, при которых вязкость КС минимальна для фиксированных концентраций и оптимальных радиусов шаров.

Отделение Института химической физики АН СССР, Черноголовка

ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ВЯЗКОСТЬ РАСТВОРОВ МЕЗОГЕННОГО ПОЛИМЕРА В
НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОМ НЕМАТИЧЕСКОМ РАСТВОРИТЕЛЕ:
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Е.Э.Пашковский, Т.Г.Литвина

Согласно теории Ф.Брошар (J. Polym. Sci., 1973, 17, 1367) для разбавленных растворов мезогенных полимеров в нематических растворителях величина коэффициента вращательной вязкости γ_1 определяется анизотропией формы и временем вращательной релаксации цепи τ_R : $\gamma_1 - \gamma_1^0 = (c k T / N) \tau_R (R_1^2 - R_{\perp}^2)^{\alpha} / (R_{\parallel}^2 R_{\perp}^2)$, где γ_1^0 - вращательная вязкость чистого растворителя, c - концентрация полимера, N - степень полимеризации, R_{\parallel} и R_{\perp} - размеры цепей вдоль и перпендикулярно директору нематического раствора. Для полностью вытянутых цепей теория Ф.Брошар даёт квадратичную зависимость величины γ_1 от N^2 , а для свёрнутых (R_{\parallel} и $R_{\perp} \sim N^{1/2}$) коэффициент $\gamma_1 \sim N^{\alpha}$, где $\alpha = 1$ для протекаемых и $\alpha = 1/2$ для непротекаемых цепей.

В настоящей работе с помощью изучения динамики перехода Фредерикса при деформации крученения в растворах поли(3,3'-бифенилсувероилоксисибензоата) (ПБСОБ) в нематическом растворителе получены зависимости величины γ_1 от молекулярной массы при температурах, охватывающих почти всю область существования нематической фазы. В двойных логарифмических координатах эти зависимости хорошо аппроксимируются прямыми линиями с наклонами $\alpha = 0,99 \pm 0,10$ ($T=130^\circ$), $0,91 \pm 0,13$ ($T=150^\circ$) и $0,88 \pm 0,08$ ($T=170^\circ$), т.е. значения показателей α близки к теоретической оценке для протекаемых цепей, причём с ростом температуры протекаемость цепей падает. Ранее нами было получено значение показателя α для полидекаметиленфумароил-бис-(4-оксибензоата) (ПДФОБ) при $T=150^\circ$ в том же растворителе (Высокомол. соед., 1989, №31, 350), соответствующее режиму непротекаемых цепей: $\alpha = 0,47 \pm 0,03$. Различия в динамическом поведении ПБСОБ и ПДФОБ в нематической среде объясняется различием химической структуры мезогенных полимеров.

Институт Высокомолекулярных соединений АН СССР
Ленинград

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НИЗКОНАПОРНОГО ЛИТЬЕВОГО
ФОРМИРОВАНИЯ

Петросян А.З., Мкртчян Г.Р., Софьян Л.В.

На примере низкомолекулярных полимерных систем в частности, полимерных паст с физическими характеристиками, переменными во времени проведена постановка задачи о течении жидкости при заполнении форм различной конфигурации через литниковые каналы разного типа. Получено решение этих задач и на основе созданных математических моделей предложены методики nomogramm для выборе оптимальных условий процесса низконапорного литьевого формирования.

В основе решения описания реологических свойств маловязких жидкостей, структурирующихся в условиях воздействия механического поля и температуры. Изменение вязкости пластизолей является следствием физико-химических явлений (желатинизации), включающих набухание полимера в пластификаторе, диффузию пластификатора в полимер, увеличение частиц полимера в размерах, изменение степени растворимости полимера в пластификаторе, контактирование и агрегацию частиц и, наконец, "спекание" - монолитизацию при окончании желатинизации.

Изменение вязкости разделяют на два процесса - нарастание вязкости во времени при структурировании жидкости и падение вязкости по закону Аррениуса с повышением температуры. Кроме этого учтена аномалия вязкости, присущая полимерным системам.

Задача состоит в расчете и выборе таких сред, конструктивно-геометрических параметров формующего инструмента и температурно-скоростных режимов течения, при которых среда не успевала бы отрываться до заполнения формы и последующего выравнивания давления в ней.

Государственный педагогический институт, г. Кировск

ТЕЧЕНИЕ НЕНЬТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КРИВОЛИНЕЙНОМ КОНВЕРГЕНТНОМ КАНАЛЕ

Г.А.Перепелицын, Я.Д.Золотоносов, И.В.Рябчук,
В.П.Ремнев

В литературе имеется большое количество описаний конструкции центробежных грануляторов и распылителей жидкости, но отсутствуют достаточно полные данные о гидродинамике внутри оболочек, которые представляют значительный интерес при расчетах и конструировании рабочих органов грануляторов.

В данной работе авторы рассматривают трехмерное течение "степенной" жидкости во вращающемся криволинейном конвергентном осесимметричном кольцевом канале, который является формующей частью центробежно-экструзионного гранулятора. Закономерности течения в нём определяют режимы работы гранулятора и размеры получаемых гранул, а также мощность, затрачиваемую на привод и объемную производительность аппарата.

Жидкость поступает в канал из питательной трубы и под действием давления "прокачки", центробежной и кориолисовой сил движется вдоль него. В начальном сечении канала авторы считают профиль скорости прямолинейным, а её величина определяется объемным расходом среды. Канал заканчивается цилиндрической поверхностью, в которой расположены насадки для формирования перераспределяемой среды в жгуты. Авторы полагают, что эту поверхность можно заменить поверхностью с равномерной проницаемостью. Считается, что жидкость прилипает к непроницаемым криволинейным стенкам канала. Форма криволинейной поверхности определялась из условия постоянства средней скорости по длине канала,

Задача решалась в приведенной выше системе координат. Уравнение сопровождается системой уравнений первого-стогоса и уравнением неравенства в дифференциальной форме. Течение считается одномерным и осесимметричным. Найдены вид решения удовлетворяющий граничным условиям. Уравнения заменяются разностными на разностной сетке и решаются методом Зейделя. В результате численного решения найдено распределение компонент скоростей и давления по радиусу и высоте канала.

Политехнический институт, г.Волгоград.

РАЗВИТИЕ ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Г. А. Перепелицын, Я. Д. Золотоносов, Г. В. Рябчук,
В. П. Ремнев

Процесс развития течения жидкости во вращающейся цилиндрической трубе реализуется в ряде машин и аппаратов химической технологии: подвод перерабатываемых жидкотекущих сред к грануляторам циркулярного поля, роторным экстракторам, турбоабсорберам, распылительным сушилкам и др. и представляет довольно значительный интерес.

Рассматривается развитие течения "степенной" жидкости на на-
мьном участке полубесконечной вращающейся цилиндрической трубы.
ютным случаем такого течения является развитие течения в непод-
шой цилиндрической трубе которое изучено достаточно полно и
ает служить хорошим тестовым контрольным фактором, если положить
ение угловой скорости вращения равной нулю. Течение описывает-
системой уравнений Навье-Стокса, которая заменилась разностным
алогом и решалась методом Зейделя со сверхрелаксацией по давле-
ию. В целях получения устойчивого решения с использованием урав-
нения неразрывности получена зависимость для лапласиана давления.
исключения бесконечного предела в граничных условиях вводится
овая переменная, позволяющая перейти к интервалу интегрирования
нуля до единицы. В результате решения найдено распределение
мпонент скоростей и давления на начальном участке вращающейся
руды. Полученные результаты решения сравнивались с теоретически-
и экспериментальными исследованиями других авторов. Удовлетвори-
альное совпадение с экспериментальными данными свидетельствует
корректность физической и гидроматематической модели рассматриваемо-
го течения.

Политехнический институт, г. Волгоград.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КРЕМНЕКИСЛОТНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ.

Г.Р. Пилинкевич, Т.И. Писаренко, Е.С. Гришин

Известно, что введение кремнекислотного наполнителя в эластомеры приводит к значительному повышению вязкости резиновых смесей, ухудшает их перерабатываемость.

В данной работе изучена возможность регулирования реологических свойств резиновых смесей, наполненных кремнекислотным наполнителем, за счет использования ПАВ различной природы (нейтральных, амфолитных), а также за счет использования эластомеров, модифицированных активными функциональными соединениями. Показано, что введение ПАВ приводит к снижению вязкости резиновых смесей на 20–30%, упрощению введения наполнителя, что обусловлено адсорбцией ПАВ на поверхности кремнекислотного наполнителя.

Установлена зависимость эффективности действия на реологические характеристики резиновых смесей, наполненных кремнекислотным наполнителем, поверхностно-активных веществ, а также активных функциональных групп полимерной цепи от их строения.

Научно-исследовательский институт шинной промышленности, г. Москва

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НЕНАПОЛНЕННЫХ И НАНОПОЛНЕННЫХ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

Т.И. Писаренко, Е.А. Ельшевская, Е.С. Гришин, В.И. Сок

Одним из способов регулирования реологических свойств резиновых смесей является введение в их состав небольших количеств специальных ингредиентов органического происхождения. В качестве таких добавок в последнее время широко используются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Однако, в одной и той же системе их влияние на свойства проявляются по-разному в зависимости от химического состава и концентрации добавок, степени наполнения, полярности и активности среды.

Методами капиллярной и ротационной вискозиметрии исследовано влияние ПАВ различной природы: анион-, катионоактивных и нейтральных на реологические свойства стереорегулярных каучуков и наполненных резиновых смесей на их основе. Проведена классификация по эффективности пластифицирующего действия ПАВ. Предложен механизм действия ПАВ в эластомерах. Показано, что ПАВ при введении в эластомеры могут выполнять функцию структурного пластификатора, приводя к снижению вязкости на 25–60% и повышению скорости релаксации на 30–50%.

Научно-исследовательский институт шинной промышленности, г. Москва

СВОЙСТВА РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ГРЕБНЕОБРАЗНЫХ
НЕМАТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

Е.П.Плотникова, М.А.Рогунова, Р.В.Тальрозе

Изучено реологическое поведение гребнеобразных полимеров акрилового ряда, имеющих одинаковое строение основной полимерной цепи, но различное строение боковых мезогенных групп с нематическим характером их упорядочения в расплаве. Реологические характеристики измерялись в условиях непрерывного формирования и синусоидальных колебаний на приборе ПИРСП-2 с рабочим узлом типа "конус-плоскость" в широкой температурной области. Показано, что реологические свойства расплавов гребнеобразных полимеров существенно влияют как жидкокристаллическая упаковка, так и природа боковых мезогенных групп.

Расплавы гребнеобразных полимеров как среды, характеризующиеся высокой анизотропией вязкости, обнаруживают линейную зависимость первой разности нормальных напряжений от склонности сдвига. При этом в зависимости от природы мезогенной группы наблюдается изменение соотношения между касательными и нормальными напряжениями, что, согласно теоретическим представлениям, может быть связано с различной степенью анизотропии среды.

Характер изменения реологических параметров в температурной области указывает на существование двух типов переходов в расплавах: структурный переход ЖК-изотроп и переход в пределах касательного упорядочения боковых мезогенных групп. ЖК упорядочение боковых мезогенных групп как и усиление в них диполь-дипольных взаимодействий способствует росту энергии активации вязкого течения. Высказано предположение, что изменение температурной зависимости реологических параметров в пределах нематической фазы связано с изменением конформационного состояния макромолекул.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
Москва.

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

ПРИРОДЫ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ, КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ
ЧАСТИЦ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕКУЧЕСТЬ СУСПЕНЗИЙ ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ПОЛИМЕРОВ

Л.И. Павелко М.М., Каверина К.В.

Одним из направлений эффективного использования водорастворимых полимеров является создание высококонцентрированных суспензий полимерных частиц в жидких, нерастворяющих полимер средах.

Методами ротационной вискозиметрии и объемного набухания полимеров изучено влияние вязкости и набухающей способности дисперсионных сред, концентрации полимерных частиц, температуры на вязкость суспензий полиэтиленоксида (ПЭО) и полиакриламида (ПАА). В качестве дисперсионных сред использовали жидкие гликоли и поверхностью-активные вещества с добавками низкомолекулярных электролитов.

Показано, что вязкость суспензий определяется, главным образом, вязкостью дисперсионной среды, концентрацией частиц полимера и способом их набухания. При содержании полимерных частиц более 35% вязкость суспензий резко возрастает. Изменения вязкости суспензий в широком диапазоне температур от 20 до 50°C коррелируют с изменениями вязкости дисперсионных сред в этой области температур.

В начальный момент приготовления полимерной композиции, когда набухание частиц незначительное, вязкость ее минимальная. По мере набухания полимерные частицы увеличивают свои размеры и, соответственно, вязкость суспензии.

Приведены данные по влиянию природы дисперсионной среды и концентрации полимерных частиц на эксплуатационные свойства суспензий (скорость растворения, эффект снижения турбулентного трения).

Л.И. Павелко, Донецкий государственный университет.

УДК 532.5: 532.135

ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ, ПРИ
ТУРБULEНТНОМ ТРЕНИИ, ПРИ ТЕЧЕНИИ СО СИВИРОМ И РАСТВОРОМ ПЭО

Погребняк В.Г., Наумчук Н.В., Макогон В.И.
Вышкина Т.В., Твердохлеб С.В.

Исследовано течение водных растворов ПЭО (0,5% концентрации) в зоне локальных цилиндров, расположенных в плоскости цели, а также способе расположения концентрирующейся в зоне турбулентном течении в области предиагета скорости ψ . В зоне сопротивления ПЭО имеют наибольшую ньютоновскую вязкость, а в зоне турбулентности растворов ПЭО изменяется во всем исследованном интервале ψ . Для водных растворов ПЭО при очень малых ψ зависимость природа вязкости от концентрации имеет загиб, характерный для полизелектролитов.

Показано, что при сходящемся (преимущественно с растяжением) течении переход к режиму с повышенной диссипацией сопровождается образованием входной затопленной струи в виде "шнура" или "ленты", окруженной вторичными течениями в виде торсобразного вихря. Протекание через конфузорный гидрорезистор носит автоколебательный характер и сопровождается периодическим образованием и полным или частичным разрушением "шнура" ("ленты").

Отношение измеренного ДЛП ΔL к предельно возможному ΔL_∞ при воздействии на макромолекулы гидродинамических полей, генерируемых при свободно сходящемся течении, достигает 0,3, а при суперпозиции двух противоположно направленных сходящихся потоков -0,8. Обсуждается механизм перехода клубок-развернутая цепь и образования надмолекулярных структур, возникающих в растворах полимеров под действием растягивающего гидродинамического поля.

Показано, что при турбулентном течении разбавленных растворов ПЭО в области $10 \leq u^+ \leq 45$ погранслоя, в которой происходит максимальная генерация выбросов жидкости, локализовано двулучепреломление, а в области $0 \leq u^+ \leq 10$ двулучепреломление отсутствует. Предлагается физический механизм эффекта Томса.

Донецкий институт советской торговли, кафедра физики.
г.Донецк

516:536.25

ДИНАМИКА И ТУРБULEНТНЫЙ МАССООБМЕН В РОТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Н.А.Покрывайло, Е.Б.Кабердинка, И.И.Гольбина

Обсуждаются результаты экспериментов по определению интегральных и локальных характеристик касательного напряжения трения C_w и коэффициентов массообмена Sh свободного вращающегося цилиндра и в ротационной коаксиальной системе двух цилиндров. Несимметричное измерение крутящего момента наряду с электродифференциальными измерениями C_w и Sh позволили в диапазоне чисел Рейнольдса $1,2 \cdot 10^3 \leq Re \leq 6 \cdot 10^5$ исследовать ламинарный режим течения, Тимировскую неустойчивость и турбулентность. Для последних двух режимов показано существенное влияние небольших добавок отечественного полиакриламида (ПАА, $C \approx 0,003\%$) на устойчивость течения и значение величин C_w и Sh . На основе анализа решения уравнений нестационарного турбулентного массообмена обосновывается методика определения параметров степенного закона затухания коэффициента турбулентной диффузии вблизи стенки. Эти параметры были определены путем сопоставления опытных данных по неустановившемуся массообмену с результатами численного решения соответствующих уравнений. Таким образом выявлена общая картина воздействия разбавленных растворов полимеров на перенос импульса и вещества.

Институт тепло-и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР
г.Минск

ЗАПОЛНЕНИЕ СЛОЖНЫХ ПРЕСС-ФОРМ
ЖИДКОСТЬЮ ВТОРОГО ПОРЯДКА

А.И. Пономарчук

В технологии производства полимерных изделий путем их формования из первоначально жидкой фазы возникающие проблемы связаны с нетривиальностью реологического поведения полимерных жидкостей, наличием свободной поверхности, сложной геометрией реальных пресс-форм и различными физико-химическими превращениями, обусловленными неоднородностью температурных, концентрационных и прочих полей. В предлагаемой работе рассмотрена модельная ситуация о заполнении сложных пресс-форм вязкоупругой жидкостью второго порядка в условиях изотермичности. Результаты расчетов представлены в виде картин заполнения и соответствующим отдельным этапам процесса распределением внутренних характеристик среды.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР,
г. Пермь

678-19.01:539.3:532.135

РЕОЛОГИЧЕСКОЕ И СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОТРОПНЫХ
АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИЭФИРОВ

Е.Ю. Полушкин, В.Г. Кудичихин

В работе представлены материалы исследования реологических свойств и структуры термотропных ароматических сополимеров (СПЭ). Реологические исследования были выполнены на капиллярном вискозиметре постоянных напряжений. Было обнаружено, что зависимость вязкости СПЭ от температуры характеризуется наличием двух температурных областей. В низкотемпературной области наблюдается аномалия вязкости и рост величины энергии активации вязкого течения Е с понижением температуры. Значение Е в этой области может превышать 1000 кДж/моль. В высокотемпературной области наблюдается слабая зависимость Е от температуры и ее значение близко к величинам Е для изотропных полимеров. Вязкость в этой области Е зависит от напряжения сдвига.

По реологическому поведению в низкотемпературной области исследованные СПЭ условно могут быть разделены на две группы: у СПЭ первой группы вязкость остается постоянной во времени. У СПЭ второй группы наблюдается рост вязкости во времени. Темп роста изменяется с повышением температуры и напряжения сдвига, а также зависит от механической и термической предистории.

Рентгеноструктурные, ИК- и ДСК-исследования свидетельствуют о том, что при отжиге в низкотемпературной области СПЭ второй группы, находящихся в мезоморфном состоянии, происходит образование более высокоплавкой структуры, сопровождающееся изменениями в конформации полимерных цепей.

Высказано предположение о происходящем в процессе отжига перераспределении межмолекулярных взаимодействий и их влиянии, обусловленным химическим строением, температурой и напряжением сдвига, на реологическое поведение изученных СПЭ.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР,
г. Москва

Особенности реологического поведения полистилена различной плотности и его смесей с восками в интервале температур плавления

А.А.ПОЛЯКОВ, Л.Л.СУЛЬЖЕНКО

Исследование реологического поведения частично кристаллических полимеров вблизи температуры их плавления представляет интерес в связи с разработкой и применением методов твердофазной экструзии этих материалов. Закономерности течения в областях температур, близко примыкающих к температуре полного расплавления кристаллической фазы ($T_{пл}$) как со стороны высоких, так и особенно низких температур недостаточно изучены. Для выяснения закономерностей такого течения исследованы ПЭВД марки И0803-020, полистиленовый воск марки ПВ-200 и их смеси в соотношении 90:10, 70:30, 50:50. Интервал температур плавления определяли с помощью дифференциального сканирующего калориметра. Кривые течения в координатах вязкость (η) - напряжение сдвига (τ) рассчитывали по результатам измерений на капиллярных вискозиметрах постоянного давления и постоянного расхода с использованием капилляров различных длин и диаметров при температурах 70+105°C для ПВ-200, 103+200°C для ПЭВД и 90+160°C для смесей в интервале напряжений сдвига 0,01+1 МПа. Аномалия вязкости исследуемых полимеров резко усиливается по мере снижения температуры ниже $T_{пл}$. При этом по своему виду кривые течения приближаются к кривым бингамова тела, имеющего предел текучести. График зависимости вязкости от температуры (T) при постоянном τ состоит из двух участков. При $T > T_{пл}$ зависимость $\eta - \frac{1}{T}$ имеет линейный участок, на котором эффективная энергия активации вязкого течения (E) для ПЭНП при разных τ лежит в обычных пределах 43+55 кДж/моль, для смесей 41+50 кДж/моль. При $T < T_{пл}$ величина E значительно возрастает и достигает 1200 кДж/моль для ПЭВД и 670 кДж/моль для ПВ-200. В этом диапазоне отмечена сильная зависимость E от τ . Анализируются возможные причины аномального поведения полистилена вблизи $T_{пл}$.

ОНПО "Пластполимер", г. Ленинград

УТОЧНЕННЫЙ ПРИНЦИП ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОГО
ПРИВЕДЕНИЯ

Д.С. Принос

Принцип температурно-временного приведения, сформулированный Вильямсом, Бандделом и Ферри (ВБФ), находит широкое применение в реологии полимеров, позволяя определять их вязкоупругие свойства в условиях, недоступных для прямых измерений. Согласно этому принципу, неравновесный модуль E при температуре T_0 в момент времени t/a_T равен

$$E(t/a_T, T_0) = (\rho_0 T_0 / \rho T) E(t, T) \quad (1)$$

здесь $E(t, T)$ - модуль, измеренный в момент времени t при температуре T , ρ - плотность, a_T - постоянная приведения. Аналогичные выражения имеют место и для других вязкоупругих функций.

Это уравнение выведено в предположении, что природа упругости энтропийная во всей переходной зоне (ПЗ). В действительности в ПЗ происходит изменение природы упругости от чисто энергетической, свойственной стеклу, до чисто энтропийной в высокоэластическом состоянии. Это подтверждается результатами теоретических расчетов, согласно которым максимальное значение энтропийной составляющей модуля - $E_{33, max}$ в ПЗ не может превосходить 200+800 МПа, в зависимости от природы полимера. Экспериментальные значения $E_{33, max}$, полученные предложенным в работе методом, дают еще более низкие значения, лежащие в пределах от 14 до 25 МПа для 7 исследованных полимеров.

