

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том (A) XII

СОЕДИНЕНИЯ

1970

№ 12

ХРОНИКА

УДК 532.135:006.3

СИМПОЗИУМ ПО РЕОЛОГИИ ПОЛИМЕРОВ

Проводившийся в Москве с 19 по 23 мая 1970 г. очередной ежегодный Симпозиум по реологии полимеров привлек внимание широкого круга специалистов в различных областях механики и физической химии полимеров.

В Симпозиуме участвовало более 400 чел., в том числе около 30 докторов наук, из Москвы, Ленинграда, Киева, Минска и других городов Советского Союза, а также группа ученых из ГДР, Польши, Чехословакии и Болгарии. Было заслушано около 80 докладов.

На Симпозиуме были представлены практические все основные направления современных исследований в области реологии полимеров. Это, прежде всего, изучение механических свойств полимерных систем, находящихся в текучем и высоковязком состоянии, сопоставление этих свойств с особенностями молекулярной структуры полимеров, использование результатов реологических исследований для теоретического анализа работы производственного оборудования, на котором осуществляется переработка пластмасс и резин. Большое место на Симпозиуме заняли проблемы теоретической реологии, связанные с постановкой гидродинамических и теплофизических задач о течении аномально-вязких и нелинейных вязкоупругих сред.

Важность рассмотрения проблем реологии полимеров обусловлена тем, что в современную технологическую практику вовлекаются разнообразные новые материалы. Научно-обоснованный подход к формированию из них изделий, оптимизация производственных процессов, поиск материалов с желаемыми свойствами требует постановки количественных исследований свойств разнообразных сред, проявляющих сложный комплекс механических характеристик в различных условиях деформирования, а такие выявления общих закономерностей проявления этих свойств в связи с регулируемой структурой материала, и предсказания поведения новых материалов в модельных экспериментах и реальных технологических условиях.

На Симпозиуме были представлены различные научные направления и точки зрения. Участие специалистов различного профиля (от физиков — теоретиков и механиков до инженеров из промышленности) обусловило возможность всестороннего обсуждения различных аспектов перечисленных проблем. По заслушанным докладам задавалось большое число вопросов и они подвергались деловому обсуждению.

Симпозиум открылся докладом А. В. Щукова, изложившего некоторые проблемы реофизики. Этот доклад был посвящен рассмотрению проблем, возникающих на стыке задач теоретической теплофизики, молекулярной физики и реологии. Многие «простые» жидкости и даже газы в исключительных условиях деформирования проявляют эффекты, специфичные для упруговязких сред. Это приводит к ряду аномальных эффектов. Особенно сложные эффекты возникают при течении низкомолекулярных жидкостей, содержащих очень малые полимерные добавки. В последнем случае изменяются условия обтекания твердых тел и формирования вихревых дорожек, а также характер перехода к турбулентному течению при возрастании числа Рейнольдса. Это рассмотрение подчеркивает важность приложения методов реологии к решению различных физических проблем.

В докладе Г. В. Виноградова рассматривалась взаимосвязь между эластичностью и аномальной вязкостью — двумя важнейшими характеристиками реологических свойств полимеров, сдвигом и одноосным растяжением — основными режимами деформирования полимеров и, наконец, влияние различных воздействий на релаксационные свойства полимерных систем, в частности, вибраций с большими амплитудами. Процессы, обусловливающие наблюдаемые реологические свойства полимеров, сводятся к разрушению исходной структуры полимерной системы, ориентации и вызванному ею усилению межмолекулярного взаимодействия.

А. Я. Малкин с соавторами обобщили экспериментальные данные по вязкоупругим и высокомодульным свойствам полимерных систем. Основное значение (как мера жесткости полимерной цепи) имеет величина критического молекулярного веса, а свойства системы определяются числом сегментов в цепи. Достижение критического молекулярного веса отвечает возникновению аномалии вязкости, появлению плато высокомодульности и возможности развития больших упругих деформаций.

В докладе С. Я. Френкеля были изложены новые термодинамические аспекты проблемы деформирования систем, состоящих из подсистем с большим числом эле-

ментов. В таких системах в зависимости от величин характерных временных констант различных уровней организации системы могут достигаться разные состояния относительного равновесия, зависящие от скорости изменения внешнего параметра. Этот подход позволяет дать новую трактовку явлениям переохлаждения и влияния напряжения на фазовые переходы в полимерах.

