

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Краткие сообщения

Том (Б) XV

1973

№ 7

УДК 541.64:552.125

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ГРАДИЕНТА СКОРОСТЕЙ (СИЛ) НА ОБРАЗОВАНИЕ γ -ФОРМЫ КРИСТАЛЛИТОВ В НИТЯХ ПОЛИКАПРОАМИДОВ

А. Н. Зайцев

Как было показано в [1], в свежесформованном волокне поликаапропамида (ПКА), полученным по обычной технологической схеме, происходит самопроизвольный переход γ -формы кристаллитов в α -форму. Однако, если скорость приема нити на бобину возрастает от обычных 500–600 до 3500–4000 м/мин, в волокне образуется ориентированная γ -форма кристаллитов, которая в отличие от предыдущего случая не обнаруживает самопроизвольного γ – α -перехода [2]. Авторы [3, 4] полагают, что причиной устойчивости γ -формы при больших скоростях приема является значительный продольный градиент скоростей в струйке расплава формирующейся нити.

Следует однако заметить, что при скоростях приема нити 3500–4000 м/мин на поверхности раздела полимер – воздух возникают значительные тангенциальные силы, под действием которых в струе расплава появляется заметный поперечный градиент скорости. Этот поперечный градиент скорости, наряду с продольным, также может быть причиной возникновения ориентированной и устойчивой γ -формы. Роль того или иного градиента скорости в образовании устойчивой γ -формы в данной работе выявлена путем формования волокна в среду более вязкую, чем воздух. В этом случае можно существенно увеличить поперечный градиент скорости в струйке расплава при скоростях приема нити на бобину, не превышающих обычно принятые в производственных условиях, т. е. сохранив продольный градиент скорости в таких пределах, когда не образуется ориентированной и устойчивой γ -формы.

Экспериментальная часть *

Моноволокно формировали из крошки ПКА на стенде, схема которого представлена на рис. 1.

Из капилляра (диаметр 0,35 мм) фильтры 1 расплав ПКА выдавливался в расставленный металлы (сплав Вуда с т. пк. 78°), заполняющий полость алюминиевой трубы 2, в стенках которой имеются нагреватели 3 и охладители 4. Термопары, установленные на различных расстояниях от фильтров вдоль трубы, благодаря большой теплопроводности расплавленного металла позволяют судить о температуре нити в зоне формования. Подбором режима работы нагревателей и охладителей в жидкой ванне установлена температура, близкая к режиму охлаждения нити при формировании в воздухе со скоростью приема 500–600 м/мин, так что

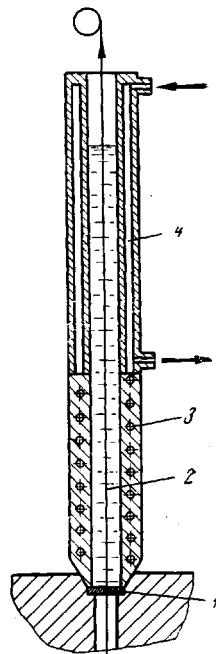


Рис. 1. Установка для формования волокон при повышенном поперечном градиенте скоростей

* В опытах принимали участие В. А. Артюх, Л. В. Легут, А. В. Паневин, С. А. Половникова.

в обоих случаях струя расплава затвердевала на расстоянии ~ 40 см от фильтры. Равенство расстояний от фильтры до точки затвердевания позволяет сравнивать величины продольных градиентов скорости по скорости приема нити на бобину.

Результаты и их обсуждение

Для уменьшения вклада продольного градиента скорости в формирование структуры в струйке расплава в данной работе использовали скорости приема нити 150–200 м/мин, что значительно меньше скоростей, при которых получается неориентированное волокно, проявляющее самопроизвольный γ – α -переход. Естественно, что при таких низких скоростях приема нити при формировании в воздухе также получали волокно с изотропной ориентацией кристаллитов и γ – α -переходом. Если же при неизменной скорости приема, т. е. при постоянном продольном градиенте скорости, формование проводили в расплав Вуда, то картина резко менялась.

В этом случае образовывалось почти полностью вытянутое волокно (разрывное удлинение $\sim 40\%$) с ориентированной и устойчивой γ -формой кристаллитов. Поскольку условия формования подбирали таким образом, что сплав Вуда не менял режим охлаждения волокна при формировании, присутствие расплава из-за значительной его динамической вязкости проявлялось лишь в увеличении сил трения на поверхности расплавленной струйки и, следовательно, в образовании значительного поперечного градиента скоростей при формировании.

Таким образом, именно поперечный градиент скорости, имеющий место при формировании, является одной из основных причин появления ориентированной и стабильной γ -формы кристаллитов в волокнах ПКА. Этот вывод, вероятно, справедлив и для случая формования нити со скоростями приема 3500–4000 м/мин, когда возникает заметное трение полимера о стенки фильтры и об окружающий воздух.

Связь между наличием поля поперечного градиента скоростей или сил и образованием устойчивой γ -формы кристаллитов в волокнах ПКА проявляется не только при формировании изделий, а имеет более общий характер. Так, максимальное вытягивание при комнатной температуре свежесформованной нити через лезвие (рис. 2), т. е. при наличии поперечного градиента сил, в первые 20–30 мин. после формования фиксирует ориентированную γ -форму. При вытягивании через лезвие в последующие моменты времени, так же как и при обычном вытягивании (усилие направлено вдоль оси волокна), на рентгенограммах наблюдаются рефлексы только α -формы кристаллитов [1].

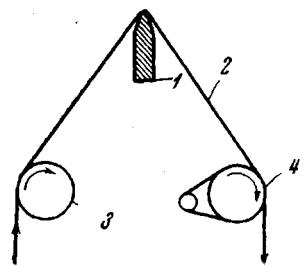


Рис. 2. Схема вытягивания волокна через лезвие:

1 — лезвие, 2 — волокно, 3 — подающая бобина, 4 — приемная бобина

Поступила в редакцию
19 I 71

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Зайцев, Химич. волокна, 1970, № 5, 75.
2. А. Ziabicki, Kolloid-Z., 167, 132, 1959.
3. А. Ziabicki, K. Kadzierska, J. Appl. Polymer Sci., 2, 14, 1959.
4. А. Ziabicki, J. Appl. Polymer Sci., 2, 24, 1959.