Этот факт требует внесения коррекции в принцип ВБФ: на кинетический фактор T_0/T следует умножать не все измеренное значение модуля (или другой вязкоупругой функции), а лишь его энтропийную составляющую. С учетом этого уравнение (1) приобретает вид:

$$E(t/a_T, T_0) = (\rho_0 / \rho) [E(t, T) + [(T_0/T) - 1] E_s(t, T)] \quad (2)$$

Отличие $E(t/a_T, T)$, полученных по этой формуле, от результатов, рассчитанных по формуле (1), различно для разных участков ПЗ. Для области, близкой к стеклованияю, оно может достигать 20% и более, а протяженность ПЗ по шкале времени оказывается уже на 1+2 порядка.

НИИ минной промышленности, Москва.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМОРФНЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ
ВОЛОКОН

Б.В.Радужекевич, Н.В.Белякова, Н.Д.Поливода

Полимерные бикомпонентные оптические волокна (ПОВ) находят широкое применение в качестве проводников линий связи. В настоящее время наиболее перспективными являются ПОВ с ядром из полиметилметакрилата (ПММА) и оболочкой из полифторалкилметакрилатов. При соэкструзии ПОВ важно знание реологических свойств их расплавов. Объектами исследования были ПММА с $\bar{M}_w = 1 \cdot 10^5$ и показателем текучести расплава ПТР = 0,87 г/10мин; 2,2,3,3-тетрафторпропилметакрилат (ТФПМА) с $\bar{M}_w = 2,45 \cdot 10^5$ и ПТР = 28,6 г/10мин; 2,2,3,3,3-пентафторпропилметакрилат (ПФПМА) с $\bar{M}_w = 3,84 \cdot 10^5$ и ПТР = 30,6 г/10мин. Исследования проводили методами капиллярной и ротационной вискозиметрии, а также методом одноосного растяжения при постоянной скорости деформации. Проведена сравнительная оценка вязкостных и высоковязкостных свойств ПММА, ТФПМА, ПФПМА при сдвиговом деформировании. Показано, что вязкость расплавов ТФПМА и ПФПМА для оболочки значительно ниже вязкости расплава ПММА, используемого в качестве ядра в ПОВ. Проведен сравнительный анализ упругих свойств расплавов ПММА и полифторалкилметакрилатов. Установлено, что вязкостные и упругие свойства расплавов оказывают значительное влияние на границу раздела двух полимеров в ПОВ. Приведена сравнительная оценка деформационных свойств при растяжении расплавов ПММА, ТФПМА, ТФПМА и показана их важность при получении ПОВ.

Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетических волокон, г. Калинин.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТЕРМОТРОПНЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ.

А.Р.Раджабов, С.З.Бубман, И.В.Разумовская,
М.Древаль.

Впервые на примере сополимера α -оксибензойной кислоты и полиметилтерфталата (соотношение компонентов 65:35) изучено влияние электрической поляризации на молекулярную подвижность и релаксационные характеристики в жидкокристаллических (ЖК) термостабильных полимерах. Исследование выполнено методом термостимулированной деполяризации (ТСД) в интервале температур 20–250°C. Установлено, что поляризация полимера в ЖК-состоянии (выше температуры фазового перехода 190°C) приводит к качественным изменениям релаксационных свойств полимера. Помимо основного ϕ -перехода на термограмме ТСД появляется дополнительный максимум при 190°C. Есть основания полагать, что данный максимум отражает структурные особенности ЖК-состояния полимера. Установлен новый экстремальный изменения поляризуемости ЖК-полимера в зависимости от условий поляризации (напряженность, время и температура поляризации).

В связи с этим высказано предположение о конкурирующем влиянии молекулярную подвижность в ЖК-состоянии внешнего поляризующего и внутреннего поля полимера.

Показано, что фазовый переход термотропного жидкокристаллического полизэфира носит явно выраженный релаксационный характер большим временем релаксации.

Московский государственный педагогический институт

В.И.Ленина

• Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР
г. Москва

РЕОЛОГИЯ ЭЛАСТОМЕРОВ С ПЕРЕСТРУКВАЦИЕЙ СЛ
НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

А.Б. Раухвергер, М.Е. Соловьев, В.И. Иржак

Ярославский политехнический институт, г. Ярославль

На основе сочетания молекулярного и неравновесного термодинамического подходов, получена система уравнений, описывающая реологическое поведение линейных эластомеров с физической сеткой.

Показано, что при определенных условиях существует область скоростей и деформаций, в рамках которой имеет место равновесная упругость.

Получены соотношения для вязкости и податливости в неравновесной области для критической температуры, выше которой исчезает равновесный участок, а также для критического значения числа возможных физических узлов, приходящегося на один макромолекулу, при превышении которого критическая температура отсутствует и равновесный интервал постепенно уменьшается в размерах с увеличением температуры.

Полученные результаты находятся в соответствии с экспериментальными особенностями реологического поведения кристаллизующихся каучуков, полиуретанов и ряда других высокоэластичных сополимеров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭФФЕКТОВ СТЕНКИ
Автор, З.-О. и Шнабель, Р.,

В определении реологических данных о веществах и при переработке полимерных расплавов и суспензий часто имеют место эффекты стенки. В литературе их исследуют в работах по поведению скольжения полимерных расплавов и по образованию пристенных слоев в течениях суспензий.

Методика "адиабатного капилляра" используется для идентификации пристенного течения полимерных расплавов. Определяются формы внешнего скольжения, модели пленочного скольжения и законы стенок, которые зависят от деформации в качестве функций скорость скольжения/экспоненциальное напряжение. Представляется общая картина эффектов стенки с изменением прилипания-скольжения и потом с изменением пристенного механизма.

В суспензии разрабатывается модель функции стенки, описывающая изменение эффектов стенки. Она учитывает при небольших сдвиговых напряжениях существование разбавленных пристенных слоев и при больших сдвиговых напряжениях образование сгущенных или затверделых пристенных слоев.

На капиллярной и ротационной реометрии предлагаются корректирующие методы. С их помощью удается развить реологические материалы функции на примере функции вязкости, не зависящие от геометрии. Для использования законов стенок дается обзор об известных законах стенок. Применение законов стенок реализуется, например, при моделировании внутреннего смесителя или процесса каландрования. Исследуются полизтилены, поливинилхлориды и другие материалы.

Технологический институт им. Карла Шорлеммера Лойна-Мерзебург,
г. Мерзебург, ГДР

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСПЛАВОВ СМЕСЕЙ
ПОЛИМЕРОВ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ НА
ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ

Н.М. Резанова, Л.А. Брызгина, М.В. Цебренко

Работа относится к проблеме получения новых полимерных материалов за счет применения смесей полимеров. В последние годы смесям полимеров со специфическим взаимодействием макромолекул на межфазной границе раздела уделяется пристальное внимание, так как регулируя степень этого взаимодействия, можно изменять совместимость компонентов, а через него влиять на процессы структурообразования и свойства полимерных изделий.

Цель работы - выявление особенностей реологического поведения расплавов смесей полимеров со специфическим взаимодействием на межфазной границе.

Объектами исследования служили смеси сополимера этилена с винилацетатом/сополиамид (СЭВА/СПА) и поливиниловый спирт/сополиамид (ПВС/СПА), между компонентами которых возможно образование водородных связей. Указанные смеси отличались степенью взаимодействия компонентов на границе раздела фаз. Методы исследования: капиллярная вискозиметрия, световая и электронная микроскопия, ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ.

Установлено понижение вязкости (η) расплавов смесей по сравнению с η исходных компонентов. Это объясняется волокнообразованием полимера дисперсной фазы (системы СЭВА/СПА) или слоевым течением (системы ПВС/СПА). Для смеси СЭВА/СПА характерны аномально большие величины разбухания экструдата (7+8), что связано с увеличением степени деформирования макромолекул полимера дисперсной фазы в смеси по сравнению со степенью деформации того же полимера при его индивидуальном деформировании. Системы ПВС/СПА характеризуются более сильно выраженным взаимодействием компонентов на границе раздела, что приводит к отсутствию волокнообразования, появлению ячеистой структуры экструдатов в результате чего величины разбухания небольшие (2+3). Таким образом установленные особенности реологического поведения объясняются особенностями процессов структурообразования.

Киевский технологический институт
легкой промышленности, г. Киев

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕАКЦИОННЫХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ОЛИГОМЕРОВ

А.С.Реутов, И.И.Миронникова, Н.С.Китаева,
А.И.Михальский, В.Т.Минаков, ...

Исследовано изменение вязкости и динамических характеристик кремнийорганических олигомеров различного химического строения в процессе гелеобразования и отверждения. Стадия гелеобразования характеризуется немонотонным изменением вязкости - после начального периода роста наблюдается некоторое уменьшение вязкости с последующим увеличением до полного прекращения течения. Наблюдаемая картина объясняется микрогелевым механизмом гелеобразования, причем гель-фракция формируется в реакционной системе на этапе прорастания вязкотекучего состояния. По данным электронной микроскопии размер микрогелей составляет несколько микрон.

Время микрогелевобразования в условиях такого механизма формирования полимерной сетки определяется как характерная точка на кривой изменения вязкости и может рассматриваться как самостоятельная реокинетическая константа. Установлена взаимосвязь между временем микрогелевобразования и константой скорости отверждения.

Кинетика изменения вязкости на стадии гелеобразования описывается уравнением, учитывающим вклад в изменение вязкости молекуларной массы олигомера и формирующихся в реакционной системе локальных сетчатых образований.

Научно-производственное объединение "ВИАМ", Научно-исследовательский институт пластмасс НПО "Пластмассы", г. Москва

УДК 541.64:678.745.842.

РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВЗАЙМОДЕЙСТВИИ ПОЛИАКРИЛАМИДА С ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ.

Л.З.Роговина, В.Г.Васильев

Широкое применение сверхвысокомолекулярных водорастяжимых полимеров для повышения отдачи нефтяных пластов происходит в форме двух основных процессов: полимерного заводнения (разбавленные растворы полимеров) и уменьшение проницаемости пластов путём использования полимерных гелей. Этот второй процесс приобретает в последние годы преобладающее значение.

В работе в качестве объекта исследования использован полизэлектролит - полиакриламид (ПАА) с $\bar{M}_w = 5 \cdot 10^6$ в широком интервале степеней гидролиза, от 0,5 (практически нейтральный полимер) до 90%, характеризующий степень ионизации ПАА. В качестве сшивавших агентов применены соли хрома, меди и хелаты некоторых металлов. Изучена зависимость кинетики гелеобразования и реологических параметров гелей (модуль упругости, время релаксации, процесс ползучести, предельное напряжение сдвига и напряжение разрушения) от степени гидролиза, ионной силы и pH раствора, а также от приложенного напряжения. Установлено замедление процесса гелеобразования под действием напряжения по сравнению с процессом, протекающим в статических условиях. Возрастание напряжения приводит также к уменьшению процесса ползучести - что аналогично обнаруженной нами ранее особенности реологического поведения низкоинцидированных термообратимых гелей желатины и, вероятно, связано с возрастанием упорядоченности сетки геля при увеличении напряжения. Проведены корреляция характера изменения реологических параметров гелей с параметрами процесса комплексообразования гидролизованного ПАА по COOH-группам, с ионами металлов.

Полученные результаты позволяют сделать предварительное заключение, что по закономерностям их формирования, гели образованные координационными связями, находятся между гелями, образованными физическими и химическими связями.

Институт элементоорганических соединений АН СССР, Москва.

УДК 541.64

ДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПОЛИМЕРНОГО РАСТИВА :
РЕПАЦИЯ КАК ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД.

Б.Г.Ростиашвили

Для системы полимерных цепей, взаимодействующих с гамильтонианом Эдвардса, выведен производящий функционал Доминисиса-Пелита. В гауссовском приближении получены выражения для временных корреляционных функций плотности и восприимчивостей. Обосновываются представления об анизотропии отталкивательного взаимодействия цепей, продольных и поперечных относительно линии контура цепи восприимчивостях, временных корреляционных функций и коэффициентах самодиффузии. В главном приближении получено нелинейное уравнение для поперечного (латерального) коэффициента самодиффузии пробной цепи. Показано, что решение уравнения описывает фазовый переход типа локализация-делокализация. В пределе длинных цепей теория адекватна модели "цепь в трубке", причём длина локализации играет роль толщины трубы. Получено явное выражение для толщины трубы через характеристики цепи. В связи с этими результатами обсуждается эксперимент, в котором исследуется зависимость толщины трубы от концентрации системы и длины куновского сегмента цепи.

Отделение института Химической физики
АН СССР
Черноголовка

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ
НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Т.А.Роговский, С.В.Россин

Математическое моделирование турбулентного течения реологически сложных жидкостей, индуцируемого диском, вращающимся в замкнутой цилиндрической ячейке, приводит к необходимости исследования двух систем нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка, решения которых сопряжены на границе. Системы дифференциальных уравнений содержат набор параметров, изменяющихся в широком диапазоне, что позволяет рассматривать программную реализацию модели как основу экспертной системы для исследования переносных свойств неньютоновских жидкостей.

Пространственная симметрия задачи дает возможность перейти к одной независимой переменной $\Sigma \in [0,1]$ и ввести обобщенные функции A_i и X_i , зависящие от Re и параметров модели (система $i = 1$ описывает вращающийся диск-ротор, а $i = 2$ - описывает неподвижный диск-статор). Численное решение систем осуществлялось методами дискретного переменного. Наличие особенностей решения систем в начале координат привело к необходимости задания конечных значений A_1 и X_1 , при малых $\Sigma = \varepsilon$. В качестве критерия выбора решений использовался закон сохранения функции C_m (коэффициента сопротивления вращающегося диска), которая может быть представлена аналитически по значению переменных на границе области C_{m_1} и в виде интеграла C_{m_2} на отрезке $[\varepsilon, 1]$. Для просмотра пространственных решений применялась процедура минимизации целевой функции $(C_{m_1} - C_{m_2})^2$, а управляющими переменными являлись условия сопряжения решений систем.

Алгоритм реализован в пакете программ DISK для ECЗМ и миниЭВМ PC1640, и позволяет исследовать математическую модель в широком диапазоне изменения параметров. Полученные данные по свойствам переноса сложных жидкостей хорошо согласуются с результатами реодинамических экспериментов, что подтверждает адекватность математического описания рассматриваемой задачи.

Одесский институт низкотемпературной техники и энергетики.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
РЕОЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКИХ
ЖИДКОСТЕЙ

Т.А.Роговский, О.В.Россин

Сложная структура неньютоновских жидкостей требует разработки методов адекватного описания их реологических свойств в различных условиях течения. В настоящее время сформулировано значительное количество одномерных эмпирических реологических уравнений состояния сложных жидкостей. Для описания пространственных движений используются формальные методы преобразования этих уравнений, например, метод Прагера-Гогенамзера для нелинейно-вязкопластичной жидкости. Очевидно, что такие представления недостаточно физически обоснованы, т.к. используют представления классической линейной гидродинамики для анализа поведения систем, которые проявляют существенно нелинейные свойства.

Предлагается общий подход к моделированию реологических свойств неньютоновских жидкостей и параметризации предложенных моделей по ограниченному числу экспериментальных данных.

Для течений, близких к вискозиметрическим и при условии пренебрежения влияния предистории деформации на поведение текучей среды, математическая модель реологических свойств широкого класса сложных жидкостей представляется в виде:

$$T = -P I + 2k_1 \left(\frac{1}{2}I_2\right)^{\frac{n_1-1}{2}} A_1 + 4k_2 \left(\frac{1}{4}I_3\right)^{\frac{n_2-2}{3}} A_2, \quad (1)$$

где I - единичный тензор; P - давление; T - тензор напряжений; A_i - тензор Ривлина-Эриксона первого порядка; I_2 и I_3 - второй и третий инварианты тензора A_i , соответственно; n_i и k_i ($i=1,2$) - параметры модели.

Условие положительной диссипации энергии приводит к неравенству

$$I_2 k_1 \left(\frac{1}{2}I_2\right)^{\frac{n_1-1}{2}} < 3 I_3 k_2 \left(\frac{1}{4}I_3\right)^{\frac{n_2-2}{3}}. \quad (2)$$

Уравнение (1) является обобщенным степенным уравнением жидкости степени I и описывает пространственные деформации, возникающие в более сложных, чем вискозиметрические и учитывает вторичные эффекты, которые возникают при таких движениях.

Одесский институт низкотемпературной техники и энергетики

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ.

А.В.Савицкий, И.А.Горшкова

Разработана методика модифицированного термомеханического анализа (МТМА) для систем с вязкостью от 10^{-3} до 10^6 д. Кривая МТМА представляет собой температурную зависимость разрывления образца внедрением щупа специальной формы. Щуп имеет возможность возвратно-поступательного перемещения, при этом нужно, чтобы для его движения, записывается или фиксируется температура которого острием пишут шунт, поданный в щупе в определенное количество из $T = T_0$, чтобы образец оставался в состоянии этого температуры. В результате этого в щупе фиксируются вспомогательные жидкости (вода, фенол, спирт и др.) в зависимости от T , при которой $\dot{\gamma}$ подает ее S , а также записаны разрывные усилия $S_{\text{пр}}$. В случае измороженных растворов T при измерении должна быть учтена, характер этих изменений в зависимости от температуры замерзания и нагрева. Тогда заметно больше T_0 для измороженных растворов, чем в сопоставлении с T_0 или с температурой плавления вещества. Форма кривой отражает температурную зависимость прочности системы ячеек химических и (или) физических, а для растворов, расплывающихся на растяжение, то кривые $S_{\text{пр}}$ можно использовать для определения интервалов существования различных фаз и температур перехода T_g , по T для разных концентраций построить зависимости $S_{\text{пр}}$ от состояния, оценить качество растворителя и значения констант аддитивного полимера в растворе, необходимые для расчета прочности измороженных волокон по формулам /1/. Методом МТМА изучены растворы полистиленов различных молекулярных масс в декалин; поликапримиды в феноле, безводных муравьиной и уксусной кислотах, этих же кислотах с различным содержанием воды; полигетероариленов в диметилацетамиде с различным содержанием хлористого лития и воды, полиоксидазолов в безводной и водной серной кислоте. Полученная информация использована для нахождения оптимальных условий получения высокопрочных волокон.

1. Savitsky A.V., Gorshkova I.A. et al. Polym. Bull. 1984, v. 12, p. 195.

Физико-технический институт
им. А.Ф.Иоффе АН СССР, Ленинград.

ОЦЕНКА МОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРОВ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ПРЯДОМОСТИ.

А.В.Савицкий, Н.П.Окромчедлидзе, Н.В.Лукашева, И.А.Горшкова

Измерения прядомости Π применяются для определения способности к волокнообразованию полимерных растворов и расплавов /1/. Наши предприняты попытки исследовать концентрационные зависимости Π полимерных растворов для оценки молекулярных характеристик полимеров, имеющих спреджущее значение для получения высокопрочных волокон /2/. Для измерений Π создана лабораторная установка типа /1/, позволяющая также проводить измерение времени релаксации растянутой струи. Т. Объектом исследования служили растворы полиоксидазолов в глицерине, феноле. Ни этих же растворов во лабораторных условиях берутся волокна, и изучаются зависимости изменения их лабораторно-прочностных свойств в зависимости от условий формования. Показано, что по зависимости Π от концентрации вещества C можно определить величину молекулярной массы M , характер макромолекуловых распределений (ММР), значения C , необходимые для расчета прочности Π по /2/. Показано, что получается для каждого изученного полимера с узким ММР при C , избранной в соответствии с M , оптимальные величины $M \sim 10^6$. Экспериментально доказано корреляция согласуется с расчетом по /2/, за исключением тех случаев, когда в растворах присутствуют иономолекулярные фракции и (или) сшивки, влияющие в результате на линейные зависимости Π от C . Измерения Π позволяют судить о характере структурирования растворов. По изменениям Π да зависимости Π от C при введении небольших количеств осадителя в раствор можно оценить разветвленность макромолекул. Из растворов, содержащих низкомолекулярные фракции, сшивки, разветвленные макромолекулы, не удается получить высокопрочные волокна.

1. Вяблицкий А. Теоретические основы формования волокон. М.: Химия, 1979, с. 34.

2. Савицкий А.В., Горшкова И.А., Демичева В.П. и др. Высокомолек. соед. А, 1984, т.26, № 9, с. 1801.

Физико-технический институт им. А.Ф.
им. А.Ф.Иоффе АН СССР, Ленинград

СДВИГОВОЕ И ПРОДОЛЬНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ РАСПЛАВОВ
ЛЕГИРОВАННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА.

Салина З.И., Петракова Е.В., Севрук В.Д., Дубинский М.Б.,
Ахорттор И.В.

Исследовано сдвиговое и продольное деформирование расплавов полипропилена (ПП) марки ОТОЮ, модифицированного следующими легирующими добавками: триметилсилоксаном-гидроксилином, 4-амино-гидрокси-полидиметилсилоксаном (СМГИ) с концентрацией 0,1, 0,5 и 1%.

Сдвиговое деформирование осуществляли на капиллярном вискозиметре "Географ 200м", получали кривые течения при 190, 210 и 230°C на капиллярах с соотношением длины L к диаметру капилляра d , равном 20/2 и 40/2. Также определяли потери давления на входе $P_{\text{вх}}$ по методу двух капилляров и на короткой фильтре с $4/d^3 L$.

Продольное деформирование осуществляли в ванне с силиконовым маслом при 172°C, (процесс плавления заканчивается при 170°C) в режиме постоянной растягивающей силы. Измеряли полную деформацию и ее обратимую и необратимую составляющие.

При введении легирующих добавок сдвиговая вязкость снижается незначительно, не более чем на 15%. Все исследованные композиции имели низкую величину входовых потерь, что позволяет не учитывать их при построении кривых течения. Однако следует отметить, что чистый ПП имел наибольшие входовые потери, а введение добавок снижало их величину в ~ 3 раза. Перегиб на зависимости $P_{\text{вх}}$ от напряжения $G\tau$, который характеризует начало нерегулярности течения, смещается в сторону больших напряжений сдвига при введении легирующих добавок. При использовании короткой фильтры, давление, затрачиваемое на продавливание материала через фильтр, практически равно потерям давления на входе в нее. В этом случае величины давлений значительно увеличиваются и более четко видно, что при введении легирующих добавок снижаются потери давления из входа.

