

Рентгеновская дифракционная картина неориентированного образца состоит из одного сильного четкого и второго слабого внутренних колец с межплоскостными расстояниями $d=30,2$ и $15,1 \text{ \AA}$ соответственно, связанных с длиной повторяющегося участка цепи макромолекул, а также диффузного гало с $d=4,7 \text{ \AA}$, характеризующего средние расстояния между цепями. Таким образом, дифракционная картина указывает на образование слоистой структуры.

На рисунке приведена рентгенограмма от ориентированного волокна, вытянутого из расплава (ось вытяжки расположена вертикально). Рентгеновская дифракционная картина состоит из рефлексов с $d=30,2$ и $15,1 \text{ \AA}$, находящихся на экваторе рентгенограммы и кругового гало с $d=4,7 \text{ \AA}$. Такой необычный вид рентгеновской дифракционной картины от термотропного жидкокристаллического полимера обусловлен отражением рентгеновых лучей от смектических плоскостей, расположенных не перпендикулярно, а вдоль оси ориентации (вытяжки). В то же время такую ориентацию смектических слоев трудно объяснить расположением в них полностью вытянутых и направленных перпендикулярно оси ориентации (вытяжки) макромолекул. Наиболее вероятно, с нашей точки зрения, складчатое расположение молекул в жидкокристаллических доменах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев А. И., Андреева Н. А., Билибин А. Ю., Скороходов С. С., Эскин В. Е. Высокомолек. соед. А, 1983, т. 25, № 5, с. 1082.
2. Билибин А. Ю., Савинова Т. Е., Шепелевский А. А., Скороходов С. С. А. с. 792834 (СССР). — Опубл. в Б. И., 1982, № 12, с. 284.

Институт высокомолекулярных
соединений АН СССР

Поступило в редакцию
7.III.1984

УДК 541.64:539.3

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Кечекьян А. С., Орлов Е. Н.

Известно, что долговечность и прочность нагруженного полимерного материала зависят от приложенного напряжения σ , уменьшаясь с возрастанием его величины и времени воздействия [1, 2].

Обнаружено, что при холодной вытяжке ряда полимеров (полиамид 6, ПЭТФ, ПП) предварительное нагружение в течение некоторого времени приводит к возрастанию предела вынужденной эластичности $\sigma_{\text{вз}}$, которое становится тем выше, чем больше σ . Возрастание $\sigma_{\text{вз}}$ наблюдается не только после действия постоянного напряжения, но и вследствие мгновенного нагружения с последующим изометрическим закреплением образца.

На рисунке представлены графики зависимости $\sigma_{\text{вз}}$ от σ , полученные при вытяжке со скоростью 50 мм/мин (начальная относительная скорость $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$). В опытах, которым отвечает верхняя кривая, с поддерживали приблизительно на уровне перехода материала в шейку при вытяжке с той же скоростью. Как видно, наибольшее возрастание $\sigma_{\text{вз}}$ происходит в первые минуты приложения нагрузки, затем быстро ослабевает. При увеличении σ наблюдается большее возрастание $\sigma_{\text{вз}}$, но происходящее лишь до определенной величины σ , выше которой в образце возникает шейка в процессе нагружения. Таким образом, обнаруженная зависимость соблю-

дается, видимо, ниже определенных значений σ , при превышении которых поведение материала соответствует предсказаниям кинетической теории прочности.

Кратковременная разгрузка образца после предварительного нагружения приводит к исчезновению описанного эффекта за ~ 3 с и ослаблению его при меньшей длительности разгрузки. При последующем нагружении

возрастание $\sigma_{\text{вз}}$ происходит вновь в соответствии с зависимостью, изображенной на рисунке. Остаточная деформация, измеренная после мгновенной (десяти доли секунды) разгрузки образца, нагруженного в течение 30 мин напряжением 37 МПа, не превышала 1,5%. Через 5 с, когда описанный эффект полностью исчезает, она составляла 1%.

Обнаруженная закономерность соблюдается и при возникновении так называемой шейки второго порядка, развивающейся в некоторых случаях на втором (восходящем) участке деформационной кривой, где эффект оказывается значительно большим.

Предел прочности σ_p ориентированных полимерных материалов также возрастает под влиянием предварительного нагружения при действии напряжений, далеких от разрыв-

ных. Зависимость предела вынужденной эластичности полiamида 6 от длительности предварительного нагружения при $\sigma=37$ (1) или 22 МПа (2); 3 — начальный участок кривой растяжения не нагруженного предварительно образца

ных. В проведенных опытах σ_p ориентированного образца полiamида 6 при скорости растяжения 200 мм/мин (начальная относительная скорость $1,5 \cdot 10^{-2}$ с $^{-1}$) увеличился на 22% после предварительной выдержки под напряжением, составляющим 83% от разрывного в течение 1 ч. Остаточная деформация образца, нагруженного в течение 1 ч, равнялась 6% при мгновенной разгрузке и 5,5% спустя 5 мин. Влияние предварительного нагружения на σ_p ориентированных полимеров проявляется, по-видимому, медленнее, чем на $\sigma_{\text{вз}}$ тех же изотропных. Исчезновение эффекта при разгрузке также происходит медленнее (в изложенном выше эксперименте его снижение с 22 до 5% произошло за 1,5 мин).

Наиболее вероятным объяснением описанного явления представляется релаксация локальных напряжений, происходящая в нагруженном материале с течением времени, вследствие чего при последующей вытяжке требуется большее среднее напряжение для достижения $\sigma_{\text{вз}}$ или σ_p .

ЛИТЕРАТУРА

- Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974.
- Аскадский А. А. Деформация полимеров. М.: Химия, 1973, с. 395.

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

Поступило в редакцию
5.IV.1984