Большое внимание на Симпозиуме было уделено проблемам связи между деформативностью, механизмом элементарных актов и прочностными свойствами полимеров. В докладе С. Б. Айнбандера было показано, что для разных групп полимерных материалов выполняются те или иные критерии прочности в сложно-напряженном состоянии, так что разрушение может определяться либо величиной максимального нормального, либо касательного напряжения. В докладе Г. М. Бартенева были рассмотрены различные механизмы разрушения, изменяющиеся при повышении температуры от атермического механизма хрупкого разрыва до вязкоупругого механизма. Это отражается в ступенчатом снижении энергии активации. А. И. Слуцкер и В. Р. Регель, проводившие изучение механизма деформаций высокориентированных полимеров, нашли, что изменение напряжения при удлинении коррелирует с образованием и раскрытием субмикроскопических трещин (размером 100–200 Å), которые связаны с разрывом макромолекул. В докладе В. Н. Манина было показано, что флуктуационный механизм разрушения действует и для полимеров, нагружаемых в активных средах, но в этом случае необходимо учесть взаимодействие на границе полимер — среда, что может быть сделано, исходя из известных термодинамических свойств полимера и жидкости. Группа докладов, посвященная изучению прочностных свойств полимеров, вызвала оживленную дискуссию.

Важным способом исследования полимерных материалов являются динамические методы. Этим вопросам были посвящены доклады Ю. Г. Яновского, Л. А. Файтельсона и их соавторов. Динамические методы могут использоваться как «неразрушающие» испытания полимеров. В этом случае они дают важную информацию о релаксационных механизмах, действующих в полимерах при различных температурах. Этим вопросам были посвящены доклады И. И. Перепечко, Л. А. Ушакова и Л. А. Квачевой, Г. Кариуса (ГДР), Ю. В. Зеленева и А. Б. Айвазова. Близкие проблемы, связанные с теоретическим описанием релаксационных процессов и построением отвечающих им молекулярных моделей, были рассмотрены в докладах Л. В. Присса и В. Ф. Попова, В. Н. Покровского, М. Г. Циприна, В. Людсканова и Т. Васильева (Болгария).

Изучению реологических свойств различных полимеров при сдвиговом течении и возникновении неустойчивых течений была посвящена большая группа докладов, представленных С. Захорским (Польша), В. П. Мясниковым, А. Н. Прокуниним, которые анализировали теорию этих явлений. И. О. Бартоншем (Чехословакия), Б. В. Ярлыковым, О. Б. Штейнварц, Н. В. Прозоровской и Е. Г. Вострукнутовым, Н. Г. Бекиним и В. И. Гончаровым, Т. И. Зацепиной с соавторами, Н. А. Иванова с соавторами, Г. К. Романовского с соавторами и др., занимавшимися экспериментальным исследованием этих проблем. Исследования, посвященные растворам полимеров, были представлены докладами А. А. Тагер, В. Е. Древяля, Г. О. Ботвинника, Т. А. Чариковой. Проблемы реологии студней рассматривались в докладах Г. Л. Слонимского, Л. З. Роговиной, И. И. Мальцевой.

Большой интерес вызвали доклады, в которых рассматривалось поведение полимерных систем при одноосном растяжении (В. Д. Фихман и В. М. Алексеева, Э. А. Пакшвер и В. П. Юницкий, Ю. Г. Сбытов).

Впервые на Симпозиуме по реологии были широко представлены проблемы приложения результатов реологических исследований к теории и практике переработки полимеров. В докладах Э. Регера (ГДР), Р. В. Торнера и К. Д. Вачагина рассматривались общие приложения теории течения аномально-вязких сред к расчету аппаратов химической технологии и перерабатывающего оборудования. Частные задачи, связанные с анализом течения полимеров в различных геометрических схемах, рассматривались в докладах И. И. Ремнева и Н. В. Тябина (течение в дисковом экструдере), Н. В. Розе (течение в зазоре между валками), В. Г. Литвинова, А. И. Овсянникова и В. М. Гончаренко (профили скоростей в некруглых каналах), С. А. Бостанджиана и В. И. Боярченко (неизотермическая экструзия), Г. В. Добролюбова, Л. Н. Шапкина, Р. В. Торнера (экструзия кабельной изоляции), К. Д. Вачагина, М. Г. Сайфуллина (фильтрация через пористые среды). В докладе Ю. В. Казанкова, Н. И. Басова, В. А. Миронова и В. А. Любартовича рассматривалось изменение вязкостных свойств фенолформальдегидных реактопластов в процессе реакции отверждения, параллельно с кинетическими исследованиями структурирования.

Отдельную группу докладов составили работы, посвященные экспериментальной технике реологических исследований, и созданию новых приборов для этих целей. Из докладов, посвященных реологии неполимерных систем, большой интерес вызвали работы Е. Д. Щукина, посвященная модели развития высокозластических деформаций энтропийной природы в дисперсных системах, и ряд докладов по реологическим проблемам нефтепромысловой техники (А. Х. Мирзаджанзаде, Б. И. Мительман, Х. А. Рахматуллиев и др.).

Следующий очередной Симпозиум намечено провести в мае 1971 г.

А. Я. Малкин