Описанные выше результаты, полученные при сдвиговом деформировании коррелируют с данными по однородному растяжению. Введение легирующих добавок приводит к значительному (до 70%) снижению показателя растяжения расплава, представляющего собой время достижения заданного значения полной деформации при заданной температуре и нагрузке.

НПО "Пластик", МХТИ им.Д.И.Менделеева, г. Москва.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКИХ
ЖИДКОСТЕЙ В КАНАЛАХ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ ФОРМ.

к.т.н. Самойлов В.А., д.т.н. Фелипчук И.И.

Расчет сечения литниковых каналов форм при переработке термопластов должен решать комплекс проблем: заполнимость литьевой формы и снижение отходов материала. При этом расчет каналов имеет смысл проводить только в случае гарантированной заполнимости данного изделия в форме с заданной гнездностью. Требования, предъявляемые к литниковым каналам на стадии заполнения и выдержки под давлением существенно различны. На стадии заполнения расход расплава через каналы выше, поэтому определяющей для расчета размера канала будет стадия заполнения.

Проводится гидродинамический анализ неизотермического течения в литниковых каналах и литьевой форме, который осуществляет для ряда условных расчетных конфигураций изделий, к которым может быть преобразовано любое реальное изделие посредством применения специальных приемов.

При этом фактором определяющим заполнимость данного изделия будет служить расчетная величина необходимого давления на входе в гнездо, которое получается на основе гидродинамического анализа с учетом неизотермичности процесса заполнения формы для момента времени, соответствующего достижению фронтом потока расплава предельной длины течения в форме.

Сравнивая расчетные значения давления и заданное давление кития, определяем заполнимость литьевой формы. В случае заполнимости, определенное разность расчетного и заданного давления. Эта величина равна допустимому падению давления для всей литниковой системы при данных условиях.

При известной гнездности формы определяется тип литниковой системы и соответственно длины каналов. Полученное значение длины канала, допустимое падение давления в канале и значение расхода расплава к моменту окончания заполнения дают возможность рассчитать необходимую величину поперечного сечения литникового канала

(Московский институт химического машиностроения г. Москва)

К МИКРО- И МАКРОРЕОЛОГИИ ВОДО-
НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

С.Д.Саркисов, Л.А.Файтельсон

При исследовании водонефтяных эмульсий обнаружено следующее явление: вязкость эмульсии водного 0,3% раствора полистирола (ПАС, молекулярная масса $M_w = 3 \cdot 10^7$) в нефти при содержании раствора ПАС в эмульсии от 30 до 70% в некотором диапазоне обширной области скоростей сдвига меньше вязкости чистого воды в капле, максимальная же вязкость раствора ПАС при 10% и выше скоростях сдвига (от 10^{-1} до 10^3 с $^{-1}$) больше в среднем в 2 раза не менее, чем в 3,5 раза. Предполагается, что первое явление является следствием деформации капли, это связано тем, что при определении напряжений сдвига в капле и его влиянии на ее локальную вязкость раствор ПАС. Поэтому необходимо было изучить влияние вязкости раствора ПАС на форму эмульсии с отношением радиуса ее дисперсной фазы к радиусу капли $R = 0,1$. Для случая упругой дисперсной фазы получено выражение, определяющее тензор скорости сдвига в капле в виде

$$\dot{\gamma} = \frac{R}{\eta_0} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial R} \right)$$

где η_0 - вязкость чистой нефти; r - радиус-вектор, отсчитываемый от центра капли; u - радиальная скорость течения в капле. Изменение периода колебаний и при определении угла φ в выражении (1) показывает значения скорости сдвига в эмульсии. Определены амплитуды и частоты скорости сдвига от R . Приведены линии циркуляции, скорости, скорости дифракции и изолинии напряжений в капле и ее окрестности, когда $\eta_0 = 1$ и $R = 0,1$. Сделан вывод о возможности влияния разделения локальных напряжений в капле на макро свойства эмульсии. Упругая дисперсная фаза характеризуется псевдопластичностью и вибродинамикой, что нами и наблюдалось у водонефтяных эмульсий с добавкой ПАС.

Институт механики полимеров
АН Латвийской ССР

г. Рига

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА
РЕОЛОГИЮ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

З.Ф.Сармуллов, Н.В.Мингалеев, И.Г.Давлетбеков,
Р.Б.Галеева, В.Г.Хозин

Известно, что вибраакустическая обработка влияет как на свойства олигомеров и на свойства получающихся из них полимерных материалов. Для исследования влияния акустических волн на свойства олигомеров нами было собрано акусторелаксационное устройство, состоящее из звукового генератора, усилителя, вибратора, дающий динамической вибрации, генератора звуковых колебаний, пропускающей через объект.

В качестве объекта испытаний выбрано смоло-полимерное соединение Виналинок 551 ЧР. Вибрация смоле ЧР со стекловолокнистым олигомером СКУ-ПР-100. Вибратором осуществляется акустической обработка в интервале от 10 до 10000 Гц. Осциллограмма выходного и выходного сигналов совмещают на экране двухлучевой осциллографа.

Исследования показали, что при воздействии на олигомер вибратором определенных частот наблюдается явление резонанса. При прохождении сигнала резонансной частоты синхронизируется вибрация вибратора, причем резонансные частоты для приведенных олигомеров различны.

В процессе акустической обработки периметрически измерялась вязкость олигомера реогониометром Вайсенберга. Показалось снижение вязкости, которая после релаксации оставалась ниже исходной.

Исследования проводились в Казанском химико-технологическом институте им. С.М.Кирова.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОСТИ ЭЛАСТОМЕРОВ

Седов А.С., Угрецова О.В., Ильина Е.А., Гришин В.С.

Изучена зависимость характеристик макроструктуры промышленных полизопренов (среднемассовая молекулярная масса M_w , полидисперсность P , содержание гель-фракции Γ) от их реологических свойств, определенных в стационарном и нестационарном и нестационарных режимах деформирования. С использованием регрессионного анализа показано, что на величину реологических показателей, определяемых при стационарных режимах деформирования, преобладающее влияние оказывает полидисперсность материала. До значения $\dot{\gamma}_w = 10^6$ наблюдается линейная зависимость между показателями вязкостных свойств (вязкость по Муни, пластичность, константа консистенции) и среднемассовой молекулярной массой. Реологические показатели, определяемые при нестационарном режиме деформирования, более чувствительны к среднемассовой молекулярной массе и содержанию гель-фракции.

С использованием реологических методов изучена кинетика формирования маточных резиновых смесей на основе полизопренов различной макро-структуры. Методами регрессионного анализа показана необходимость использования реологических показателей, характеризующих в первую очередь эластические свойства материала, для прогнозирования перерабываемости полизопренов.

НИИ шинной промышленности, г.Москва

ЯК 54I.64:536.7

ТЕОРИЯ СМЕКТИЧЕСКИХ ФАЗ В РАСПЛАВЕ ЛИНЕЙНЫХ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ
СОДЕРЖАЩИХ ЖЕСТКИЕ И ГИБКИЕ ФРАГМЕНТЫ

А.Н.Семенов, О.В.Субботин

В настоящее время большой интерес вызывает изучение термопрочных РК полимеров, содержащих жесткие и гибкие блоки в основной цепи. Такие системы в силу несовместимости жестких и гибких фрагментов испытывают микрофазное расслоение с образованием смектических структур [1]. Нами исследовалась структура смектиков, образуемых в расплаве длинных линейных блок-сополимеров с периодически чередующимися гибкими и жесткими блоками (рис.1), вдали от точки перехода нематик-смектик (приближение узких доменных границ). Было показано, что в зависимости от значения параметра Флори X , отношения объемных долей гибкой и жесткой компоненты λ , и отношения размеров гибкого фрагмента к длине жесткого фрагмента $\mathfrak{D} = \frac{Na}{\lambda^2}$ могут существовать как смектик А так и смектик С, причем при $X < \frac{3\pi}{16} \lambda^5/\mathfrak{D}^3$ устойчивым является смектик С, а при $X > \frac{3\pi}{16} \lambda^5/\mathfrak{D}^3$ - смектик А. Переход между смектиком А и С является переходом первого рода. Что касается конформации гибких участков, то как показали расчеты, абсолютный минимум достигается в том случае, когда практически все гибкие фрагменты имеют петлевую конформацию, а число проходных цепей экспоненциально мало (рис.2).

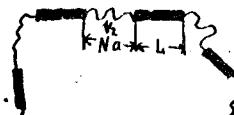


Рис. 1.



Рис. 2.

Литература

I. Василенко С.В., Семенов А.Н. ЖЭТФ. 1986. Т.90.С.124.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева АН СССР
МГУ им.М.В.Ломоносова

РЕОЛЮМИКА ВЫДАВЛИВАНИЯ ГОРЯЧИХ ПОРЫСКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Л.С.Стельмах,

в работе рассмотрен процесс уплотнения и выдавливания вязких сжимаемых материалов из камеры через отверстие в матрице в направляющий калибр.

Сформулирована модель процесса, которая учитывает специфику реологического поведения этих материалов и зависимость времени сдвиговой вязкости от плотности. Учитывается также равномерное распределение плотности по объему материала.

Получено аналитическое решение рассматриваемой задачи в цилиндрических координатах, позволяющее определять распределение плотности, скорости и напряжений в камере и в выдвинутом стержне.

Приведены примеры различных режимов выдавливания. Показано, что в зависимости от соотношения характерных времен уплотнения и выдавливания стержень либо имеет плотность, почти по всей длине, близкую к плотности несжимаемой основы, либо остается неуплотненным. В случае, когда эти времена сравнимы между собой, стержень имеет существенную разноплотность по длине.

Проведен анализ влияния реологического фактора на кинетику уплотнения сжимаемых материалов при выдавливании.

Институт химической физики АН СССР
г.Черноголовка

К ТЕОРИИ ПРЕССОВАНИЯ ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Столин А.М., Жиляева Н.Н.

Рассматривается известная в теории горячего прессования задача об осевом одностороннем сжатии пористой среды с учетом ее инерционности. Предложено аналитическое решение этой задачи в виде волны уплотнения, распространяющейся по материалу с постоянной скоростью. Показано, что скорость волны уплотнения не зависит от вязкости среды, а определяется лишь начальной скоростью движения поршня и исходной плотностью материала.

Найденное волновое решение задачи позволило найти условия, при которых можно пренебречь инерционностью среды и говорить об уплотнении материала в регулярном режиме, т.е. когда различные индивидуальные объемы материала уплотняются одновременно и независимо друг от друга. Кроме того, показана возможность реализации качественно различных режимов уплотнения в сжимаемом материале. Для среды, уплотняющейся в волновом режиме, получены распределения плотности, скорости и напряжений.

Институт структурной макрокинетики АН СССР,
г.Черноголовка, Московской обл.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАКАРОННОГО ТЕСТА
И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ФОРМОВАНИЯ

А.Н.Стрелхина, С.Н.Никоноров

Макаронное тесто обладает сложным комплексом вязко-упруго-пластических свойств, которые должны быть учтены при проектировании формующего оборудования и его совершенствовании. Кроме того, обработка макаронного теста в шнековой камере пресса сопровождается физико-химическими, коллоидными и ферментативными процессами, обусловленными механическим воздействием шнека, ростом температуры и давления в тестовой массе, что приводит к изменению реологических свойств. Изучение этих изменений позволяет организовать оперативный и объективный контроль качества процесса по значениям реологических свойств, осуществить эффективное управление процессом для получения готовых изделий постоянного, заранее заданного высокого качества.

Целью настоящей работы явилось получение эмпирических зависимостей для определения реологических свойств макаронного теста на различных стадиях его обработки в шнековой камере макаронного пресса.

Исследования проводились в производственных условиях Саратовской макаронной фабрики. Отбор проб теста на анализ осуществлялся из различных зон по длине шнековой камеры промышленного пресса МП-2М. Использован капиллярный вискозиметр с встроенной микропроцессорной системой управления прибором и обработки экспериментальных данных. Реологическое поведение теста хорошо аппроксимировалось степенным уравнением Оствальда. Получены адекватные эмпирические зависимости реологических констант макаронного теста от его влажности W (%), температуры T ($^{\circ}$ С), давления прессования P (МПа), зоны шнека L (м), содержания клейковины в муке A (%).

$$K = 3,49937 \cdot 10^6 + 141774L - 53985A - 35160W + 26979P - 18554T$$

$$n = 0,695 - 0,189L - 0,047P - 0,024A + 0,012W - 0,0017T$$

где K – коэффициент консистенции; n – индекс течения.

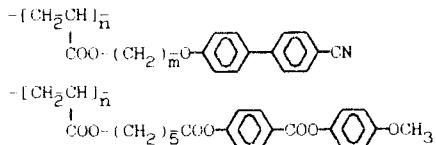
Энгельсский филиал Саратовского политехнического института
г. Энгельс

ИЗМЕРЕНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ
МЕТОДОМ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ПМР СПЕКТРОСКОПИИ

Л.Б.Строганов, Е.В.Киреев, М.А.Рогунова, С.Г.Костромин, В.П.Шибаев

Предложен прямой метод анализа кинетических данных ПМР-эксперимента, позволяющий при минимальных модельных предположениях определять характеристические времена переориентации и коэффициент вращательной вязкости γ_1 ЖК полимеров с хорошей точностью.

Изучена кинетика переориентации в магнитном поле директора нематических мезофаз гребнеобразных ЖК полимеров следующего строения:



На основе анализа временных и угловых зависимостей спектров ПМР установлена применимость в большинстве случаев модели монодоменной переориентации директора [1] к описанию динамического поведения исследованных систем в магнитном поле. Обнаружено изменение скорости и характера переориентации упорядоченной структуры вблизи первого перехода нематик-смектик А.

Получены температурные зависимости γ_1 . Показана формальная возможность удовлетворительного описания этих зависимостей в рамках различных моделей. Обсуждается обоснованность их использования.

Получены молекулярно-массовые зависимости вращательной вязкости. Установлено их существенное отличие от аналогичных данных, известных для ЖК полимеров линейного строения: вязкость зависит от молекулярной массы значительно слабее ($\gamma_1 \sim M^1$ против $\gamma_1 \sim M^3$ для линейных систем).

1. Киреев Е.В., Строганов Л.Б., Рогунова Т.И., Костромин С.Г., Гальзорге Р.В., Шибаев В.П., Нлатэ Н.А. // Высокомол. соед. Б. 1993. № 31. № 4. С. 261.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

УДК 541.68

ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ЛЕГУМИН КОРМОВЫХ БОБОВ
- ХЛОРИСТИЙ НАТРИЙ - ВОДА.

Сучков В.В., Попелло И.А.

Интересной особенностью жидких двухфазных систем полимер - растворитель является смещение фазового равновесия под действием сдвиговых напряжений. В большинстве случаев для систем с верхней критической температурой расслоения наблюдается смещение критической точки в область меньших концентраций полимера и более высоких температур, т.е. расширяется область двухфазного состояния системы. Это связано, как правило, с ориентацией молекул полимера в потоке и их самоассоциацией.

Диаграмма состояния системы легумин- NaCl -вода характеризуется наличием верхней критической точки. Молекула легумина имеет молекулярную массу 320 кДа и представляет собой жесткую непроницаемую плоскую, апраксируемую сферой с радиусом 50 Å. Было проведено измерение вязкости системы легумин- NaCl -вода в однофазном и двухфазном состояниях в интервале концентраций соли от 0 до 36% при изменении градиента скорости сдвига от 100 до 300 1/с. В однофазном состоянии система ведет себя как неионогенная жидкость. Ниже критической температуры вязкость системы падает по сравнению с вязкостью однофазной системы. Но при увеличении градиента скорости сдвига вязкость вновь возрастает и становится равной вязкости системы в однофазном состоянии. Бинодаль системы, полученная в динамическом режиме, лежит при более низких температурах по сравнению со статической бинодалью. Этот факт обосновывает тем, что в поле сил сдвига частицы дисперсной фазы дробятся и их размер определяется градиентом скорости сдвига, междуфазным напряжением и вязкостью фаз. Чем больше градиент скорости сдвига, тем меньше диаметр образующихся капель. При уменьшении диаметра капель растет лапласово давление, которое при некоторых условиях приводит к исчезновению этих капель, т.е. к переходу из двухфазного в однофазное состояние. Таким образом, в системе с жесткими сферическими молекулами возрастание сдвиговых напряжений приводит к расширению области однофазного состояния,

Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмейнова
АН СССР, Москва

- 198 -

532.135

ОСОБЕННОСТИ НЕИЗОТЕРМЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ
ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ МЕЖДУ ДИСКАМИ..

В.И.Сысоев, В.Н.Задворных

Рассматривается сдвиговое неизотермическое течение вязкоупругой (полимерной) жидкости в зазоре между двумя соосными дисками уплотнительного устройства.

На основе решения представленного в / 1 / получена пространственная картина неизотермических режимов течения ВУЖ. Показано, что в зазоре между дисками, наряду с двумя основными неизотермическими режимами течения (устойчивый или с затухающими колебаниями напряжения и температуры), возможны переходные режимы, характеризующиеся чередованием обоих режимов течения. Коллективная же неизотермическая неустойчивость, на которую указывали в своих работах Столин и Худяев, в данном случае отсутствует.

Построена поверхность, разделяющая области устойчивого и с затухающими колебаниями режимов течения в зависимости от безразмерных радиуса и параметров, выражющих интенсивность теплоотвода и тепловыделения по отношению к интенсивности изменения внутренней энергии.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Задворных В.Н., Сысоев В.И. К вопросу о неизотермической неустойчивости течения вязкоупругой жидкости между дисками // Тез. докл. II региональной научно-технической конференции Математическое моделирование в процессах производства и переработки полимерных материалов / ПВВКИУ. - Пермь, 1990г. - С.45

Всероссийский научно-исследовательский институт буровой техники,
г. Москва.

- 199 -

РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РАЗБАВЛЕННЫХ
СУСПЕНЗИЙ ЖЕСТКИХ АСИММЕТРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

Е.Ю.Таран, В.В.Придатченко

Для экспериментального исследования структуры и свойств макромолекул в растворах методами изучения вязкого течения растворов макромолекул, их поступательного и вращательного трения и явлениях диффузии и седиментации, двойного лучепреломления в ламинарном потоке важное значение имеет использование адекватных гидродинамических моделей макромолекул.

Во многих случаях истинная форма белковых макромолекул, обладающих жесткой конформацией, весьма далеки от сферической или олигоспиральной, обычно используемых в их гидродинамических моделях.

В настоящем сообщении для построения реологической модели суспензий или растворов осесимметричных частиц, не обладающих центром симметрии, используется свободно протекаемая модель асимметричной трехосной гантели.

При этом кроме вращательного движения обнаруживается поступательная миграция дисперсных частиц относительно дисперсионной среды, исследование которой, позволяет определять геометрические характеристики моделируемых частиц.

Для построения реологических уравнений состояния разбавленных суспензий рассматриваемых частиц был использован структурно-феноменологический подход. Исследовано реологическое поведение таких суспензий в сдвиговых течениях.

Киевский госуниверситет, г.Киев.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА И ФОРМЫ ЧАСТИЦ ДИСПЕРСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ.

ТАРАНЕНКО В.К.

Рассматриваются некоторые аспекты механизма разрушения наполненной полимерной системы в зависимости от объемной доли наполнения и также от размера и формы частиц наполнителя. Отмечается два вида разрушения: отслаивание матрицы от наполнителя и кавитация матрицы (внутренний разрыв) около частиц наполнителя. Первый тип разрушения наблюдается для систем со слабой адгезией, второй - для композитов с сильной адгезионной связью.

Для слабо наполненных систем на основе одиноччастичной модели показано, что отслаивание и кавитация существенным образом зависит от свойств матрицы и размера включений.

Для сильно наполненных систем, исходя из представления о парном взаимодействии частиц, удалось показать, что ключевым параметром структуры является не сам размер частиц наполнителя, а их объемная доля.

Полученные результаты позволили схематизировать диаграмму нагружения наполненной полимерной системы.

Отделение института химической физики АН СССР.

Черноголовка 1990г..

УДК 678.057.3(088.8)

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ.

Татарников А.А., Добашевская В.Г., Гинзбург Л.Р.

Конструирование экструдеров для переработки резиновых смесей и разработка алгоритмов управления технологическим процессом может быть осуществлена на современном уровне только с использованием ЭВМ на базе математического моделирования процесса экструзии.

Практическое применение математических моделей требует обоснованного выбора исходных данных для конструктивных и технологических расчетов, в первую очередь реологических характеристики перерабатываемого материала.

Авторами на основании проведенного анализа работ, посвященных описанию реологических свойств термопластов, каучуков и резиновых смесей, предлагается методология определения реологических характеристик резиновых смесей с использованием истинных кривых течения.

Для обработки экспериментальных данных с целью получения аппроксимирующего уравнения предложена методика, в основу которой положен принцип суперпозиции кривых течения по оси ζ .

Для получения связи между условной вязкостью по Муни и кривыми течения, полученным на капиллярном вискозиметре, предложено расчетное уравнение для описания процесса течения в камере вискозиметра Муни.

Научно исследовательский институт шинной промышленности
г. Москва

-202-

678.01:539.3

СВЯЗИ КРИВЫХ РЕЛАКСАЦИИ И ПОЛЗУЧЕСТИ ПОЛИМЕРОВ В ОБЛАСТИ ЛИНЕЙНОЙ ВЯЗКОУПРУГОСТИ.

А.Е.Тейшев, А.Я.Малкин

В рамках теории линейной вязкоупругости исследовали возможность определения кривой ползучести, исходя из экспериментальных данных по релаксации напряжения. Математический эксперимент с использованием различных аналитических выражений ядер релаксации и ползучести показал, что адекватная (определенная погрешностью эксперимента) аппроксимация кривой релаксации не всегда позволяет вычислить кривую ползучести с требуемой точностью, т.е. возможность корректного определения функции ползучести зависит от выбора способа аппроксимации исходных экспериментальных данных по релаксации, и, поэтому, не всякие теоретические ядра можно использовать для решения поставленной задачи. Так, путем разложения релаксационной кривой на сумму экспонент удается решить задачу с требуемой точностью при условии адекватной аппроксимации исходных экспериментальных данных по релаксации, что не достигается, например, при использовании функции Гельрауша.

