

УДК 535.226

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИОННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ОДНООСНУЮ ДЕФОРМАЦИЮ ПОЛИПРОПИЛЕНА

З.А. ГРИГОРЯН

Горисский филиал государственного инженерного  
университета Армении

(Поступила в редакцию 16 января 2002 г.)

Изучены механические свойства полипропилена в зависимости от способа деформации и кристаллизации. Установлено, что увеличение прочности полипропилена обеспечивается предварительной ориентационной кристаллизацией. Для этого аморфную пленку вначале растягивают и кристаллизуют, затем ее повторно деформируют. Эти способы воздействия на пленку полимера обеспечивают увеличение ориентации кристаллов в пленке полимера и ее прочности.

Получение высокомодульных и высокопрочных полимерных материалов в настоящее время является одной из важнейших задач физики и технологии полимеров. Вопросы, связанные с описанием структуры высокоориентированных полимеров и ее влияния на физико-механические свойства решены еще не полностью и неоднозначно [1,2]. Прочность и другие механические характеристики аморфно-кристаллического ориентированного полимера в значительной степени определяются функцией распределения по длинам проходных цепей, находящихся в аморфных межкристаллитных областях [3].

Известно, что кристаллизация расплавов гибкоцепных полимеров в отсутствие внешних силовых воздействий происходит со складыванием цепей, так что полимерная пленка в целом состоит из большого числа мелких складчатых кристаллов, связанных между собой малым числом проходных цепей, дефицит которых и является причиной низких прочностных характеристик такого материала [4].

Целью настоящей работы является изучение влияния исходной надмолекулярной кристаллической структуры на механические свойства при одноосной ориентации пленок промышленных марок полипропилена.

Исследования проводились на полипропилене марки 21060-16 с индексом расплава 1,6 г/10 мин. Разрывную прочность измеряли на

разрывной машине марки РМТ-250 с погрешностью измерений 0,5%. Изменение надмолекулярной организации полипропиленовых пленок контролировалось методом малоуглового рассеяния поляризованного света.

Известно также [1,2], что вытяжка аморфно-кристаллических полимеров приводит к образованию фибриллярной структуры, имеющей высокую анизотропию физико-механических свойств. Для полипропилена при определенной температуре и кратности вытяжки  $\lambda > 15$  кристаллиты уже оказываются практически полностью ориентированными в направлении деформации.

Исследования проводились двумя способами. Первый из них включает экструдирование пленки с последующей одноосной ориентацией в аморфно-кристаллическом состоянии при различных кратностях  $\lambda = 8$  и  $\lambda = 10$  при температуре  $T = 398\text{K}$ .

Второй способ заключается в формировании пленки, кристаллизацию которой проводят с предварительной ориентацией  $\lambda = 1,5$ , с последующей одноосной ориентацией для  $\lambda = 8$  и  $\lambda = 10$  при той же температуре  $T = 398\text{K}$ . На рис.1 приведена зависимость прочности на разрыв ( $\sigma_p$ ) пленок полипропилена от  $\lambda$ .

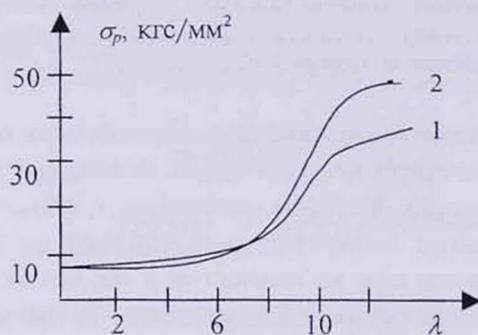


Рис.1. Зависимость прочности на разрыв пленок полипропилена от кратности вытяжки  $\lambda$ .

Из рис.1 видно, что с увеличением удлинения от  $\lambda = 8$  до  $\lambda = 10$  прочность на разрыв пленок, подготовленных по первому способу, увеличивается незначительно по сравнению с пленками, полученными вторым способом.

Прочность ориентированных пленок аморфно-кристаллического полипропилена связана с числом проходных цепей в межкристаллитных аморфных областях [5]. При обычном режиме формирования пленок образуются кристаллиты со сложными цепями и структура аморфных межфибриллярных областей в основном связана со скоростью и температурой формирования и деформации.

