

# ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ

Том (A) XVII

## СОЕДИНЕНИЯ

№ 7

1975

### ПЕРСОНАЛИИ

УДК 92

#### СЕРАФИМ НИКОЛАЕВИЧ ЖУРКОВ

(К 70-летию со дня рождения)

29 мая 1975 г. исполнилось 70 лет со дня рождения академика Серафима Николаевича Журкова, заведующего лабораторией физики прочности Ленинградского физико-технического института им. А. Ф. Иоффе АН ССР.

С. Н. Журков широко известен своими работами по исследованию физических основ прочности твердых тел различной природы. Видное место в его трудах занимает и изучение физико-механических свойств полимеров.

Начиная с 30-х годов, когда в достаточных количествах стали появляться синтетические полимеры, С. Н. Журков совместно с П. П. Кобеко, А. П. Александровым, Е. В. Кувшинским и другими сотрудниками Физико-технического института приступил к глубокому и интенсивному изучению столь интересных и перспективных в научном и практическом отношении объектов, какими являются полимеры.

Одно из основных свойств полимеров — их постепенный переход из твердого в жидкое состояние или обратно (процесс расстекловывания или соответственно стеклования, отверждения полимеров). Выяснение молекулярного механизма этого явления С. Н. Журков начал на основе феноменологического изучения влияния пластификаторов на температуру размягчения полимеров. Установленное С. Н. Журковым правило эквивалентности (одинаковое смещение интервала размягчения и снижение времени релаксации при добавлении к полимеру эквимольных количеств различных низкомолекулярных веществ) представляло большой практический и научный интерес. С практической стороны стало возможным рационально выбирать пластификатор, предсказывая заранее его действие.

В научно-теоретическом отношении правило эквивалентности действия пластификаторов, широко известное как «правило Журкова», позволило ему сформулировать плодотворную гипотезу о механизме отверждения полимеров как о процессе образования сравнительно прочных связей, скрепляющих в отдельных местах полимерные цепочки друг с другом. Образование подобных узлов происходит на боковых привесках макромолекул. Влияние пластификатора заключается в «экранировке» активно взаимодействующих боковых групп.

При дальнейшем развитии этой работы С. Н. Журков обратился к методам, дающим возможность получения более детальной информации о молекулярных процессах в полимерах. Здесь проявилась характерная для С. Н. Журкова черта — не ограничиваться лишь феноменологическими исследованиями, а доказывать реальность конкретных молекулярных процессов соответствующими микроскопическими экспериментами. С. Н. Журков проводит чрезвычайно изящные опыты по измерению теплоемкости полимеров в интервале отверждения (что позволяет рассчитать число «узлов») и осуществляет прямое изучение молекулярных мостиков методом ИК-спектроскопии. Эти опыты полностью подтвердили гипотезу С. Н. Журкова о механизме стеклования полимерных веществ.

С конца 40-х годов начинается новый, весьма плодотворный период деятельности С. Н. Журкова — период изучения молекулярной природы механических свойств полимеров (так же как и других твердых тел). Здесь большую роль сыграл характерный для С. Н. Журкова подход к рассмотрению различных процессов и явлений в твердых телах как к кинетическим, активационным процессам. Такой глубоко физический и плодотворный подход, при котором учитывается решающая роль теплового движения в определении свойств твердых тел, всегда отличал физическую школу А. Ф. Иоффе. Важнейшей заслугой С. Н. Журкова следует считать включение в категорию термоактивационных явлений таких свойств полимеров, как прочность и деформируемость.

Изучение природы прочности полимеров опять началось с феноменологических исследований — изучения временной зависимости прочности (явления, известного и ранее, но которому не придавалось должного значения). Высокий экспериментальный уровень исследований (чрезвычайно большой диапазон вариации таких характеристик, как долговечность образцов (10 порядков), а также напряжения и температуры) и обследование полимеров различного строения: аморфных и кристаллизующихся, неориентированных и ориентированных, позволили надежно установить общие для твердых полимеров закономерности их разрушения.

Анализируя данные феноменологических исследований, С. Н. Журков приходит к важному выводу о молекулярном механизме разрушения полимеров. Этот механизм заключается в термофлуктуационном разрыве химических связей в полимерных цепях. Это означает, что внешняя приложенная сила выполняет подготовительную роль, снижая лишь потенциальный барьер разрыва связей, тогда как окончательное рассоединение атомов (а следовательно, и основная работа разрушения полимеров) выполняется за счет теплового движения. Внешняя сила при этом обеспечивает направленность процесса разрушения.

Имея в виду микроскопическое подтверждение сформулированного представления о природе процесса разрушения полимеров, С. Н. Журков применяет в работах своей лаборатории целый комплекс современных физических методов (ЭПР, ЯМР, ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия, дифракция рентгеновых лучей под малыми и большими углами, электронная микроскопия).

С помощью комплекса этих методов С. Н. Журкову удалось получить целый ряд интереснейших данных, раскрывающих картину разрушения полимеров на молекулярном и надмолекулярном уровнях. Было установлено, что распределение напряжений на связях в полимере происходит неравномерно. Небольшая часть химических связей оказывается сильно перенапряженной, причем истинные напряжения на них достигают  $1000-2000 \text{ кГ/мм}^2$ . Перенапряженные участки макромолекул разрываются под действием тепловых флуктуаций. При разрыве скелета макромолекулы образовавшиеся свободные радикалы инициируют химические реакции цепного характера. Концевые радикалы отрывают атомы водорода у соседних цепей, образуя срединные макрорадикалы, которые в свою очередь быстро распадаются под действием теплового движения и растягивающих напряжений. Этот процесс повторяется многократно, так что кинетическая длина цепной реакции распада может быть значительной. В результате цепного разрушения макромолекул образуется первичный разрыв сплошности – субмикротрецца. В кристаллических полимерах субмикротреццы возникают вследствие разрушения аморфных прослоек, являющихся структурными концентраторами напряжений. Размеры субмикротреццов составляют сотни ангстрем в поперечнике. Возникновение субмикротреццов изменяет распределение напряжений в ближайшей окрестности. По мере накопления субмикротреццов перенапряженные области между ними также разрываются, что приводит к «слиянию» субмикротреццов и появлению трещин все больших и больших размеров.

Изучение структурной дефектности полимеров, когда за счет несовершенства укладки полимерных цепей создаются перенапряженные области, было использовано в целях борьбы с разрушением полимеров. Ряд успехов был достигнут в совершенствовании методов упрочнения путем ориентационной вытяжки, создания особых надмолекулярных структур и путем химической модификации полимеров.

Таким образом, в уникальной по оснащенности физической аппаратурой лаборатории, руководимой С. Н. Журковым, проведены и ведутся в настоящее время глубокие исследования физико-механических свойств полимеров. Важной отличительной чертой этих исследований является высокая целеустремленность, проблемное единство и взаимосвязанность работы всего арсенала технических средств.

С. Н. Журков встречает семидесятилетний юбилей полным творческих сил на пути плодотворных исследований.

Редакция и редакция журнала сердечно поздравляют Серафима Николаевича Журкова с его юбилейной датой и желают дальнейших творческих успехов, личного счастья и крепкого здоровья.