Сравнение расчетных и экспериментальных кривых ползучести поликарбоната в широком интервале температур и начальных деформаций показало корректность расчетного метода при правильном выборе способа аппроксимации исходных данных. Метод дает возможность обоснованной экстраполяции расчетной кривой ползучести во времени за пределы исходного экспериментального диапазона по релаксации.

-203-

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТУПЛЕНИЯ ЭЛАСТИЧЕСКОЙ ТУРБУЛЕНЦИИ ПО ПРОГРАММАМ ПОВЕРХНОСТИ ЭКСТРУДАТОВ

Тетерис Г.Г., Бриедис И.Г.

Наступление неустойчивости струи расплава полимера в основном определялось визуально и характеризовалось качественными показателями. Для четкого определения начала неустойчивости течения по дефектам поверхности предлагается применять анализ я.Ф.илографии поверхности экструдатов. По предложенному методу за начало неустойчивости течения принимается скорость (или напряжение) сдвига, при которой на поверхности экструдата начинают появляться искажения большие на 20% по амплитуде, чем снятые с поверхности экструдатов, полученных при устойчивом течении. Применение данного метода, по сравнению с применяемыми методиками определения начала неустойчивости по колебаниям напряжения сдвига при постоянной скорости деформирования, или визуально – возможность применения численных критериев величин искажений и назначить их в зависимости от требований, предъявленных к поверхностям изделий. Исследования проведены на наполненном различными наполнителями (а волокнистыми и сферическими частицами) сополимере этилена с пропионитрилом.

Институт механики полимеров АН Латв.ССР, г.Рига

-204-

661.728.014:532.78

ВЪЗКОСТЬ АЦЕТОНО-ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АЦЕТАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТВОРИТЕЛЯМИ, ОБРАЗУЮЩИМИ ЖК-ФАЗУ С ПОЛИМЕРОМ

Тимофеева Г.Н., Федусенко И.В., Лозгачева В.Л.

В опубликованных ранее работах /1/ было показано, что пары растворителей, образующие ЖК-фазу с полимером, в ацетатных волокнах и пленках инициируют ориентационные процессы.

Изучено влияние такого рода растворителя (например, нитрометана) на структуру исходного полимера – ацетата целлюлозы.

Установлено, что при воздействии нитрометана на полимер изменяются реологические свойства концентрированных и разбавленных растворов в технологической ацетоно-водной смеси.

Как для пленок и волокон, влияние паров нитрометана на полимер выразилось в экстремальном ходе кривых сорбции, свидетельствующем о структурных изменениях в полимере и о многостадийном характере взаимодействия полимера с растворителем. Каждой стадии взаимодействия полимера с парами растворителя соответствуют различные величины ньютоновской вязкости. Наиболее эффективно влияние паров на стадии поглощения малых доз растворителя. В этом случае снижение вязкости 25–28% растворов ацетатов целлюлозы составляет 600–700П. Традиционный способ введения нитрометана в эквивалентном количестве непосредственно в раствор в лучшем случае снижает вязкость на 100–200П.

Следует отметить, что характер реологических кривых течения при модификации полимера парами нитрометана не отличается от обычных, в то время как кривые течения для полимера, модифицированного трифтормуксусной кислотой в области малых напряжений сдвига наблюдается резкое повышение вязкости, характерное для растворов с ЖК-структурой. Для разбавленных растворов модифицированных нитрометаном образцов ацетатов целлюлозы характеристическая вязкость также имеет нелинейную зависимость.

Также установлено, что обработка полимера парами ЖК-агента приводит к изменению удельного оптического вращения.

1. Тимофеева Г.Н., Проценко Н.В., Федусенко И.В. – Химические волокна, 1989, № 2, с. 13–15.

Саратовский государственный университет

-205-

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ОЛИГОЗИРАКРИЛАТОВ И
ОЛИГОПОКСИАКРИЛАТОВ В ПРИСУТСТВИИ МИКРОПОЛИМЕРНЫХ ОЛИГО-
МЕРНЫХ ДОБАВОК

Токарь М.И., Кузнецова В.И., Васильченко Е.И., Межиковский С.М.

Достаточно широкий интервал вязкости предусматривает различные, предъявляемые к kleевым композициям, герметикам и т. д. Поэтому регулирование вязкости - это важный технологический этап получения полимерных материалов с заданными свойствами.

Представляло интерес исследовать реологическое поведение олигозиракрилатов и олигопоксиакрилатов в присутствии микрополимерных добавок. Методом ротационной вискозиметрии изучены реологические свойства композиций на основе три-/оксиэтил-, алкилметакрилата, диглицидиловых эфиров глицерина и олигогидрофурана в отсутствие и в присутствии олигомерных добавок - смеси алкилфеноксипропеноксида, 1,3-диалкиловых эфиров глицерина, алкилфенолов и продукта этерификации эпоксидианового олигомера с 1,6-бис(4-оксипиперидином). Было обнаружено, что в композициях, не содержащих олигомерные добавки, с ростом скорости сдвига наблюдается незначительное снижение вязкости, однако при дальнейшем увеличении $\gamma / \dot{\gamma} > 1,2$ вязкость композиций остается постоянной. Показано, что введение олигомерных добавок в эпоксиакриловые композиции сопровождается ростом сдвиговой вязкости в области невысоких значений температур /до 30°C/ и скоростей сдвига. Интересным представляется увеличение вязкости при введении в композиции менее вязкой по сравнению с исходной смесью олигомерной добавки, представляющей собой смесь алкилфеноксипропеноксида, 1,3-диалкиловых эфиров глицерина и алкилфенолов. Предполагается, что аномальный рост вязкости связан с формированием локальных упорядоченных структурных образований типа сиботаксисов, свойственных олигомерным системам. Понятным подтверждением этого предположения служит тот факт, что в области этих же дозировок олигомерных добавок /до 0,5 % масс./ исследуемые эпоксиакриловые композиции отвечаются под действием излучений высоких энергий /ускоренные электроны, γ -кванты/ с большой скоростью.

Харьковский политехнический институт им. В.И.Ленина
Институт химической физики АН СССР, г.Москва

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК ПО ИХ ВЯЗКОУРУГИМ СВОЙСТВАМ

К.К.Трилиский, В.Ф.Сироклин, Н.П.Сенчурев

В работах школы Г.В.Виноградова установлена взаимосвязь условий эксплуатации узлов трения с реологическими свойствами используемых в них смазок; это позволило поставить задачу создания новых критериев оценки эксплуатационных характеристик смазочных материалов по результатам реологических исследований. С развитием современных приборной техники и оборудования эта задача приобретает еще большую актуальность.

В настоящей работе на разработанном во ВНИИНефтехим эласторелаксометре проведены комплексные исследования вязкостных, упругих и релаксационных свойств пластичных смазок, используемых в современных подшипниковых узлах, работающих при низких и высоких частотах вращения. Эксплуатационные свойства смазок оценивались по спектральным характеристикам и модулям упругости.

Результаты оценки эксплуатационных характеристик смазок с помощью предложенных критериев подтверждены данными стендовых испытаний. Установлена возможность оценки высокоскоростных качеств смазок по дифференциальному модулю упругости, измерение которого может быть проведено с помощью устройства оценки качества смазок в технологическом потоке.

Исследовано влияние механической обработки и обработки маслом на эксплуатационные показатели смазок. Эффективность оценки уровня технологической обработки смазки в процессе ее приготовления, обеспечивающего оптимальные режимы эксплуатации подшипников качества, подтверждена экспериментальными данными.

Предложенные методы оценки позволяют производить рациональный подбор смазочных материалов для различных условий их применения в подшипниковых узлах, а также реализовать высокий уровень контроля и управления качеством пластичных смазок в процессе производства.

Всесоюзный научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
нефтеперерабатывающей и нефтехими-
ческой промышленности, г.Киев

ТЕЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОСЕСИММЕТРИЧНОМ
КАНАЛЕ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМАХ ТРЕНИЯН.В. Тябин, М.А. Магницкая, Н.С. Шионгидзе

В работе рассмотрено течение полимерного материала в валковом зазоре при различных режимах трения, для чего вдоль поверхности перфорированного вала в зоне отрицательных градиентов давления создается тонкий смазочный слой, позволяющий отделить движущуюся перерабатываемую полимерную массу от поверхности вала.

В качестве смазочного материала может быть использован инертный газ, подаваемый через распределительную головку под определенным давлением, в зависимости от величины которого меняется толщина смазочного слоя и, соответственно, условия трения между движущейся массой и поверхностью вала: материал может прилипать к поверхности, проскальзывать и при определенном давлении смазки возникает режим полного скольжения массы по поверхности вала.

В режиме полного скольжения снижаются касательные напряжения на поверхности вала, так как касательные напряжения трения полимерного материала о слой инертного газа будут в 10^{10} раз меньше касательных напряжений внутреннего трения в самом полимерном материале, что приводит к изменению граничных условий как для скорости, так и для напряжений: нормальная составляющая скорости на свободной поверхности равна нулю; касательные напряжения на свободной поверхности отсутствуют; нормальные напряжения на поверхности смазочного слоя равны давлению смазки.

Совместное решение уравнений движения перерабатываемого полимерного материала и соответствующего реологического уравнения состояния при новых граничных условиях на перфорированном валке для двух крайних режимов трения на границе полимерный материал - смазочный слой позволяет определить интегральные характеристики валковых машин и рассчитать давление смазки. Сравнительный анализ интегральных характеристик показывает, что вальцевание полимерных материалов в режиме полного скольжения обеспечивает наибольшую производительность вальцов.

Политехнический институт, г. Волгоград.

Взаимосвязь контактных взаимодействий и структурно-реологических характеристик порошков и суспензий в процессе объемонаращивания

Н.В. Урьев, Л.М. Мелис, Г.Н. Урьева

В связи с проблемой получения плотных и однородных структур при синтезе дисперсных композитов, в частности, керамических материалов из высокодисперсных порошкообразных компонентов существенное значение имеет регулирование структурно-реологических свойств путем управления контактными взаимодействиями в сочетании с уплотнением структур (при удалении газовой фазы в системах «твердая фаза - газовая среда - Т-Г», - порошки) или удалении жидкой среды из суспензий (отсос жидкой фазы из системы Т-Ж). Реализация этого пути регулирования процесса структурообразования затруднена тем, что в процессе уплотнения дисперсных структур непрерывно увеличивается число связей - контактов между частичками в единице объема. Обычно этот процесс сопровождается также и ростом силы сцепления. В сочетании с разбросом в величине сил сцепления в дисперсиях с коагуляционными контактами (суспензии), или непосредственными ятомными контактами (высокодисперсные порошки) рост плотности структуры, т.е. увеличение концентрации твердой фазы в жидкой или газовой среде сопровождается возникновением агрегатов из частиц. Объемная структурная сетка дисперсии, таким образом формируется из агрегатов, а не из отдельных частиц, выступающих как кинетические единицы на завершающих стадиях коагуляционно-конденсационного структурообразования. Объемные структурно-реологические характеристики системы в этом случае определяются размером плотностью и прочностью агрегатов из частиц и их числом в единице объема системы. В количественной форме эта зависимость может быть выражена следующим образом (для случая сферических монодисперсных частиц):

$$\rho_m = \frac{A^* \alpha z \varphi^*}{32 \pi r h^2}, \text{ где}$$

ρ_m - предельное напряжение сдвига системы, A^* - константа

молекулярных сил (константа Гамакера, ζ - координационное число, φ^* - эффективная объемная концентрация дисперсной фазы в среде), r - радиус частиц, h - расстояние между ними. В развитие этих представлений представляется возможным определить средний эффективный размер агрегата из частиц:

$$\bar{D} = \left[\frac{\alpha A \zeta \zeta^2}{761 m h^2 \varphi^*} \right]^{1/3}$$

Агрегаты с эффективным диаметром \bar{D} образуют структуру. Размер этих агрегатов может регулироваться величиной A (например, путем модифицирования поверхности частиц), φ^* и h (например, путем изменения вида дисперсионной среды).

Литература:

Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологий дисперсных систем и материалов. М. Химия. 1988. 256 с.

УДК 666.97:519.28:532.135

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЛЛОИДНЫХ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Н.Б.Урьев, И.С.Дубинин, Л.Е.Трофимова

Перспективным направлением повышения надежности стальных технологических и магистральных трубопроводов, по которым транспортируются агрессивные среды, является облицовка их полостей покрытиями на основе коллоидных полимерцементных растворов. Как показал опыт, главное условие получения качественного покрытия на основе неорганических вяжущих состоит в том, чтобы в результате завершения комплекса технологических операций создать материал с плотной структурой повышенной однородности. Разработка механизированной технологии приготовления, транспортировки и нанесения защитных составов требует проведения исследований по выявлению особенностей реологического поведения таких материалов в зависимости от ряда рецептурно-технологических факторов с привлечением методов математической теории эксперимента.

Измерение реологических характеристик полимерминеральных композиций с грубодисперсной фазой проводилось по разработанной в ИФХ АН СССР методике, в основе которой лежит схема деформирования исследуемой системы "усеченный конус-плоскость". Предложенная схема, обладая преимуществом известной схемы "конус-плоскость" (равномерное напряженное состояние в системе по зазору), позволяет исследовать реологические свойства наполненных систем с грубодисперсной фазой. Для описания реологического поведения композиций использована модель Балкли-Гершеля. Расчет экспериментально-статистических моделей осуществлялся по разработанной в Одесском ИСИ системе COMPLEX.

Результаты оптимизации реологических свойств по экспериментально-статистическим моделям использованы при разработке технологии и комплекта оборудования для облицовки полостей трубопроводов больших диаметров защитными составами в полевых условиях.

Институт физической химии АН СССР, г.Москва
Инженерно-строительный институт, г.Одесса

КОНФОРМАЦИОННЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ И РЕОЛОГИЯ РАСТВОРОВ
АЦЕТАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Н.А.Федякова, З.Б.Комарова, С.В.Фомича

Известно, что конформационный полиморфизм – наличие нескольких типов конформеров, способных к взаимным превращениям – оказывает определяющее влияние на ряд физико-химических свойств полимеров. Однако в литературе практически не рассматривается такой принципиально важный вопрос, как влияние преимущественного конформационного состояния пиранозного цикла макромолекулы ацетата целлюлозы/АЦ/ на реологические свойства растворов.

В данной работе впервые было показано методом дисперсии оптического вращения, что при сырьировании термодинамических параметров омыления в гомогенном уксусно-кислом процессе получения АЦ могут быть синтезированы образцы полимера одинакового суммарного химического состава, характеризующиеся различным по величине и знаку удельным вращением.

С целью выявления взаимосвязи конформации пиранозного цикла макромолекул и реологических свойств растворов АЦ была изучена температурная зависимость характеристической и удельной вязкости, зависимость вязкости от напряжения сдвига, рассчитаны энтропия и энталпия вязкого течения растворов АЦ, имеющих различную величину и знак удельного вращения/УВ/ и одинаковые молекулярную массу и химический состав.

Совместная интерпретация результатов исследований, проведенных методами ДОС и вискозиметрии разбавленных и концентрированных растворов АЦ, позволила выявить ряд закономерностей: АЦ с разным по величине и знаку УВ резко отличаются по характеру температурной зависимости характеристической вязкости, вязкости концентрированных растворов и зависимости ее от напряжения сдвига, энтропии вязкого течения. Следовательно, конформационное состояние пиранозных циклов оказывает существенное влияние на реологические свойства растворов АЦ.

Полученные данные имеют большое научное и практическое значение: указывают принципиально новый путь регулирования микроструктуры АЦ.

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского,
г. Саратов.

- 212 -

ТЕЧЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ
Филиценко Б.П.

Закономерности деформирования дисперсных систем на основе белковых компонентов (мяса, птицы, рыбы) определяют гидродинамику процессов переработки и качественные показатели продуктов детского питания. Методами капиллярной и ротационной вискозиметрии, а также эпюрами деформации определены закономерности аномально-вязкотекущего, условия наличия пристенного скольжения, пульсирующего и равномерного режимов движения. Установлено, что структуру потока определяют дисперсность, содержание влаги и жира, степень денатурации белков, вид белка не оказывает существенного влияния на характеристики течения. Для систем на основе нативных мясных белков при технологическом измельчении 0,002–0,005 м и влагосодержании до 5 бкг вл./кг сух. ост. сохраняется квазиверный режим движения с пульсацией при увеличении скорости пульсаций расхода; течение со взаимомением в объеме и пристенном скольжении реализуется при влагосодержании более 4,3 кг вл./кг сух. ост. и дисперсности $(30-90) \cdot 10^{-6}$ м. Влияние скольжения незначительно при скоростях сдвига выше 1000 с⁻¹. Линейный характер зависимости скорости скольжения от напряжения сдвига имеет место, как для систем с нативными, так и денатурированными белками. Характерное изменение в температурных зависимостях вязкости в области 32–40° С определяется структурными превращениями жировых фракций в данных дисперсных системах. Рецептурные составы консервов детского питания на мясной основе, отвечающие по консистенции потребительским требованиям при температуре 40° С имеют при единичном градиенте эффективную вязкость I–25 Па·с и показатель ньютонаического поведения $\eta = 0,4-0,55$. Экспериментальные данные обобщены на основе трехпараметрической функциональной зависимости напряжения сдвига от предела текучести, градиента, скорости скольжения. Результаты исследований использованы для расчета гидродинамики теплообменных процессов и межоперационного транспорта для линии производительностью 3500 кг/час мясных консервов детского питания.

Московский институт прикладной биотехнологии
г. Москва.

- 213 -

УДК 541(14+64)

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ
МЕЗОФАЗЫ В ГИБКОЦЕПНЫХ ПОЛИМЕРАХ

Френкин Э.И., Антипов Е.М., Г.И.Москалевъ

Дилатометрией под высоким гидростатическим давлением (до 8 кбар), а также методом рентгеноструктурного анализа исследовали фазовые переходы и структуру линейного полиэтилена средней плотности (ПЭСП) и поливинилтритиленсилана (ПВТМС). В случае ПЭСП изучали образцы, полученные на различных катализитических системах. ПВТМС - представлял собой промышленный полимер, используемый в качестве материала для газоразделительных мембран.

Строго говоря, ПЭСП является статистическим сополимером этилена с бутеном или гексеном, который весьма перспективен для производства высокопрочных пленок и волокон. Высокие механические характеристики полимера обусловлены наличием кристаллитов с выпрямленными цепями (КВЧ). Процесс распрямления цепей наиболее полно осуществляется, когда система находится в мезофазном состоянии, переход в которое обычно происходит под влиянием температуры и одноосной вытяжки. В настоящей работе использовали иной способ формирования данной структуры, а именно, условия высоких давлений.

Показано, что:

- ПЭСП, начиная с давления 4 кбар, переходит в высокобарическое мезофазное состояние, температурный диапазон существования которого увеличивается с ростом давления; построены диаграммы состояния в координатах давление-температура для различных образцов ПЭСП;

- кристаллизация ПЭСП под высоким давлением из состояния мезофазы приводит к образованию кристаллического материала, практически на 100% состоящего из фибрillлярных кристаллов с выпрямленными цепями; нижний предел среднего значения продольного размера кристаллитов составляет 1000 Å;

- воздействие давления 0,5 кбар на аморфизованный ПВТМС приводит к переходу 30% полимера в мезоморфное состояние.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева АН СССР
г. Москва

- 214 -

678.057.3

РЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕСТРУКЦИИ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ

М.Г.Хаметова, В.С.Ким

Разработка технологического процесса и управление качеством полимерного материала при его переработке должны осуществляться с учетом анализа стойкости полимера к воздействию температуры, нагрузки и др. факторов, которые приводят к необратимому изменению технологических, физико-механических и прочих свойств, т.е. к деструкции полимера в процессе переработки.

Авторами построена скейлинговая модель деструкции линейных полимеров, позволяющая описать эволюционное изменение вязкости полимеров $\eta(t)$ (средней молекулярной массы) в процессе экструзионной переработки:

$$\eta(t) = (\eta_H - \eta_K) \exp\left(-\frac{t-t_T}{t_0}\right) + \eta_K, \quad \eta(t)|_{t=t_T} = \eta_H \quad (I)$$

где η_H - начальная вязкость полимера при $t \leq t_T$, η_K - конечная вязкость полимера при $t \rightarrow \infty$, t - время переработки, t_T - время термомеханической стойкости, t_0 - время деструкции.

На основании модели деструкции полимеров получены технологические характеристики, имеющие физический смысл: t_T - характеризует интервал времени, в течение которого вязкость расплава полимера постоянна при заданных температуре и скорости сдвига (нагрузке), t_0 - характеризует время, за которое относительная вязкость $\eta(t)/\eta_H$ изменится в процессе деструкции в e^{-1} раз. Теоретически установлены зависимости t_T и t_0 от температуры и скорости сдвига, а также энергии активации вязкого течения от времени деструкции.

Методами капиллярной и ротационной вискозиметрии получены кинетические кривые изменения вязкости в широком диапазоне температур и скоростей сдвига различных по химической структуре полимерных материалов (поликарбонатов, полистиролов, полиэтиленов, поливинилтерефталатов и др.), которые с высокой степенью точности описываются выражением (I).

Разработан и экспериментально подтвержден метод расчета эксплуатационных характеристик экструзионного оборудования, режимов переработки полимера, его времени пребывания в каналах шнека с учетом времени термомеханической стойкости и времени деструкции.

Московский институт химического машиностроения

- 215 -

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГИБКО- И
ЖЕСТКОЦЕПНЫХ ВОЛОКОН В ОСЕВОМ И
ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИЯХ

Харченко Е.Ф., Худошев И.Ф.

Исследованы закономерности деформирования арамидных и полиэтиленовых волокон при осевом растяжении и попечном сжатии в диапазоне температур от 273 К до температуры стекловления (плавления). Показано, что для всех типов волокон при повышении температуры осевая деформативность изменяется незначительно, а попечная возрастает в 3...6 раз за счет необратимых деформаций.

Продольная и попечная деформативность арамидных волокон может существенно увеличиваться при их контакте с адсорбционно-активными веществами, например, компонентами олигомерных связующих, что не наблюдается в случае с ПЭ-волокном.

С помощью ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа, а также измерения остаточных упруго-прочностных свойств волокон цилиндрической формы после их термопрепрофилирования при попечном сжатии, установлена возможность получения предельно армированных блочных конструкционных материалов (ПАОВ) с коэффициентом объемного заполнения до 0,96...1,0 с незначительным изменением структуры и исходных свойств волокон. Так, в ПАОВ на основе арамидных жесткоцепных волокон характерно полное сохранение или увеличение исходных упругих свойств волокон и снижение прочностных до 5-10%, а в случае гибкоцепных ПЭ-волокон - преимущественное уменьшение модуля упругости.

Центральный научно-исследовательский
институт специального машиностроения,
Москва.

-216-

ТЕЧЕНИЕ АНОМАЛЬНО-ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В КОНИЧЕСКОМ КАНАЛЕ ПРИ ПОЛНОМ СКОЛЬЖЕНИИ НА ОДНОЙ ИЗ СТЕНОК

А.А.Шагарова, Э.И.Уютова, Н.В.Тябин

Течение аномально-вязкой жидкости в коническом канале реализуется в процессе переработки полимеров в экструдерах с конической матрицей. Исследования показали, что если сделать неподвижную стенку конического канала пористой и через эти поры подавать в канал инертный газ, то объемная производительность потока значительно возрастает.

В данной работе описывается течение аномально-вязкой жидкости в коническом канале, при наличии у неподвижной стенки канала слоя инертного газа, по поверхности которого скользит поток полимеров. Касательные касательные напряжения трения полимера о слой инертного газа много меньше, чем касательные напряжения внутреннего канала в потоке полимера, что приводит к возникновению на поверхности неподвижной стенки канала режима полного скольжения перерабатываемого материала. В соответствие с этим граничные условия полного скольжения записутся: во-первых, касательное напряжение на неподвижной стенке полагается равным нулю

$$2tg2\alpha \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial y} = 0$$

вторых, свободная поверхность потока полимера у неподвижной стенки не перемещается и имеет вид $h(x) = h_0 - mx$

третьих, величина скорости движения свободной поверхности потока полимера у неподвижной стенки принимается заданной на входе в конический канал.

Из решения уравнений движения при данных граничных условиях получен закон изменения величины давления, развиваемого в коническом канале, и определена величина максимального давления в канале.

Дано сравнение величин объемного расхода потока полимера при различных условиях прилипания и полного скольжения массы по поверхности неподвижной стенки канала и показано, что в режиме полного скольжения объемный расход значительно возрастает.

Политехнический институт, г.Волгоград.

-217-

ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФАЗОВЫЕ
ПЕРЕХОДЫ В СИСТЕМЕ ПОЛИМЕР-РАСТВОРИТЕЛЬ.

Г.К.Шамболова, С.Г.Куличихин,

В работе исследовано влияние режимов течения на фазовое состояние растворов поливинилакцетата (ПВА) в этиловом спирте в диапазоне концентраций 10 - 30 вес.%. Для изучения поведения раствора в условиях воздействия механического поля использовали установку, позволяющую проводить одновременное измерение вязкости и оптической плотности. Внешний цилиндр рабочего узла ротационного вискозиметра выполнен из стекла, что позволяло регистрировать оптические характеристики раствора на спектрофотометре "Спекол II" непосредственно в зазоре рабочего узла вискозиметра. Измерения проводили при длине волны 500 нм. За критерий фазового расслоения принимали резкое возрастание оптической плотности и снижение вязкости раствора.

Увеличение скорости деформации приводит к возрастанию температуры фазового расслоения, причем масштаб этого эффекта зависит от концентрации раствора и, следовательно, от его вязкости. Если для 15%-ного раствора повышение температуры перехода на 30° требует увеличения скорости сдвига на четыре десятичных порядка, то для 30%-ного раствора такой эффект достигается при возрастании скорости деформации в 100 раз.

Научно-исследовательский институт пластмасс НПО "Пластмассы",
г. Москва

ОПИСАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Н.В.Шакиров

Моделирование сдвиговых течений полимерных сред с использованием большинства нелинейных реологических моделей приводит к результатам, хорошо согласующимися с экспериментальными данными. Однако предсказываемые этими моделями продольные вязкости различаются как количественно, так и качественно.

Целью настоящей работы является формулировка уравнения состояния, удовлетворительно описывающего поведение упруговязкой среды при сдвиге и растяжении. При этом это уравнение должно оставаться достаточно простым и пригодным для проведения расчетов технологических процессов. Этого можно достичь, например, обобщая модель Джеффри на большие деформации по Олдройду и предполагая зависимость эффективной вязкости, а также временя релаксации и последействия от второго и третьего инвариантов тензора скоростей деформации:

$$\tau^{ij} + \lambda_1(\bar{II}, \bar{III}) \frac{\delta \tau^{ij}}{\delta t} = 2\eta(\bar{II}, \bar{III}) [\dot{\gamma}^{ij} + \lambda_2(\bar{II}, \bar{III}) \frac{\delta \dot{\gamma}^{ij}}{\delta t}],$$

$$\sigma^{ij} = \tau^{ij} - Pg^{ij}, \quad 2\dot{\gamma}^{ij} = \nabla^i v^j + \nabla^j v^i,$$

где τ^{ij} , $\dot{\gamma}^{ij}$, σ^{ij} - компоненты тензоров напряжений, скоростей деформации и фундаментального метрического; $\delta/\delta t$ - оператор дифференцирования по времени, v^i - компоненты вектора скорости, \bar{II} и \bar{III} - второй и третий инварианты тензора скоростей деформации; η - эффективная вязкость, определяемая из кривой течения; λ_1 и λ_2 - времена релаксации и последействия.

Предлагается методика нахождения λ_1 и λ_2 . Показано, что уравнение состояния удовлетворительно описывает течения растяжения и сдвига.

Институт механики сплошных сред УрО АН СССР
г. Пермь

COMPUTATIONAL ANALYTICAL APPROACH TO INSTABILITY OF
EXTENSIONAL FLOW OF POLYMERIC FLUIDS

HAN SHIFANG

The study of the extensional behaviour of polymer melts has received growing attention during recent 15 years. The main reason for this is that the flow behaviour of polymer melts in economically important processes like fibre spinning, film blowing is governed rather by the elongational than by the shear properties of the melt.

The polymeric fluid is considered as a viscoelastic fluid the flow field of which is given as a multiaxial extensional flow:

$$V_1 = K_1 X_1, \quad V_2 = K_2 X_2, \quad V_3 = K_3 X_3. \quad (1)$$

A new concept "quasi-short memory" is introduced for the polymeric fluids in order to study rheological behaviour of the material. Based on the concept a constitutive equation theory is developed for slightly disturbed extensional flow as following:

$$\Sigma'_1 = \frac{\partial \sigma_1 / \partial k_1}{1 - 4\lambda_0 k_1} (D'_{22} - \frac{\lambda_0}{2} A'_{22}) + \frac{\partial \sigma_1 / \partial k_2}{1 - 4\lambda_0 k_2} (D'_{33} - \frac{\lambda_0}{2} A'_{33}),$$

$$\Sigma'_2 = \frac{\partial \sigma_2 / \partial k_2}{1 - 4\lambda_0 k_2} (D'_{22} - \frac{\lambda_0}{2} A'_{22}) + \frac{\partial \sigma_2 / \partial k_3}{1 - 4\lambda_0 k_3} (D'_{33} - \frac{\lambda_0}{2} A'_{33}), \quad (2)$$

Using the constitutive equation for disturbed flow the instability of multiaxial extensional flow of polymeric fluids has been investigated. A partial differential equation for disturbance amplitude is derived.

The variational approach due Kantorovich is used to solve the equation for disturbance amplitude which is a modified equation of Orr-Sommerfeld type. The partial differential equation of disturbance amplitude is then reduced to system of ordinary differential eqs. for each approximation. Using a computer programm as "Macsyma" based on LISP high approximation of the variational approach can be obtained.

The influence of elasticity of the polymer fluids on instability of the flow is discussed.

Research Lab. of Non-Newtonian Fluid Mech., Chengdu Branch,
Academia Sinica, 610015, Chengdu, Sichuan, China.

A STUDY ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SOME FOOD FLUIDS

HAN SHIFANG AND WANF YUBIN

In the present paper the rheological properties of some food fluids are investigated. We consider fluid-foods such as aqueous solution of konjaku flour, condensate milk, rape-seed oil, honey and sesame oil. All these fluid-foods are of biological polymer, which are in common use for everyday life. The rheological properties of these are of great interest.

In the experimental investigation a capillary viscosimeter with Lauda viscometer and a national rotational viscosimeter are used to determine the viscosity of the fluid-foods.

The experimental results for condensate milk are more interesting the apparent viscosity curves show yield stress for the condensate milk-fluid. The dependence of the apparent viscosity with time shows that the condensate milk is a thixotropic fluid.

The flow curves are shown for the test samples: solution of konjaku flour, condensate milk, rape-seed oil, sesame oil and honey including shear rate dependence, temperature dependence, concentration dependence.

The constitutive laws are discussed for the food materials.

Research Lab. of Non-Newtonian Fluid Mech., Chengdu Branch,
Academia Sinica, 610015, Chengdu, Sichuan, China.

УДК 532.529

ВЛИЯНИЕ ПРИСАДОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ
ПОЛИМЕРОВ

Ю.И. Щаков, Л.Б. Радченко, Шейх Хамуд Аднан

Исследуется реологическое поведение наполненных полимеров, моделируемых разбавленной суспензией жестких сферических частиц с неильтоновской дисперсионной средой. Показано, что добавление частиц в неильтоновскую жидкость не только уменьшает ее поперечную вязкость, но уменьшает также и проявление ее упругого поведения. В качестве модели дисперсионной среды использована жидкость Ривлина - Эриксена.

Приводятся результаты экспериментальных исследований течений наполненных полимеров через экструзионную головку. Эффект уменьшения упругих свойств при добавлении в расплав полимера присадок оценивается по уменьшению разбухания струи полимера при выходе из головки.

Результаты экспериментов используются для определения реологической функции, представляющей в модели Ривлина - Эриксена упругие свойства среды.

Киевский государственный университет

- 222 -

УДК 532.135

РЕО- И МАКРОКИНЕТИКА, ТЕЧЕНИЕ И ТЕПЛООБМЕН ОТВЕРЖДАЮЩИХСЯ
ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

З.П. Щульман, Б.М. Хусид, Э.В. Ивашкевич, В.А. Мансуров
Н.О. Власенко

Исследование влияния реокинетики на гидродинамику и теплообмен полимеризующихся жидкостей необходимы для оценки их свойств в процессе переработки, рационального выбора наиболее эффективных режимов эксплуатации оборудования.

Для этих целей предлагается метод пространственно-временного разделения (ПВР-метод) кинетической и конвективной стадий общего процесса тепломассообмена, базирующегося на строгой макрокинетической модели полимеризации. Объектом исследования служили композиции эпоксидной смолы с аминным и ангидридным отвердителями.

ПВР-метод реализован в установке, позволяющей проводить измерения в двух режимах: при постоянном давлении $\Delta P = \text{const}$ и постоянном расходе $Q = \text{const}$. Кинетическая нестационарная стадия реализуется в резервуаре в строго контролируемых режимах. При помощи макрокинетической модели численными расчетами определялись изменения полей температур, концентраций реагентов и теплоизделий по объему резервуара. Прокачивая частично полимеризованную жидкость через канал, термостатируемый отдельно, определяли влияние реокинетики на конвективный теплообмен.

Макрокинетическая модель реакции отверждения исследовалась на микрокалориметре с программным изменением температуры по специально разработанной методике. С этой целью создана автоматизированная система научных исследований на основе комплекса ИВК-6 с использованием ЭВМ типа СМ 1300 с комплектом аппаратуры КАМАК. В результате исследования определены значения параметров кинетического уравнения отверждения. Получены соотношения для описания гидравлического сопротивления в неизотермическом режиме и конвективного теплообмена. Показано, что для частично отверженной композиции теплообмен на входном термическом участке определяется теми же соотношениями, что и для неильтоновской жидкости.

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова
АН БССР, г. Минск

- 223 -

ДИНАМИКА ПАРОВОЙ ПЛЕНКИ В ПОЛИМЕРНОЙ ЖИДКОСТИ
В БЛИЗИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шульман З.П., Хусид Б.М., Левицкий С.П.,
Сергачева С.А.

Рассмотрена динамика паровой пленки вблизи высокотемпературной поверхности при испарении растворителя из полимерного раствора, нагретого первоначально до температуры насыщения. Полная система уравнений, определяющая процесс, включает уравнение переноса тепла в паре, записанное с использованием лагранжевой координаты; граничные условия сопряжения на подвижной поверхности фазового перехода, учитывающие возможную неравновесность испарения низкомолекулярного компонента; уравнение Флори-Хаггинса для давления пара над раствором и балансовые соотношения для жидкой фазы. Динамика межфазной границы описывается обобщенным уравнением Релея, учитывающим сжимаемость жидкости в квазиакустическом приближении. Найдено численное решение поставленной задачи и детально исследованы эффекты нестационарной диффузии растворителя при росте пленки. Показано, что доля тепла, расходуемого в рассматриваемом процессе на повышение температуры жидкости в тепловом пограничном слое, для полимерного раствора выше, чем для эквивалентной однокомпонентной жидкости. Полученные данные указывают на существенное концентрирование раствора в диффузионном пограничном слое, что является, по-видимому, главной причиной стабилизации пленочного режима кипения добавками полимеров. Проведенное исследование модельной задачи представляет непосредственный интерес в связи с проблемой закалочного охлаждения металлов полимерными жидкостями.

Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова, г. Минск.
Воронежский государственный университет им. Ленинского комсомола

-224-

НЕЛИНЕЙНОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ РЕЗИН

А.Г. Шумская, Л.С. Присос, В.И. Мудрук

Согласно принципу суперпозиции Больцмана, отношение механических потерь за цикл при испытаниях в режиме "двойной трапеции" ($\dot{\epsilon} = 2c$ при $0 \leq t \leq T/4$, $\dot{\epsilon} = 0$ при $T/4 \leq t \leq T/2$, $\dot{\epsilon} = -2c$ при $T/2 \leq t \leq 3T/4$, $\dot{\epsilon} = 0$ при $3T/4 \leq t \leq T$, $\dot{\epsilon}$ — скорость деформации, T — период) к потерям при "пилообразном" режиме нагружения ($\dot{\epsilon} = c$ при $0 \leq t \leq T/2$, $\dot{\epsilon} = -c$ при $T/2 \leq t \leq T$) — К равно 2 для материалов, вязкоупругие свойства которых описываются любым спектром времен релаксации. Это соотношение хорошо выполняется для наполненных резин даже при больших амплитудах деформации, когда связь между напряжением σ и деформацией ϵ заведомо нелинейна, т.е. эти материалы подчиняются квазилинейной теории вязкоупругости.

Для наполненных резин К всегда меньше и обычно лежит в пределах 1,3 + 1,6. В то же время, наполненным резинам за счет размягчения (эффект Маллинза) свойства резко выраженная нелинейная зависимость σ от ϵ . Для выяснения существования зависимости между этими наблюдениями проведен теоретический расчет К для модели с линейной зависимостью σ от ϵ , имитирующей эффект Маллинза. Расчет показал, что нелинейность зависимости σ от ϵ не может служить причиной отклонения К от 2. Этот вывод подтверждается результатами измерений на вулканизатах разных каучуков с различными наполнителями, которые показали, что никакой корреляции между величиной эффекта Маллинза и значениями К не наблюдается.

Из этого следует вывод, что нелинейность динамических свойств наполненных резин имеет более глубокие причины, и их вязкоупругое поведение не может быть описано системой линейных дифференциальных уравнений или линейными интегральными уравнениями.

НИИ чинкой промышленности. Москва.

-225-

УДК 541.64:547.538.141

ИЗУЧЕНИЕ РЕОКИНЕТИКИ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ
ПОЛИСИЛОКСАНА ПОЛИСТИРОЛОМ

Шушунова Н.Ю., Хватова Н.Л., Емельянов Д.Н., Семчиков Ю.Д.

Изучена реология процесса полимеризационного образования дисперсии ПС в среде жидкого полисилоксана.

Показана связь кинетики реакции полимеризации с реологическими свойствами образующейся дисперсии.

В условиях, приводящих к гель-эффекту, возникают аномалии вязкости.

В области начальных и завершающих конверсий образующаяся дисперсия обладает псевдопластичностью: вязкость системы уменьшается с ростом напряжения сдвига. В средней области конверсий от 30 до 70%, отвечающей гель-эффекту, возникает дилатансиya. Показано, что дилатансиya связана с деформацией полимерно-мономерных частиц и приобретением ими анизометричной формы.

Установлено, что реологическое поведение дисперсии, образующейся без гель-эффекта, подобно поведению дисперсии жестких сфер. Деформация полимерно-мономерных частиц не наблюдается.

Научно-исследовательский институт химии
при Горьковском госуниверситете

УДК 678.19.01:539.3;532.135

ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСТОТНОЕ ПРИВЕДЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ
ТЕРМОПРНЫХ ПОЛИМЕРОВ В ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

Э.Э.Якобсон, ..А.Файтельсон

Линейная вязкоупругость сополимера полиэтилентерефталата с оксибензольной кислотой в соотношении 3:7 изучалось в области температур сосуществования кристаллической и жидкокристаллической фаз. В диапазоне частот $0,1 \leq \omega \leq 628 \text{ с}^{-1}$ исследовался комплексный модуль сдвига при температурах 210, 220 и 230°C. Показано, что полученные результаты отображают релаксационные области текучести ($\eta_d > I$), переходную область к высокоэластическому состоянию ($I > \eta_d > \min \eta_d$), высокоэластичность ($\min \eta_d < \eta_d < I$) и начальную переходную область стеклования ($I < \eta_d < \max \eta_d$). Температурно-частотное приведение составляющих комплексного модуля сдвига G' и G'' возможно линейным преобразованием координат, т.е. сдвигом графиков функций $G(\omega)$ и $G''(\omega)$ на $\lg \omega$ вдоль оси частот и $\lg \eta$ вдоль оси модулей, причем знак η в противоположен знаку при реализации температурно-частотного приведения расплавов гибкоцепных полимеров. Последнее объяснено зависимостью соотношения кристаллической и жидкокристаллической фаз от температуры, образованной при 230°C кристаллитами псевдослизиков в жидкокристаллической (нematicеской) матрице.

Большое внимание уделено методическим вопросам: амплитудам деформации δ , обеспечивающим линейность деформирования ($\delta < 6,5\%$); изучено влияние ширины h зазора рабочего узла (установлено, что при $h > 0,1$ мм пристенный эффект для данного сополимера не проявляется; определено влияние термической предистории и установлено, что при температурах 210 и 220°C наблюдается этап структурной релаксации, условный индукционный период и этап медленной термо-деструкции. При 230°C индукционный период практически не выявлен. Измерения при непрерывном нагреве в течение шести часов и повторных циклах нагрева и охлаждения позволяют утверждать о возможности многократной переработки сополимера без существенного изменения его реологических свойств. Совпадение функций $\eta_d(\delta)$ и $\eta_d''(\omega)$ в областях $\delta = \delta_{\text{кр}}$ позволяет предположить одинаковую молекулярную ориентацию при стационарном течении и при периодическом виге.

Институт механики полимеров АН Латв.ССР

С о д е р ж а н и е

Асада Т.	
Механизм деформации и течения полимерных жидкких кристаллов	3
Я.Иванов.	
Реология высоконаполненных полимерных систем	4
В.М.Ейтсов.	
Интенсивные течения упругих жидкостей: реология и гидродинамика	6
В.Г.Куличихин.	
Реология и структура жидкокристаллических полимеров	7
А.Я.Малкин. 60-25 что дальше?	
(Этапы развития реологии в СССР)	8
Р.Маруччи.	
	9
И.Мейсснер.	
Вклад в реологию расплавов полимеров	10
К.Петри.	
Интерпретация экспериментальных результатов по продольной вязкости: их теоретический анализ	12
Н.Б.Урьев.	
Проблема реологии структурированных дисперсных систем	14
Г.Б.Фрайттер, Ю.Ф.Лейнега.	
Г.В.Виноградов и современные проблемы реологии пластичных дисперсных систем (ПДС)	15
А.Д.Агабалов.	
Реокинетика масло- и саженаполненных композиций на основе поликсипропилена	16
С.И.Алейников.	
Численное исследование неизотермической реодинамики и кинетики отверждения для сдвиговых потоков неильтоновской жидкости	17
Н.А.Алешин.	
Исследование влияния поверхностно-активных веществ на реологические свойства высококонцентрированной суспензии алюминиевого порошка в керосине	18
Ю.А.Алтухов, В.И.Попов.	
Теплообмен при пульсирующем режиме течения полимерных жидкостей в круглой трубе	19
В.М.Архипов.	
Численное решение задачи о течении вязкоупругой жидкости в плоском канале	20

В.М.Архипов, О.И.Скульский.	
Численное моделирование течения вязкоупругой жидкости в винтовом канале шнек-пресса	21
В.Е.Бабенко, В.Н.Крутин, В.В.Сугак.	
Об импедансе вязкоупругой среды, нагружающем колеблющуюся осесимметричную пластину	22
А.В.Базилевский, А.Н.Рожков.	
Об упругих напряжениях в нитях растворов полимеров	23
А.В.Базилевский, И.М.Лернер, А.Н.Рожков.	
Физический механизм распада нитей полимерных растворов	24
Р.З.Бакиров, С.Н.Михайлов, Д.М.Мухаметгалеев.	
К оценке сложнопроявленного состояния расплавов полимеров	25
В.А.Балашов, Л.А.Кондакова.	
Обобщенное уравнение фильтрации для вязких и неильтоновских жидкостей	26
В.В.Баранчева, В.В.Должиков, Ю.П.Кожевников.	
Реологический подход к оценке кинетики отверждения химических волокон	27
Г.М.Бартенев.	
Релаксационные механизмы вязкости и микровязкости полимеров	28
Б.Бебенек.	
Поведение снижающих турбулентность растворов катионных поверхностно-активных веществ	29
С.Ю.Бедов, В.В.Мясоедова.	
Особенности фазового равновесия при течении в растворах триацетата целлюлозы	30
Ю.П.Белоусов, Л.Б.Коваль.	
Об особенностях деградации растворов пометилсиликсанов	31
С.И.Белоусов, Ю.К.Годовский, Р.Р.Ширшина, Ю.В.Кузьмина.	
Некоторые аспекты поведения при смешении в расплаве и течение композиции на основе поликарбоната и жидкокристаллического полизэфира	32
Ю.П.Белоусов, В.Д.Зарочинцева.	
Гидродинамические свойства растворов поли-1,2-диметил-5-винил пиридинийметилсульфата	33
Г.В.Бережная, Л.Б.Чистяков.	
Новая ступень в совершенствовании экструзионного оборудования	34
И.К.Березин.	
Моделирование процессов литьевого формования на ЭВМ.	35

И.К.Березин, А.Е.Ковалев.	
Определение прочности на поверхностный разрыв вязкопластического материала	36
В.В.Богданов, Б.А.Клоунг, В.П.Бритов, Б.Л.Смирнов.	
Регулирование реологических и эксплуатационных свойств изопренового каучука в условиях интенсивного смешения	37
С.П.Болотинцева, Е.П.Андреева.	
Реологические особенности сопряженных дисперсных структур в системах целлюлоза-наполнитель	38
Е.К.Борисенкова, Н.А.Платэ.	
Обобщенная характеристика вязкости расплавов смесей полимеров И.П.Бородин, Т.Н.Хазанович.	39
Двухжидкостная гидродинамика разбавленных полимерных растворов Браверман Л.П., Платонов В.А., Белинская А.Г., Ермолова Н.Н., Дмитриева Л.Д.	40
Реологические свойства и фазовое равновесие жидкокристаллических растворов поли(бензо/1,2-4,5) оис-тиазол-2,6-диил-1,4-фенилен) а	41
О.Д.Бражник.	
Релаксационные процессы в растворах стержнеобразных макромолекул	42
И.П.Бриедис, Т.Г.Тетерис.	
Оценка текучести расплава термопласта с гибридным наполнителем Ю.А.Бужман, Ю.И.Гупало, А.Ц.Матевосян, А.Н.Прокунин.	43
Движение одиночных частиц по наклонным трубам в неильтоновской жидкости	44
Л.М.Бучацкий, А.М.Столин, Ш.Н.Надрин.	
Реометр сжатия для определения реологических свойств пористых материалов	45
Валещак Н.Я., Северьянова М.А., Кербер И.Л., Прошкина Н.Л.	
Реологические и вязкоупругие свойства ударопрочного полиэтилена А.В.Васин, А.В.Тутыхин, Э.В.Фрончек, В.А.Рожков.	46
Реологические свойства полимерных композиций на основе сополимера 2-метил-5-винилтетразола с метакриловой кислотой	47
А.Ф.Васина, С.М.Иоффе, А.Д.Зимон, В.В.Гусов.	
Особенности реологического поведения хлебного теста, содержащего пищевые добавки	48
С.В.Васильева, И.А.Литвинов, И.И.Добросол, И.Л.Парсаян, А.В.Симаков, В.Х.Стрелец.	
Реология и морфология смесей, содержащих термотропный ПК-полиэфир	49
Васильева Н.В., Голова Л.К., Тур Д.Р., Папков С.П.	
Особенности реологического поведения растворов поли-бис(три-фторэтокси)фрефазена	50
Н.В.Васильева, Л.Я.Тиканова, В.А.Платонов, А.В.Воложина.	
Реологические свойства и фазовые состояния сернокислотных растворов на основе ароматических полиамидов	51
В.В.Вачевских, В.И.Лапицкий, С.А.Трусов, Н.В.Тябин.	
Течение неильтоновской жидкости в горизонтальном вращающемся цилиндре с учетом пристеночного скольжения	52
С.Г.Власенко, А.Н.Громов, В.Н.Разуваев.	
Механические свойства гелей на основе водных растворов поливинилового спирта	53
В.С.Волков.	
Об анизотропии давления в нематических жидких кристаллах	54
С.И.Вольсон, М.Г.Карп, А.Н.Грищенко.	
Реология и особенности переработки эластомерных композиций при высоких скоростях сдвига	55
С.А.Вульман, Ю.П.Листрова, Т.Д.Семыкина.	
Об использовании смешанного вариационного принципа при определении методом конечных элементов напряженного и деформированного состояний вязко-пластических тел	56
Ю.А.Гамлицкий.	
Численное моделирование вязкоупругого поведения полимерных систем методом стохастической динамики	57
И.П.Гетманчук, Ю.С.Липатов, В.Ф.Шумский.	
Реологические и механические свойства наполненных жидкокристаллических полимеров	58
А.И.Голубицкий, С.Ф.Онегин.	
Расчет характеристик течений высоковязких неильтоновских сред в процессах формования методом конечных элементов	59
В.Л.Городцов.	
Медленное горизонтальное растекание полимерных жидкостей в стесненных условиях	60
Н.И.Гольбина, Ю.А.Бужман, И.В.Косаревич, А.С.Матевосян, Н.А.Покрывайло, В.И.Рогатин.	
Влияние синтетических и природных органогенных добавок на снижение турбулентного трения в соосно-цилиндрических ротационных системах	61

М.Я.Гойхман, М.М.Котон, Л.С.Болотникова, А.В.Грибанов, В.В.Кудрявцев, Ю.Н.Панов, В.М.Светличный.	
Реокинетический и ЯМР анализ процесса перевращения фотополимерных связующих на основе диангидридов тетракарбоновых кислот и диецтильных производных диаминов	62
И.Ю.Горбунова, И.Л.Кербер, Е.П.Момот.	
Реокинетика отверждения эпоксидных клеевых композиций	63
Ю.Ф.Дейнега, В.Р.Эстрел	
К теории электрореологического эффекта	64
В.Н.Демитев, В.Ф.Наумов.	
Реологические свойства водных дисперсий редкосшитой полиакриловой кислоты	65
Э.А.Джавадян, Т.И.Пономарева, В.И.Иржак, Б.А.Розенберг.	
Реокинетика отверждения волокнистых композитов	66
Е.А.Дзюра, Л.И.Волченок.	
Реологические свойства и реокинетика вулканизации резино-волокнистых композитов.....	67
З.Т.Дмитриева, Л.Д.Тихонова, Н.Г.Межибор.	
Реологические свойства растворов политетрафенилборатов лития	68
Т.И.Добренко, А.Е.Чалых, Н.И.Морозова, В.Б.Бусыгин.	
Реологические свойства эпоксидных олигомеров	69
А.А.Лонской, В.А.Шершнев, В.Д.Юловская.	
Исследование реологических характеристик в течение индукционного периода процесса вулканизации эластомеров	70
О.Р.Лорняк.	
Моделирование гидродинамических переходных процессов в тиксотропных системах.	71
В.Е.Древаль, Е.В.Котова, В.В.Зуев, П.И.Хохлов, И.А.Волегова.	
Реологические и структурные особенности термотропных жидкокристаллических гомо- и сополимеров	72
Л.И.Дремка, В.С.Волков.	
Динамика макромолекул в одноосной анизотропной жидкости и реология нематических полимеров	73
Л.Г.Дубинина, Л.Н.Пахомова, В.П.Рябов, Г.Г.Кардаш, Л.И.Хомутов.	
Реологические и структурные особенности растворов СП ММА-МАК в присутствии низкомолекулярных компонентов СГУ	74
М.Р.Лубинский, О.Ю.Сабсай.	
Течение вязкоупругих жидкостей в пакетах фильтрующих сеток.	75
Д.Д.Дульцева, А.Л.Суворов, Г.И.Овчинникова, С.А.Вщиков, Н.Ю.Ежова.	
Реологические исследования эпоксиднотитаниполиэфирных композиций.	76
С.Д.Евменов, И.Н.Бирюкова.	
Реологическое поведение модифицированных вторичных полимеров.	77
А.К.Евсеев, Л.С.Болотникова, Л.И.Кущенко.	
Сравнительное изучение реологического поведения анизотропных и изотропных расплавов оксиэтилцианэтилцеллюлозы при сдвиговом и продольном деформировании.....	78
А.К.Евсеев, Л.С.Болотникова, Г.С.Мидаминов , Э.Н.Панов.	
Особенности реологического поведения расплавов термотропного жидкокристаллического полиэфира при продольном деформировании.	79
В.М.Ентов, А.Л.Ярин.	
Капельно-поточный распад полимерных струй и связанные с ним явления	80
М.А.Ерина, Л.В.Компаниец, Прут Э.В.	
Критические режимы пластического течения изотактического полипропилена	81
В.К.Жданюк.	
Исследование реологических свойств каменноугольных дегтей в процессе вибрации	82
Н.В.Жилкина, Ю.П.Ларин, В.М.Воробьев.	
Исследование влияния γ -излучения на вязкоупругие свойства ПЭ-ПП смесей	83
М.П.Забугина, И.Л.Парсамян, И.А.Литвинов, А.Ю.Билибин, И.А.Волегова.	
Реология смесей жидкокристаллических полимеров.....	84
В.К.Забукас.	
Течение жидких мономеров через пористые перегородки различных каркасных материалов.....	85
В.Н.Задворных, А.И.Литвинов, А.П.Масляков, А.Г.Соколов, Е.В.Чижонков.	
Численный расчет течения неильтоновской жидкости в коверне Кольцевого канала с подвижными стенками	
Задорин А.Н., Борисенкова Е.К., Кузьмин Н.Н., Куличихин В.Г., Тур Л.Р., Фрейдсон Е.С., Антипов Е.И.	
Особенности структурно-реологического изучения некоторых полифосфазенов	87
Зылыкин Д.В., Юрьев В.И., Толстогузов Б.Б.	
Структура текстуратов, полученных термопластичной экструзией белков, полисахаридов и их смесей; ее деформирование и связь	

со свойствами текстуратов	
Г.М.Зачиняев, А.П.Кондратов, В.П.Григорьев.	
Релаксационные процессы в пленках сополимерах ТФХЭ и ВДФ различного строения	89
В.Е.Згаевский.	
Теоретическое описание вязкости концентрированных суспензий на основе трехмерной упорядоченной модели	90
А.Д.Зимон, А.Ф.Васина, С.М.Иоффе.	
Реология и адгезия теста	91
О.И.Зиновьев, Г.П.Лось, И.И.Скородов.	
Аппаратура для непрерывного контроля за реологическими свойствами различных систем	92
В.А.Золотарев.	
О выборе технологических параметров производства асфальтовых систем	93
Я.Д.Золотоносов, Г.А.Перепелицын, Г.В.Рябчук, Г.Н.Марченко.	
Экструзионно-центробежные грануляторы с оптимальной формой проточной части	94
Р.Г.Ибрагимов, Ф.Г.Шайхаев, Ф.А.Гарибуллин.	
Гидродинамика newtonовских жидкостей при мембранным разделении	95
В.А.Извозчикова, И.Н.Рэзинская, Е.П.Штаркман.	
Вязкостные свойства ПММА в присутствии малых количеств фосфатов.	96
В.А.Иванов.	
Сила сопротивления сферы, движущейся в newtonовской жидкости	97
В.Я.Кабо, В.П.Будтов, В.А.Масляников, Л.А.Ицкович.	
Реология разбавленных и умеренно-концентрированных растворов полизелектролитов	98
В.Н.Калашников, А.В.Карлов.	
Закономерности возникновения эластической турбулентности при течении разбавленных полимерных растворов по трубкам	99
В.Н.Калашников, М.Г.Циклаури.	
О динамическом двойном лучепреломлении растворов полимеров.	100
Э.Л.Калинчев, М.Б.Саковцева.	
Регулирование реологических свойств для управления перерабатываемостью полимерных материалов	101
Р.А.Камский.	
Герметизированный измерительный узел ротационного вискозиметра.	102

М.Г.Карп, С.И.Вольфсон, А.Д.Хусаинов, Л.В.Левинзон.	
Реологические свойства композиций на основе каучуков и полистирилена	103
Б.Э.Кашевский, В.И.Кордонский, И.В.Прохоров.	
Реология магнитных суспензий с активной несущей средой	104
Дж.Кемпе, Д.Сойфер, А.Мюллер, М.Ласке.	
Реология высококонцентрированных суспензий в процессах переработки угля	105
А.П.Киселев, А.В.Альмов, Л.Д.Фролова, А.В.Питерский.	
Реологические методы и приборы для оценки литьевых свойств суперконструкционных полимеров	106
Клименко Е.Т.	
Математическое описание зависимости вязкости растворов дефинированных масел от температуры и концентрации	107
А.Е.Ковалев.	
Определение реологических параметров newtonовской жидкости с начальной вязкостью	108
Е.Ф.Кожанов, Н.М.Рухлядева, В.Н.Красовский, Е.Ф.Кутузов, К.Колерт.	
Течение упруго-вязких сред в валковом зазоре с использованием профилей различной геометрии	109
К.Колерт, Э.О.Регер.	
Анализ условий деформации полимеров в зазоре валков каландра.	110
Ю.К.Кокорин.	
Реология неразбавленных линейных полимеров с зацеплениями	111
А.П.Кондратов, В.Н.Манин.	
Изменение реологии полимеров в процессе сорбции жидкой среды	112
В.И.Кордонский, И.В.Прохоров, С.Р.Городкин, В.Глеб.	
Магнитореологическое управление процессом обработки поверхности.	113
Б.А.Комаров, Т.А.Анискина, Б.А.Розенберг.	
Реология высоконаполненных суспензий в олигомерных системах	114
Е.В.Коробко, З.П.Шульман, Б.Н.Королев, И.В.Бкович.	
Временной фактор в реологии электрочувствительных суспензий	115
М.В.Косичкина, С.С.Николенко, Н.А.Богомолова, Ю.А.Гамлицкий.	
Трехфазная модель для описания нелинейных вязкоупругих свойств наполненных эластомеров	116
В.Н.Коротков, Ю.А.Чеканов, Б.А.Розенберг.	
Моделирование отверждения сетчатого полимера в поле механических напряжений	117

Е.Г.Коган, Н.И.Кручинин, Егорушкина З.Ф., Борисенко Л.А.	
Особенности реологического поведения расплавов поликарбосиликонов.	II8
П.С.Кропивянский.	
Определение граничных напряжений реологической кривой течения.	II9
Кручинин Н.Л., Грехова Е.В., Серков А.Т., Медведев В.А., Спирога Т.А.	
Области устойчивого течения высококонцентрированных поликарилонитрильных растворов	I20
С.В.Кряжевских.	
Исследование течений жидкости с реокинетическими особенностями в осесимметричном канале сложной формы	I21
С.Г.Куличихин, А.Я.Малкин,	
Реодинамика. Проблемы и перспективы	I22
М.К.Курбаналиев, Р.Т.Кадыров, Х.И.Абдуллаев.	
Влияние жидких сред на деформационно-прочностные и реологические свойства бутадиен-стирольного сополимера	I23
М.К.Курбаналиев, Х.Хабибуллаев, М.Х.Эгамов.	
Влияния режима растяжения на надмолекулярную структуру цис-1,4-полиизопрена.....	I24
И.А.Лацыгин, Н.В.Чалышева, И.И.Скороходов, А.Б.Полеес, С.Р.Нанушьян.....	
Реокинетические закономерности полимеризации кремнийорганических композиций	I25
И.Я.Ладыжинский.	
Вязкость суспензий обратимо агрегирующих частиц – два режима температурно-концентрационных зависимостей	I26
М.Г.Лака, М.Я.Иоелович.	
Влияние щелочной и кислотной обработки целлюлозы на реологические свойства ее суспензий	I27
И.М.Лефедев.	
О снижении трения в эмульсиях	I28
С.П.Левицкий.	
Диффузионные и релаксационные эффекты при росте паровых пузырьков и пленок в полимерных растворах	I29
Е.А.Листров.	
Вискозиметры с реоэлектрическим двигателем для измерения характеристик полимеров	I30
А.Т.Листров, О.А. Тужикова.	
Инвариантно-групповые свойства некоторых реологических уравнений полимерных жидкостей.....	I31

И.И.Лиштван, И.В.Косаревич, А.Д.Маценуро.	
Особенности реологического поведения сапропелей и торфа.	I32
М.М.Лернер, В.Я.Кабо.	
Реология полимерных композиций в процессах нефтедобычи.	I33
М.С.Луцкий.	
О реологических критериях экструдируемости эластомеров.	I34
М.С.Луцкий, В.П.Протасов, А.Х.Мирджанов.	
Поляризационно-оптическое исследование течения полизобутилена при наличии гидродинамических сопротивлений.	I35
С.А.Любартович, Ю.М.Щербаков, Г.Л.Мануйлова, Л.В.Разливаева	
О.Б.Третьяков.	
Реологические свойства олигомерных продуктов на различных стадиях реакционного формования и вторичной переработки полиуретанов	I36
В.А.Мазур, А.З.Бошков.	
Прогнозирование фазового поведения растворов макромолекул.	I37
С.Н.Малышев, Ф.Г.Шайхиев, Ф.А.Гарибуллин.	
Взаимодействие вязкой капли, лежащей на мемbrane с потоком неньютоновской жидкости.....	I38
В.В.Маярь.	
Дилатометрические характеристики битума в области стеклования	I39
В.Н.Манжай.	
Турбореометрическое исследование разбавленных растворов полимеров	I40
А.П.Масляков.	
Экспериментальные исследования течения буровых растворов в каналах сплошной геометрии	I41
К.Майннер, Б.Польтерсдорф.	
Реовинетическое исследование термомеханической деструкции полиэтилена	I42
З.Матрас.	
Предсказание давления давлений при течении по трубам полимерных растворов, снижающих турбулентность	I43
С.М.Межиковский, Е.И.Васильченко.	
Аномальная концентрационная зависимость вязкости в каучук-олигомерных системах. Причины отклонения эксперимента от теории	I44

М.Х.Мирджанов, В.Г.Куличихин.	
Структурно-реологические особенности получения волокон из растворов сверхвысокомолекулярного полиэтилена	145
Ю.Л.Мирошников, В.В.Ульянов.	
Течение смесей полимеров с коаксиальной фазой структурой в присутствии различных межфазных добавок	146
С.Н.Михайлов, Р.З.Бакиров, Д.М.Мухаметгалиев.	
Течение вязко-упругой жидкости с нелинейным упругим потенциалом в каналах сложной формы	147
А.С.Морозов.	
Сопоставление сдвиговых напряжений при деформации упруго-вязких систем с данными динамических измерений	148
Е.М.Морозова.	
Реологическая оценка состояния полимеризующейся композиции в адсорбционно-диффузионном слое	149
Е.М.Морозова, Е.Л.Ергунова, М.А.Морозов.	
Деформация полимерной матрицы при оценке прочностных характеристики армированных композитов	150
Д.М.Мухаметгалиев, С.Н.Михайлов, Р.З.Бакиров, М.Л.Фридман.	
Использование метода оптимизации при определении констант реологического уравнения состояния.....	151
Л.И.Мясникова, Н.В.Волкова, Н.В.Рябоконь, В.В.Медведева,	
А.С.Маринин, В.И.Давыдова.	
Влияние способа получения и модификации натрий-карбоксиметилцеллюлозы на вязкостные свойства водных растворов	152
В.Ф.Наумов, В.Н.Демишев.	
Особенности реологических свойств ферромагнитных паст	
<i>γ-Fe₂O₃</i>	153
С.Н.Никоноров, А.Н.Стрельчихина.	
Капиллярный вискозиметр для непрерывного измерения реологических свойств вязких масс в технологическом потоке.....	154
Ф.Д.Овчаренко, П.Ф.Овчинников, В.Ю.Третинник.	
О методах описания реологических кривых	155
П.Ф.Овчинников.	
Роль статистических законов распределения в построении реологических и вибреореологических уравнений	156
Л.А.Одинцова, Л.И.Голишникова.	
Реологические свойства ионо-сшитых полимеров	157
В.А.Оптов, О.Ю.Сассай. Вязкоупругие свойства наполненного I,2-полиоутадиена при сдвиге и растяжении	158
Н.Г.Паверман, Р.А.Лашиев, Э.И.Таничева, Т.Л.Зайцева.	
Реологические и технологические свойства смесей полмолецинов для кабельной промышленности	159
Г.В.Пышнограй, В.Н.Покровский.	
Нелинейные нестационарные эффекты в теории вязкоупругости линейных полимеров на примере установления напряжений при простом сдвиге	160
С.А.Патлахан, В.Б.Андрейченко.	
Статистическая теория вязкости концентрированных суспензий.....	161
Е.А.Пашковский, Т.Г.Литъяна.	
Вращательная вязкость растворов мезогенного полимера в низкомолекулярном нематическом растворителе: влияния степени полимеризации и температуры.....	162
А.З.Петросян, Г.Р.Мкртчян, Л.В.Софьян.	
Реологические спектры низконапорного литьевого формирования.....	163
Г.А.Перепелицын, Я.Д.Золотносов, П.В.Рябочук, В.П.Ремнев.	
Течение неиньютоновской жидкости во вращающемся криволинейном конвергентном канале.....	164
Г.А.Перепелицын, Я.Д.Золотносов, П.В.Рябочук, В.П.Ремнев.	
Развитие течения неиньютоновской жидкости во вращающейся цилиндрической трубе	165
Г.Г.Пилинкевич, Т.И.Писаренко, В.С.Гришин.	
Регулирование реологических свойств резиновых смесей, содержащих кремнекислотный наполнитель.....	166
Т.И.Писаренко, Е.А.Ельшевская, В.И.Скок.	
Особенности реологического поведения ненаполненных и наполненных резиновых смесей, содержащих поверхностно-активные вещества.....	167
Е.П.Плотникова, М.А.Рогунова, Р.В.Тальцове.	
Особенности реологического поведения гребнеобразных нематических полимеров.....	168
И.Л.Повх, Павелко М.М., Каверина Г.В.	
Влияние природы дисперсионной среды и температуры на текучесть суспензий водорасторимых полимеров	169
В.Г.Погреоняк, Н.В.Наумчук, В.Н.Макогон, Т.В.Выжкина, Твердохлебо	
С.В.Динамическое поведение растворов полимеров, снижающих турбулентное трение, при течении со сдвигом и растяжением.....	170
Н.А.Покрывайл, Е.В.Каордина, И.И.Гольбина.	
Реодинамика и турбулентный массообмен в ротационных устройствах	171

А.И.Пономарчук.	
Заполнение сложных пресс-форм жидкостью второго порядка.	172
Е.Ю.Полушкин, В.Г.Куличихин.	
Реологическое и структурное исследование термотропных ароматических полизэфиров	173
А.А.Поляков, Л.Л.Сульженико.	
Особенности реологического поведения полиэтилена высокой плотности и его смесей с восками в интервале температур плавления	174
Л.С.Присс.	
Уточненный принцип температурно-временного приведения.....	175
Б.В.Радужкевич, Белякова Н.В., Поливода Н.Д.	
Реологические свойства аморфных полимеров для оптических волокон	176
З.Р.Раджабов, С.В.Бубмен, И.В.Разумовская, В.Е.Древаль.	
Влияние внешнего электрического поля на релаксационные свойства термотропных жидкокристаллических полимеров.....	177
А.Б.Раухваргер, М.Е.Соловьев, В.И.Ирjak.	
Реология эластомеров с перестраивающейся надмолекулярной организацией	178
Регер Э.О., Шнаубель Р.	
Экспериментальное определение и идентификация эффектов стенки.	179
Н.М.Резанова, Л.А.Брызгина, М.В.Цобренко.	
Особенности реологических свойств расплавов смесей полимеров со специфическим взаимодействием на границе раздела фаз.	180
А.С.Реугов, И.И.Мирошникова, Н.С.Китаева, А.И.Михальский, В.Т.Минаков.	
Реологические свойства реакционных систем на основе кремний-органических олигомеров	181
Л.З.Роговина, В.Г.Васильев .	
Реологическое изучение процессов гелеобразования при взаимодействии поликариламида с ионами металлов.....	182
В.Г.Ростиашвили.	
Динамическая теория полимерного расплава: рентген как динамический фазовый переход.....	183
Т.А.Роговский, О.В.Россинин.	
Моделирование турбулентного течения неильтоновских жидкостей.	184
Т.А.Роговский, О.В.Россинин.	
Исследование многопараметрических моделей реологических уравнений состояния неильтоновских жидкостей	185
А.В.Савицкий, И.А.Горшкова.	
Термомеханический анализ полимерных растворов	186
А.В.Савицкий, Н.П.Окромчедидзе, Н.В.Лукашева, И.А.Горшкова	
Оценка молекулярных характеристик полимеров по измерениям предомости	187
Салина З.И., Петракова Е.В., Севрук В.Д., Дубинский М.Б., Ахорттор И.В.	
Сдвиговое и продольное деформирование расплавов легированного полипропилена	188
В.А.Самойлов, И.И.Фелипчук.	
Практические вопросы неизотермического течения вязких жидкостей в каналах литниковых систем форм	189
С.Д.Саркисов, Л.А.Файтельсон.	
К микро- и макрореологии водонефтяных эмульсий	190
З.Ф.Сафиуллов, Н.З.Мингалеев, И.Г.Давлетбазев, Р.Б.Галеева, В.Г.Хозин.	
Влияние низкочастотных акустических колебаний на реологию полимерных материалов	191
А.С.Серов, О.В.Угрецова, Е.А.Ильина, Б.С.Гришин.	
Прогнозирование перерабатываемости эластомеров	192
А.Н.Семенов, А.В.Субботин.	
Теория смектических фаз в расплаве линейных блок-сополимеров, содержащих жесткие и гибкие фрагменты	193
Л.С.Стельмах.	
Реодинамика выдавливания горячих порошковых материалов	194
А.М.Столин, Н.Н.Жиляева.	
К теории прессования вязких сжимаемых материалов	195
А.Н.Стрелюхина, С.Н.Никоноров.	
Реологические свойства макронного теста и их изменения в процессе формования	196
Л.Б.Строганов, Е.В.Киреев, М.А.Рогунова, С.Г.Костромин, В.Л.Шибаев.	
Измерение вращательной вязкости жидкокристаллических полимеров методом широкополосной ПМР спектроскопии	197
Сучков В.В., Попелло Н.А.	
Фазовое состояние системы легумин кормовых бобов-хлористый натрий-вода	198
В.Н.Сысоев, В.Н.Задворных.	
Особенности неизотермического течения вязкоупругой жидкости между дисками	199

Е.Ю.Таран, Ю.В.Придатченко.	
Реологическое поведение разбавленных суспензий жестких ассоциированных частиц	200
В.К.Тараненко.	
Влияние размера и формы частиц дисперсного наполнителя на физико-механические свойства наполненных систем	201
Н.А.Татарников, В.Г.Любашевская, Л.Р.Гинзбург.	
Методология определения реологических характеристик резиновых смесей при расчете технологического процесса экструзии	202
А.Е.Тейшев, А.Я.Малкин.	
О связи кривых релаксации и ползучести полимеров в области линейной вязкоупругости	203
Т.Г.Тетерис, И.Л.Бриедис.	
Определение наступления эластической турбулентности по профилограммам поверхности экструдата	204
Г.Н.Тимофеева, И.В.Федусенко, В.П.Лозачева.	
Вязкость ацетоно-водных растворов ацетатов целлюлозы, модифицированных растворителями, образующими ЖК-фазу с полимером.	205
М.И.Токарь, В.М.Кузнецова, Е.И.Васильченко, С.М.Макиковский.	
Особенности реологического поведения олигоэфиракрилатов в присутствии микроколичеств олигомерных добавок	206
К.К.Трилисский, В.Ф.Сироклин, П.П.Сенчуков.	
Новые методы оценки эксплуатационных характеристик пластичных смазок по их вязкоупругим свойствам	207
Н.В.Тябин, М.А.Магницкая, Н.С.Шиботов.	
Течение полимерных материалов в осесимметричном канале при переменных режимах трения	208
Н.Б.Урьев, Я.Мевис, Г.Н.Урьева.	
Взаимосвязь контактных взаимодействий и структурно-реологических характеристик порошков и суспензий в процессе объемоизменения.....	209
Н.Б.Урьев, И.С.Дубинин, Л.В.Трофимова.	
Оптимизация реологических свойств коллоидных полимерцементных растворов для гидроизоляции и антикоррозионной защиты трубопроводов	211
Н.А.Федякова, З.Б.Комарова, С.В.Фомина.	
Конформационный полиморфизм и реология растворов ацетатов целлюлозы	212
Б.П.Филипенко.	
Течение белковых дисперсных систем	213
Э.И.Френкин, Е.И.Антипов, Г.И.Москалева.	
Влияние высоких давлений на процесс формирования мезофазы в гибкоцепных полимерах	214
И.Г.Хаметова, В.С.Ким.	
Реологический анализ деструкции расплавов полимеров.....	215
Е.Ф.Харченко, И.Ф.Худошев.	
Особенности деформирования гибо- и жесткоцепных волокон....	216
А.А.Шагарова, Э.И.Уютова, Н.В.Тябин.	
Течение аномально-вязкой жидкости в коническом канале при полном скольжении на одной из стенок	217
Г.К.Шамболова, С.Г.Куличихин.	
Влияние реологических факторов на фазовые переходы в системе полимер-растворитель	218
Н.В.Шакиров.	
Описание реологических свойств полимерных жидкостей.....	219
Хан Шифанг.	
Компьютерно-аналитический подход к нестабильности продольного течения полимерных жидкостей	220
Хан Шифанг, Ванг Юбин.	
Исследование реологических свойств некоторых жидких пищевых продуктов	221
Ю.И.Шмаков, Л.Е.Радченко, Шейх Хамуд Аднан.	
Влияние присадок на реологические свойства расплавов полимеров	222
З.П.Шульман, Б.М.Хусид, Э.В.Ивашкевич, В.А.Мансуров, Н.О.Власенко.	
Рео- и макрокинетика, течение и теплообмен отверждющихся эпоксидных композиций	223
З.П.Шульман, Б.М.Хусид, С.П.Левицкий, С.А.Сергачева.	
Динамика паровой пленки в полимерной жидкости вблизи высокотемпературной поверхности.....	224
А.Г.Шумская, Л.С.Присс, В.И.Мудрук.	
Нелинейность динамических свойств наполненных резин	225

Н.Ю.Шушунова, Н.Л.Хватова, Д.Н.Емельянов, Ю.Д.Семчиков, Изучение реокинетики полимеризационного наполнения полисилоксана поли-тиролом	226
Э.Э.Якобсон, Л.А.Файтельсон. Температурно-частотное приведение вязкоупругости термотропных полимеров в жидкокристаллическом состоянии	227

CONTENTS

T.Asada. Rheo-Optical Studies on the Deformation-Flow Mechanisms of Polymeric Liquid Crystals.....	3
Ya.Ivanov. On the Microrheology of Short Filled Polymers...	4
V.M.Entov. Intensive Flow of Elastic Fluids:Rheology and Hydrodynamics.....	6
V.G.Kulichikhin. Rheology and Structure of Liquid Crystal Polymers.....	7
A.Ya.Malkin. 60-25 -Where are we going to...(Stages of Development of Soviet Rheology).....	8
P.Marrucci. Theoretical Results on the Rheology of Rodlike Polymer Nematics.....	9
J.Meissner. Contributions to Polymer Melt Rheometry.....	10
C.J.S.Petrie's Interpretation of Extensional Viscosity Experiments:the Contribution of Theoretical Analysis...	12
N.B.Ur'ev.Rheology of the Structurated Disperse Systems....	14
G.B.Froishteter,Yu.F.Deinega. G.V.Vinogradov and Modern Rheological Problems of the Plastic Disperse Systems.....	15
A.D.Agibalov. Rheokinetics of Oil-and Carbon-Black Filled Composites on the Base of Polyoxypropylene.....	16
S.M.Aleynikov. Numerical Investigation of Nonisothermal Theodynamics and Kinetics of Curing for Shear Flow of Non-Newtonian Liquid.....	17
M.A.Aleshin. Investigation of Surface Active Substances Influence on Rheological Properties of Aluminium Powder in Kerosene High Concentrated Suspension...	18
Yu.A.Altukhov, V.I.Popov. Heat Transfer in Pulsation Flow Regime of Polymeric Liquids in Circular Tube.....	19
V.M.Arkhipov. Numerical Solution of Flow of the Viscoelastic Liquid in Flat Channel.....	20
V.M.Arkhipov, O.I.Skulsky. Numerical Simulation of Viscoelastic Liquid Flow in Spiral Channel.....	21
V.E.Babenko, V.N.Krutin, V.V.Sugak. About Viscoelastic Media Impedance Loading Vibrating Axisymmetric Plate.....	22
A.V.Bazilevsky, A.N.Rozhkov. About Elastic Stresses in Polymer Solutions Jets.....	23

A.V.Bazilevsky, M.M.Serner, A.N.Roshkov. Physical Mechanism of Desintegration of Polymer Solutions Jets.....	24	E.K.Borisenkova, N.A.Platé. Generalized Characteristics of Polymer Blend Melts Viscosity.....	39
R.Z.Bakirov, S.N.Mikhailov, D.M.Mukhametgaleev. Estimation of the Complex Stressed State of Polymer Melts.....	25	I.P.Borodin, T.N.Khazanovitch. Bifluid Hydrodynamics of Diluted Polymer Solutions.....	40
V.A.Balashov, L.A.Kondakova. Generalized Filtration Equation for Viscous and Non-Newtonian Liquids.....	26	L.P.Braverman, V.A.Platonov, A.G.Belinskaya, N.P.Ermolina, L.P.Dmitrieva. Rheological Properties and Phase Equilibria in Liquid Crystal Solutions of Poly(Benzo)1,2-D:4,5-d'(Bis-Thiazole-2,6-Diy1,4-Phenylene)	41
V.V.Barancheeva, V.B.Dolzhikov, Yu.P.Kozhevnikov. Rheological Approach to the Estimation of Chemical Fibers Solidification Kinetics.....	27	O.D.Brazhnik. Relaxation Processes in Solutions of Rod-Like Molecules.....	42
G.M.Bartenev. Relaxation Mechanisms of the Viscosity and Microviscosity of Polymers.....	28	I.P.Briedis, T.G.Teteris. The Estimation of Fluidity of Thermoplastic Melts Containing Hybrid Filler.....	43
B.Bebenek. The Behavior of Drag Reducing Cationic Surface Active Solutions.....	29	Yu.A.Bukhman, Yu.P.Gupalo, A.S.Matevosyan, A.N.Prokunin. Movement of Isolated Particles in Non-Newtonian Fluid in Incline Tube.....	44
S.Yu.Below, V.V.Miascedova. Peculiarities of Phase Equilibrium under Flow Conditions for Triacetate Cellulose Solutions.....	30	L.M.Buchatsky, A.M.Stolin, Sh.N.Nadrshin. Compression Rheometer for Determination of Poros Materials Rheological Properties.....	45
Yu.P.Belousov, L.B.Koval'. Peculiarities of Degradation of Poly(Methylsiloxane) Solutions.....	31	N.Ya.Valetskaya, M.A.Severyanova, M.L.Kerber, N.A.Proskina. Rheological and Viscoelastic Properties of High Impact Strength Polyamide-6.....	46
S.I.Belousov, Yu.K.Godovsky, R.R.Shifrina, Yu.V.Kuz'mina. Some Aspects of Melt Mixing and Flow Behavior of Compositions on the Base of Polycarbonate and Liquid Crystal Polyester.....	32	A.V.Vasin, A.V.Tutikhin, E.V.Fronchek, V.A.Rozhkov. Rheological Properties of Polymer Compositions on the Base of Copolymer of 2-Methyl-5-Vinyl-tetrazole with Methacrylic Acid.....	47
Yu.P.Belousov, V.D.Zarochintseva. Hydrodynamic Properties of Poly-1,2-Dimethyl-5-Vinylpiridinium Methyl-Sulfate Solutions.....	33	A.F.Vasina, C.M.Ioffe, A.D.Zimon, V.V.Gusev. Peculiarities of Rheological Behaviour of Bread Dough Containing Food Additives.....	48
G.V.Berezhnaya, D.B.Chistyakov. New Step in Improvement of Extrusion Equipment.....	34	O.V.Vasilieva, I.A.Litvinov, I.I.Dobrosol, I.L.Parsamyan, A.V.Semakov, B.Kh.Strelets. Rheology and Morphology of the Blends Containing Thermotropic LC - Polyester.....	49
I.K.Berezin. Computer Simulation of Injection Moulding Processes.....	35	N.V.Vasilieva, L.K.Golova, D.R.Tur, S.P.Papkov. Peculiarities of Rheological Behaviour of Poly Bis (Threefluoroethoxy) Phosphazene Solutions.....	50
I.K.Berezin, A.E.Kovalev. Determination of the Surface Repture Strength of Viscoelastic Material...	36		
V.V.Bol'yanov, B.A.Klotzung, V.P.Britov, B.L.Smirnov. Regulation of Rheological and Performance Properties of Polyisoprene Rubbers in the Course of Intensive Mixing.....	37		
S.P.Bolotintseva, E.P.Andreeva. Rheological Peculiarities of Conjugated Disperse Structures in Cellulose-Filler Systems.....	38		

N.V.Vasilieva, L.Ya.Tikanova, V.A.Platonov, A.V.Volokhina. Rheological Properties and Phase States of Sulphuric Acid Solutions of Aromatic Polyamides.....	51	M.Ya.Goikhman, M.M.Koton, A.V.Gribanov, V.V.Kudriavtsev, Yu.Panov, V.M.Svetlichny. Rheokinetics and NMR Analysis of the Transformation of Photopolymeric Binders Based on Dianhydrides of Tetracarbon Acids and Diacetic Derivatives of Diamines.....	62
V.V.Vachevskikh, V.I.Lapitsky, S.A.Trusov, N.V.Tiabin. Flow of Non-Newtonian Liquid in Horizontal Rotating Cylinder Regarding Slipping Near Wall.....	52	I.Yu.Gorbunova, M.L.Kerber, E.P.Momot, S.G.Kulichikhin. Curing Rheokinetics of Epoxy-Adhesive Compositions.....	63
S.G.Vlasenko, A.N.Gromov, V.N.Razuvayev. Mechanical Properties of Gels on the Base of Poly(Vinyl Alcohol) Water Solutions.....	53	Y.F.Deinega, V.R.Estrela. To the Theory of Electrorheological Effect.....	64
V.S.Volkov. Anisotropic Pressure in Nematic Liquid Crystals.....	54	V.N.Demishev, V.F.Naumov. Rheological Properties of Water Dispersions of Slightly Cross-Linked Polyacrylic Acid.....	65
S.I.Wolfson, M.G.Karp, A.N.Gricshenko. Rheology and Processing Peculiarities of Elastomer Compositions at High Shear Rates.....	55	B.A.Dzhavadian, T.I.Ponomariova, V.I.Irzhak, B.A.Rosenberg. Curing Rheokinetics of Fiber Composites.....	66
S.A.Wulman, Yu.P.Listrova, T.D.Semikina. The Combined Variation Principle Application for Determination Stress and Strain States of Visco-Plastic Bodies by the Finite Elements Method.....	56	B.A.Dzura, L.M.Volchenok. Rheological Properties and Rheokinetics of Cross-Linking of Rubber Fibre Composites.....	67
Yu.A.Gamlitsky. Numerical Simulations of Viscoelastic Behaviour of Polymer Systems by the Method of Stochastic Dynamics.....	57	Z.T.Dmitrieva, L.D.Tikhonova, N.G.Mezhibor. Rheological Properties of Li-Poly(Tetraalkyl Borates) Solutions.....	68
I.P.Getmanchuk, Yu.S.Lipatov, V.F.Shumsky. Rheological and Mechanical Properties of Filled Liquid Crystal Polymers.....	58	T.I.Dobrenko, A.E.Chalykh, N.I.Morozova, V.B.Busigin. Rheological Properties of Epoxy Oligomers.....	69
A.M.Golubitsky, S.F.Omegin. Calculation of Characteristics of High Viscous Non-Newtonian Media in Moulding Processes by the Finite Elements Method.....	59	A.A.Donskoy, V.A.Sershnev, V.D.Yulovskaya. Investigation of Rheological Characteristics of Elastomer Vulcanization Process During Induction Period.....	70
V.A.Gorodtsov. Slow Horizontal Spreading of Polymeric Liquids in Constrained Conditions.....	60	O.R.Dorniak. Simulation of Hydrodynamic Transitional Processes in Tixotropic Systems.....	71
I.I.Gol'bina, Yu.A.Bukhman, I.V.Kosorevich, A.S.Matevosyan, I.A.Pokrivailo, V.I.Rogatin. Influence of Synthetic and Natural Organogenic Additives on Decreasing of Turbulent Friction in Coaxial-Cylindric Systems.....	61	V.E.Dreval, E.V.Kotova, V.V.Zuev, P.I.Khohlov, S.A.Volegova. Rheological and Structural Peculiarities of Thermotropic Liquid Crystal Homo-and Copolymers.....	72
		T.I.Dremin, V.S.Volkov. Dynamics of Macromolecules in Uniaxial Anisotropic Fluid and Rheology of Nematic Polymers.....	73

L.G.Dubinina, L.N.Pakhomova, V.P.Rjabov, G.G.Kardash, L.I.Khomutov. Rheological and Structure Peculiarities of MMA-MAC Copolymer Solutions in the Presence of Low Molecular Weight Compo- nents.....	74
M.B.Dubinsky, O.Yu.Sabsay. Flow of Viscoelastic Liquids in Filter Screen Packets.....	75
L.D.Dultseva, A.L.Suvorov, G.I.Ovchinnikova, S.A.Vshiv- kov, N.Yu.Ezhova. Rheological Investigations of Epoxy- Ti - Polyester Compositions.....	76
C.D.Evmenov, I.N.Biryukova. Rheological Behavior of Modified Secondary Polymers.....	77
A.K.Evseev, L.S.Bolotnikova, L.I.Kutsenko, Yu.N.Panov. Comparative Investigation of Rheological Behavior of Oxyethyl Cyanoethyl Cellu- lose Melts at Shear and Uniaxial Extен- sion.....	78
A.K.Evseev, L.S.Bolotnikova, G.S.Madaminov, Yu.N.Ivanov. Peculiarities of Rheological Behavior Liquid Crystal Thermotropic Polyester at Uniaxial Extension.....	79
V.M.Entov, A.L.Yarin. Drop-Fibre Break of Polymeric Jets and Associated Phenomena.....	80
N.A.Erina, L.V.Kompaniets, E.V.Prut. Critical Regimes of Isotactic Polypropylene Plastic Flow.....	81
V.K.Zhdanyuk. Investigation of Rheological Properties of Coal Pitches under Vibration.....	82
N.V.Zhilkina, Yu.T.Larin, V.M.Vorobiov. Influence of - Irradiation on Viscoelastic Properties of the PE-PP Blends.....	83
M.P.Zabugina, I.L.Parsamyan, I.A.Litvinov, A.Yu.Bilibin, I.A.Volegova. Rheology of Liquid Crystal Polymer Blends.....	84
V.K.Zabukas. The Flow of Liquid Monomers Through Porous Partitions of Various Framework Materi- als.....	85
V.N.Zadvornikh, A.I.Litvinov, A.P.Maslyakov, A.G.Soko- lov, E.V.Chizhonkov. Numerical Calculations of Non-New- tonian Liquid Flow in the Circular Channel Cavern with Mobile Walls.....	86
A.N.Zadorin, E.K.Borisenkova, N.N.Kuz'min, D.R.Tur, Ya.S.Freidzon, E.M.Antipov. Peculiarities of Structure- Rheology Behavior of Some Poly(Phos- phazenes).....	87
D.V.Zasipkin, V.P.Yuriev, V.B.Tolstoguzov. Structure of Texturates Obtained by Thermoplastic Extru- sion of Proteins, Polysaccharides and Their Mixtures: Structure Formation and Its Connection with Properties of Texturates...	88
G.M.Zachinyaev, A.P.Kondratov, V.P.Grigroriev. Relaxa- tion Processes in Trifluorochloroethylene Copolymer Films of Different Structures....	89
V.E.Zgaevsky. Theoretical Description of the Viscosity on the Basis of Three-Dimensional Ordered Model.....	90
A.D.Zimon, A.F.Vasina, S.M.Ioffe. Rheology and Adhesion of Dough.....	91
O.I.Zinov'ev, G.P.Los', I.I.Skorokhodov. Apparatus for Continious Control of Rheological Properties of Various Systems.....	92
V.A.Zolotarev. About Selection of Technological Parame- ters for Asphalt Systems Production.....	93
Ya.D.Zolotonosov, G.A.Perepelitsin, G.V.Ryabohuk, G.N.Mar- chenko. Extrusion-Centrifugal Granulator with Optimal Shape of Running Unit.....	94
R.G.Ibragimov, F.G.Shaikhiev, F.A.Garifullin. Hydrodyna- mics of Non-Newtonian Fluids at the Membrane Separation.....	95
V.A.Izvozchikova, I.N.Razinskaya, B.P.Shtarkman. Viscosi- ty Properties of Poly(Methyl Methacrylate) in the Presence of Small Amounts of Phos- phates.....	96
V.A.Ivanov. Resistance Force of Sphere Moving in Non-New- tonian Liquid.....	97
V.Ya.Kabo, V.P.Budtov, V.A.Maslennikov, L.A.Itskovich. Rheology of Diluted and Semidiluted of Poly- electrolytes Solutions.....	98
V.N.Kalashnikov, A.V.Karpov. Regularities of Elastic Turbulence Arising During Dilute Polymer Solutions Tube Flow.....	99

V.N.Kalashnikov, M.G.Tsiklauri. About Dynamic Birefringence in Polymer Solutions.....	100
E.L.Kalinchev, M.B.Sakovtseva. Regulation of Rheological Properties to Control Polymeric Materials Processability.....	101
R.A.Kamsky. Hermetic Rotational Viscometer Measuring Cell.....	102
M.G.Karp, S.I.Vol'fson, A.D.Khusainov, L.V.Levinzon. Rheological Properties of Rubber-Polyethylene Composites.....	103
B.E.Kashevsky, V.M.Kordonsky, I.V.Prokhorov. Rheology of Magnetic Suspensions with the Active Disperse Media.....	104
J.Kempe, D.Sojref, A.Myuller, M.Laske. Rheology of High-Concentrated Suspensions in Coal Processing.....	105
A.P.Kiselev, A.V.Alimov, L.D.Orlova, A.V.Pitersky. Rheological Methods and Apparatuses for Estimation of Injection Properties of Super Engineering Polymers.....	106
B.T.Klimenko. The Dependence of Deparaфинed Oil Solutions Viscosity on Temperature and Concentration: Mathematical Description.....	107
A.E.Kovalev. Determination of Rheological Parameters of Non-Newtonian Liquid with Initial Viscosity.....	108
E.F.Kozhanov, N.M.Ruhlyadeva, V.N.Krasovsky, E.F.Kutuzov, K.Kolert. Viscoelastic Liquid Flow Between Rolls with the Use of Profiles of Different Geometry....	109
K.Kolert, E.O.Reger. Analysis of Polymer Deformation Conditions in the Gap Between Calender Bows.....	110
Yu.K.Kokorin. The Rheology of Nondiluted Linear Polymers with Entanglements.....	111
A.P.Kondratov, V.N.Manin. The Change of Polymer Rheology in the Process of Liquid Media Sorbtion.....	112
V.I.Kordonsky, I.V.Prokhorov, S.R.Gorodkin, V.K.Gleb. Magnetic-Rheological Control of Process of the Surface Treatment.....	113
B.A.Komarov, T.A.Aniskina, B.A.Rozenberg. Rheology of High Filled Suspensions in Oligomeric Systems.....	114
E.V.Korobko, Z.P.Shulman, B.N.Korolev, I.V.Bukovich. Time Factor in Rheology of Electro-Sensitive Suspensions.....	115
M.V.Kosichkina, S.S.Nikolenko, N.A.Bogomolova, Yu.A.Gamitsky. Three-Phase Model for the Description of Non-Linear Viscoelastic Properties of Filled Elastomers.....	116
V.N.Korotkov, Yu.A.Chekanov, B.A.Rozenberg. Rheology of Highly Filled Suspensions in Oligomeric Systems.....	117
E.G.Kogan, N.I.Kruchinin, Z.F.Egorushkina, L.A.Borisenko. Peculiarities of Rheological Behavior of Poly(Carbosylanes) Melts.....	118
P.S.Kropivnyansky. Determination of Boundary Stresses of the Rheological Flow Curve.....	119
N.P.Kruchinin, E.V.Grekhova, A.T.Serkov, V.A.Medvedev, T.A.Spirova. The Regions of Stable Flow of High Concentrated Polyacrylonitrile Solutions.....	120
O.V.Kryazhevskikh. Rheological Investigation of Fluid with Rheokinetic Peculiarities in Axis-Symmetrical Channel of Complex Shape.....	121
S.G.Kulichikhin, A.Ya.Malkin. Rheokinetics : Problems and Prospects.....	122
M.K.Kurbanaliev, R.T.Kadirov, Kh.M.Abdullaev. The Influence of Liquid Media on Stress-Strain and Rheological Properties of Butadiene-Styrene Copolymer.....	123
M.K.Kurbanaliev, Kh.Khabibulaev, M.Kh.Egamov. The Influence of Stretching Regime on the Gis-1,4-Polyisoprene Supramolecular Structure.....	124
I.A.Lavigin, N.V.Chalbisheva, I.I.Skorokhodov, A.B.Polees, S.R.Nanushian. Rheokinetic Regularities of Organosiloxane Compositions Polymerization.....	125
I.Ya.Ladizhinsky. Viscosity of Suspensions Containing Reversibly Aggregating Particles: Two Regimes of Temperature-Concentration Dependencies.....	126

M.G.Laka, M.Ya.Ioelovitch. The Influence of Acid and Alkaline Treatments of Cellulose on Rheological Properties of It's Suspensions.....	127
N.M.Lebedev. About Decreasing of Friction in Emulsions.....	128
S.P.Levitsky. Diffusion and Relaxation Effects in Processes of Vapour Bubbles and Films Growth in Polymer Solutions.....	129
B.A.Listrov. Viscometers with Rheoelectric Motor for Studing of Polymer Characteristics.....	130
A.T.Listrov, O.A.Tuzhikova. Group-Invariant Properties of Some Rheological Equations of Polymer Liquids.....	131
I.I.Lishtvan, I.V.Kosarevitch, A.D.Matsepuro. Peculiarities of Rheological Behavior of Sapropoles and Peat.....	132
M.M.Lerner, V.Ya.Kabo. Rheology of Polymeric Compositions in Oil Production.....	133
M.S.Lutsky. On Rheological Criterions of Elastomer Extrudability.....	134
M.S.Lutsky, V.P.Protasov, M.Mirdzhanov. Polarization Optical Investigation of Polyisobutylene Flow in the Presence of Hydrodynamic Obstacles.....	135
S.A.Lyubartovich, Yu.M.Scherbakov, G.L.Manuilova, L.V.Razlivayeva, O.B.Tret'yakov. Rheological Properties of Oligomer Products at Different Stages of Thermosetting Moulding and Secondary Processing of Polyurethans.....	136
V.A.Mazur, A.Z.Boshkov. Phase-Behavior Prediction for Solutions of Macromolecule.....	137
S.N.Malishhev, F.G.Shaikhiev, F.A.Garifullin. Interaction of the Viscous Drop Laying on Membrane with Non-Newtonian Liquid Stream.....	138
V.V.Malyar. Dilatometric Characteristics of Bitumen in the Glass region.....	139
V.N.Manzhay. Turbidimetric Investigation of Dilute Polymer Solutions.....	140
A.P.Maslyakov. Experimental Investigation of Boring Solutions Flow in Channels of Complex Geometry.....	141
K.Maisner,B.Poltersdorf. Rheokinetic Investigation of Thermomechanical Destruction of Polyethylene.....	142
Z.Matras. Prediction of Pressure Drops in the Pipe Flows of Drag Reducing Polymer Solutions.....	143
S.M.Mezhikovsky, E.I.Vasil'chenko. Anomalous Viscosity-Concentration Dependence of Rubber-Oligomer Systems: The Reasons of Divergence Between Theory and Experiment.....	144
M.Kh.Mirdzhanov, V.G.Kulichikhin. Structural and Rheological Peculiarities of Fibre Spinning from Superhigh Molecular Weight Polyethylene Solutions.....	145
Yu.P.Miroshnikov, V.V.Ul'yanov. Flow of Polymer Blends with Coaxial Structure in the Presence of Interphase Additives.....	146
S.N.Mikhailov, R.Z.Bakirov,D.M.Mukhametgaleev. Flow of the Viscoelastic Fluid with Non-Linear Elastic Potential in Channels of Complex Shape.....	147
A.S.Morozov. Comparison of Shear Stresses and Data of Dynamic Measurements at Deformation of Viscoelastic Media.....	148
E.M.Morozova. Rheological Estimation of the State of Polymerizing Composition in Absorption-Diffusional Layer.....	149
E.M.Morozova, E.L.Ergunova, M.A.Morozov. Deformation of Polymeric Matrix in Estimation of Strength Characteristics of Reinforced Composites.....	150
D.M.Mukhametgaleev, S.N.Mikhailov, R.Z.Bakirov, M.L.Fridman. Utilization of the Optimization Procedure for Determination of Rheological State Equation Constants.....	151

L.I.Myasnikova, N.V.Volkova, N.V.Ryabokon', V.V.Medvedeva, A.S.Marinin, V.S.Davidova. The Influence of Production and Modification Methods of Na-(Carboxy- methyl Cellulose) on Its Water Solution Viscosity Properties.....	152	G.A.Perepelitsin, Ya.D.Zolotonosov, G.V.Ryabchuk, V.P.Remnev. Flow of Non-Newtonian Fluid in Rotating Curvelinear Convergent Channel.....	164
V.F.Naumov, V.N.Demishev. Peculiarities of Rheological Properties of γ - F_2O_3 Ferromagnetic Pastes.....	153	G.A.Perepelitsin, Ya.D.Zolotonosov, G.V.Ryabchuk, V.P.Remnev. Transient Behavior of Non-Newtonian Fluid in Rotating Cylindrical Tube.....	165
S.N.Nikonorov, A.N.Strelukhina.. In Line Capillary Visco- meter for Continuous Measuring of Rheo- logical Properties of Viscous Mate- rials.....	154	G.G.Pilinkewicth, T.I.Pisarenko, B.S.Grishin. Control- ling of Rheological Properties of Rub- ber Compounds Containing Silica Filler.....	166
F.D.Ovcharenko, P.F.Ovchinnikov, V.Yu.Tretinnik. About Methods of Rheological Curves Descrip- tion.....	155	T.I.Pisarenko, E.A.El'shevskaya, V.I.Skok. Peculiari- ties of Rheological Behavior of Unfilled and Filled Rubber Compounds Containing Surface Active Substan- ces.....	167
P.F.Ovchinnikov. The Role of Distribution Statistical Laws in Elaboration of Rheological and Vibrorheological Equations.....	156	E.P.Plotnikova, M.A.Rogunova, P.V.Tal'rose. Peculiariti- es of Rheological Behavior of Comb- Shape Nematic Polymers.....	168
L.A.Odintsova, L.Ye.Golishnikova. Rheological Properties of Ion-Crosslinked Polymers.....	157	I.L.Povkh, M.M.Pavelko, G.V.Kaverina. The Influence of Temperature and Dispersion Media on the Flow of Water-Soluble Polymer Suspensions.....	169
V.A.Optov, O.Yu.Sabsay. Viscoelastic Properties of Filled 1,2-Polybutadiene at Shear and Uniaxial Extension.....	158	V.G.Pogrebnyak, N.V.Naumchuk, B.P.Makogon, T.V.Vish- kina. Dynamic Behavior of Reducing Turbulent Friction Polymer Solutions at Combined Shear and Elongation Flow.....	170
N.G.Paveiman, R.A.Laschiver, E.I.Tanicheva, T.L.Zaitseva. Rheological Properties and Processing of Polyolefine Blends for Cable Industry....	159	N.A.Pokrivalilo, E.B.Kaberdiina, I.I.Gol'bina. Rheodynam- ics and Turbulent Mass Exchange in Rotational Devices.....	171
G.V.Pishnogray, V.N.Pokrovsky. Nonlinear Non-Stationary Effects in the Theory of Linear Polymers Viscoelasticity on the Example of Stress Development During Simple Shear.....	160	A.I.Ponomarchuk. Filling of Complex Moulds by the Second Order Fluid.....	172
S.A.Patlazhan, V.B.Andreichenko. Statistical Theory of Concentrated Suspensions Viscosity.....	161	B.Yu.Polushkin, V.G.Kulichikhin. Rheological and Struc- ture Investigation of Thermotropic Aromatic Polyesters.....	173
E.B.Pashkovsky, T.G.Litvina. Rotational Viscosity of a Mesogenic Polymer Solutions in Low Mo- lecular Weight Nematic Solvent: The Influence of Degree of Polymerization and Temperature.....	162	A.A.Polyakov, L.L.Sul'zhenko. Rheological Peculiarities of High Pressure Polyethylene and Its Wax Blends in the Region of Melting Point.....	174
A.Z.Petrosyan, G.R.Mkrtychyan, L.V.Sof'yan. Rheologi- cal Aspects of Low Pressure Injection Moulding.....	163		

L.S.Priss. Specified Time-Temperature Reduction Principle.....	175
B.V.Radushkevitch, N.V.Belyakova, N.D.Polivoda. Rheological Properties of Amorphous Polymers for Optical Fibres.....	176
Z.R.Radzhabov, S.Z.Bubman, I.V.Razumovskaya, V.E.Drevval'. The Influence of External Electric Field on Relaxational Properties of Liquid Crystal Polymers.....	177
A.B.Raukhvarger, M.E.Solov'ev, V.I.Irzhak. The Rheology of Elastomers with Reorganizing Supramolecular Structure.....	178
E.O.Reger, R.Schnabel'. Experimental Determination and Identification of Wall Effects.....	179
N.M.Rezanova, L.A.Brigzina, M.V.Tsebrenko. Rheological Peculiarities of Polymer Blend Melts with Specific Interface Interaction.....	180
A.S.Reutov, I.I.Miroshnikova, N.S.Kitaeva, A.I.Mikhail'sky, V.T.Minakov. Rheological Properties of Reaction Systems on the Base of Silicone-Organic Oligomers.....	181
L.Z.Rogovina, V.G.Vasil'ev. Rheological Investigation of Gel Formation at the Interaction of Polyacrylamide with Metal Ions.....	182
V.G.Rostislavvili. Dynamic Theory of Polymeric Melts: the Reptation as a Dynamic Phase Transition.....	183
T.A.Rogovsky, O.V.Rossiin. Simulation of Turbulent Flow of Non-Newtonian Liquids.....	184
T.A.Rogovsky, O.V.Rossiin. The Investigation of Multi-parametric Models of Rheological State-Equations for Non-Newtonian Liquids.....	185
A.V.Savitsky, I.A.Gorshkova. Thermomechanical Analysis of Polymer Solutions.....	186
A.V.Savitsky, N.P.Okrumchedlidze, N.V.Lukasheva, I.A. I.A.Gorshkova. Estimation of Polymer Molecular Characteristics by Spinnability Measurements.....	187
Z.I.Salina, E.V.Petrakova, V.D.Sevruk, M.B.Dubinsky, I.V.Akhorttor. Shear and Uniaxial Straining of Doped Polypropylene Melts.....	188
V.A.Samoilov, I.I.Felipchuk. Practical Questions of Non-Isothermal Flow of Viscous Liquids in Channels of Gate Systems of Injection Moulds.....	189
S.D.Sarkisov, L.A.Faitel'son. About Micro- and Macro-rheology of Water-Oil Emulsions.....	190
Z.F.Safiullov, N.Z.Mingaleev, I.G.Davletbaev, R.B.Galeeva, V.G.Khoszin. Influence of Low Frequency Acoustic Oscillations on Polymer Materials Rheology.....	191
A.S.Sedov, O.V.Ugretsova, E.A.Ill'ina, B.S.Grishin. Prognosis of Elastomers Processability.....	192
A.V.Subbotin, A.N.Semenov. Theory of Smectic Phases in Melts of Block-Copolymers Containing Rigid and Flexible Fragments.....	193
L.S.Stel'makh. Rheodynamics of Hot Powder Materials Pressing Out.....	194
A.M.Stolin, N.N.Zhilyaeva. To the Theory of C _c pression Moulding of Viscous Compressible Materials.....	195
A.N.Strel'yukhina, S.N.Nikonorov. Rheological Properties of Macaronian Paste and Their Change in Processing.....	196
L.B.Stroganov, E.V.Kireev, M.A.Rogunova, S.G.Kostromin, V.P.Shibaev. Measurements of Rotational Viscosity of Liquid Crystal Polymers by Means of Wideband PMR Spectroscopy.....	197
V.V.Suchkov, I.A.Popello. State of Legumin of Board Bean - NaCl - Water the System.....	198
V.I.Sisoev, V.N.Zadvornikh. Peculiarities of Nonisothermal Flow of Viscoelastic Liquid Between Discs.....	199
E.Yu.Taran, Yu.V.Fridatchenko. Rheological Behavior of Diluted Suspensions Containing Rigid Anisotropic Particles.....	200

V.K.Taranenko. The Influence of Dimension and Shape of Disperse Filler Particles on the Mechanical Properties of Filled Systems.....	201	N.A.Fedyakova, Z.B.Komarova, S.V.Fomina. Conformational Polymorphism and Rheology of Acetate Cellulose Solutions.....	212
A.A.Tatarnikov, V.G.Lyubashevskaya, L.R.Ginsburg. Methodology of Determination of Rubber Compound Rheological Characteristics to Calculate Technological Extrusion Process	201	B.P.Filipenko. Flow of Protein Disperse Systems.....	213
A.E.Teishev, A.Ya.Malkin. About Relation Between Relaxation and Creep Curves for Polymers in the Region of Linear Viscoelasticity.....	202	E.I.Frenkin, E.M.Antipov, G.I.Moskaleva. The Influence of High Pressure on the Process of Mesophase Formation in Flexible-Chain Polymers.....	214
T.G.Tateris, I.P.Briedis. Determination of High-Elastic Turbulence Conditions by means of Extrude Surface Profilograms.....	203	M.G.Khametova, V.S.Kim. Rheological Analysis of Polymer Solutions Destruction.....	215
G.N.Timofeeva, I.V.Fedusenko, V.P.Lozgacheva. Viscosity of Acetate Cellulose Solutions in Acetone-Water Mixture Modified by Solvents Producing Lyotropic LC-phase.....	204	E.F.Kharchenko, I.F.Khudoshew. Peculiarities of Rigid-Chain and Flexible-Chain Fibres Deformation.....	216
M.I.Tokar', V.M.Kuznetsova, E.I.Vasil'chenko, S.M.Mezhikovsky. Peculiarities of Rheological Behavior of Oligoesters Acrylates and Oligoepoxyacrylates in the Presence of Oligomer Microadditives.....	205	A.A.Shagarova, E.I.Upatova. Flow of Non-Newtonian Fluid in Tapered Channel under Full Slipping on the One Wall.....	217
K.K.Trilisky, V.F.Siroklin, P.P.Senichurov. New Methods of Estimation of Greases Consumption Characteristics by Measuring of their Viscoelastic Properties.....	206	G.K.Shambilova, S.G.Kulichikhin. Influence of Rheological Factors on Phase Transitions in Polymer-Solvent System.....	218
N.V.Tyabin, M.A.Magnitskaya, N.S.Shibitov. Polymer Materials Flow in the Axi-Symmetrical Channel in Variable Flow Regimes.....	207	N.V.Shakirov. The Description of Polymer Liquids Rheological Properties.....	219
N.B.Ur'ev, Ya.Mewis, G.N.Ur'eva. Correlation of Contact Interactions and Structure Rheological Characteristics of Powders and Suspensions in the process of Their Volume Changing.....	208	Han Shifang. A Computational Analytical Approach to Instability of Extensional Flow of Polymer Fluids.....	220
N.B.Ur'ev, I.S.Dubinin, L.E.Trofimova. Optimization of Rheological Properties of Colloid Polymer-Cement Solutions for Hydroisolation and Corrosion Protection of Pipelines.....	211	Han Shifang, Wang Yubin. A Study on Rheological Properties of Some Food Fluids.....	221
		Yu.I.Shmakov, L.B.Radchenko, Sheikh Hamud Adnan. The Influence of Additives on Rheological Properties of Polymer Melts.....	222
		Z.P.Shul'man, B.M.Khusid, E.V.Ivashkevich, V.A.Mansurov, N.O.Vlasenko. Rheo- and Macrokinetics Flow and Heat Transfer of Curing Epoxy-compositions.....	223
		Z.P.Shul'man, B.M.Khusid, S.P.Levitsky, S.A.Sergacheva. Vapour Film Dynamics in Polymeric Liquid Near High-Temperature Surface.....	224
		A.G.Shumskaya, L.S.Priss, V.I.Mudruk. NonLinearity of Dynamic Properties of Filled Rubbers....	225

N.Yu.Shushunova, N.L.Khvatova, D.N.Emel'yanov, Yu.D.Semchikov. Study of Rheokinetics of Polymerization Filling of Polysiloxane by Polystyrene.....	226
E.E.Yakobson, L.A.Paitel'son. Temperature-Frequency Reduction of Viscoelastic Properties of the Thermotropic Polymers in Liquid Crystalline State.....	227

ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА им. А.В. ТОЛЧИЕВА АН СССР
Денинский проспект, 29
Заказ 1101 Объем 10 л.л. Тираж 300 экз.
Типография МИСиС, ул. Орджоникидзе, 8/9