При предварительной ориентационной кристаллизации для

$\lambda = 1,5$  происходит частичное упорядочивание в межкристаллитных областях, которое приводит к увеличению числа проходных цепей. После формирования пленок полипропилена, с предориентацией в начальной стадии процесса, дальнейшая ориентационная вытяжка приводит к увеличению разрывной прочности за счет значительного числа проходных цепей, которые возникают во время ориентационной кристаллизации.

В работе [6] проведены подробные экспериментальные исследования по отжигу аморфно-кристаллических гибкоцепных полимеров. Показано, что отжиг аморфно-кристаллических гибкоцепных полимеров, таких, как полихлоропрен и полиэтилен низкой плотности приводит к дополнительной кристаллизации в межкристаллитных областях. Образование дополнительного кристаллита на поверхности основных кристаллитов при отжиге аморфно-кристаллических гибкоцепных полимеров приводит к значительным изменениям надмолекулярной структуры. Эти изменения состоят в уменьшении длин всех типов частей макромолекул межкристаллитных областей и выравнивании по длинам проходных цепей макромолекул. Следовательно, как отжиг, так и предориентация при формировании пленок приводят к улучшению механических характеристик аморфнокристаллических гибкоцепных полимеров. При увеличении разрывной прочности предварительно ориентированных высокоориентированных пленок полипропилена наблюдается уменьшение разрывного удлинения до 7%. Для использования в технических целях ориентированных полипропиленовых пленок, повышение качества материала достигается увеличением разрывной прочности и уменьшением разрывного удлинения.

Методом малоуглового рассеяния поляризованного света исследованы изменения интенсивности  $H_v$ -дифрактограмм пленок полипропилена, полученных как без, так и с предварительной ориентацией. Распределение интенсивности показывает, что в первом случае имеются сферолиты диаметром 7-9 мкм. Эти сферолиты отчетливо наблюдаются в поляризационном микроскопе. С увеличением степени предориентации наблюдается деформация сферолитной структуры, которая сопровождается резким увеличением интенсивности и изменением формы малоуглового рассеяния поляризованного света. Таким образом, исследование структуры пленок полипропилена, полученных с предориентацией, дает возможность предположить, что процесс ориентационной кристаллизации приводит по крайней мере к частичной ориентации кристаллитов, что способствует увеличению числа проходных цепей и в конечном счете росту разрывной прочности высокоориентированных полипропиленовых пленок.

Следует отметить, что дальнейшее увеличение степени предориентации обеспечивает ориентационную кристаллизацию еще в процессе экструзии. При этом высокоориентированные пленки имеют по-

вышенную разрывную прочность. С технологической точки зрения представляют интерес методы, позволяющие получить пленки с высокой степенью молекулярной ориентации непосредственно в процессе формирования.

Результаты этих исследований позволили разработать и применить различные технологические приемы, обеспечивающие получение технического высокоориентированного полипропиленового шпагата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Чиферри, И.Л.Уорд. Сверхвысокомолекулярные полимеры. Л-д, Химия, 1983.
2. Ю.М.Бойко, М.Я.Шерман. Высокомол. соед. А, 40, 279, (1998).
3. М.Г.Зайцев. Высокомол. соед., А, 26, 2394 (1984).
4. Т.Г.Литвина, Г.К.Ельяшевич, В.Г.Баранов. Высокомол. соед. В, 24, 387 (1982).
5. А.А.Турецкий, А.О.Баранов, С.М.Чвалун, Ю.А.Зубов, Э.В.Прут, Н.Ф.Бакеев, Н.С.Ениколопан. Высокомол. соед. А, 28, 2141 (1986).
6. А.М.Машурян, Г.Т.Аванесов, З.А.Григорян, П.Г.Петросян. Ученые записки ЕГУ, №2, 52 (1998).

ՆԱԽՆԱԿԱՆ ԿՈՂՄՆՈՐՈՇՎԱԾ ԲՅՈՒՐԵՂԱՑՄԱՆ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՊՈԼԻՊՐՈՊԻԼԵՆԻ ՄԻԱՌԱՆՑՔԱՅԻՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՎՐԱ

Զ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ուսումնասիրված են պոլիպրոպիլենի մեխանիկական հատկությունները կախված դեֆորմացիայի եղանակից և բյուրեղացումից: Հաստատված է, որ պոլիպրոպիլենի ամրության մեծացումն ապահովվում է նրա նախնական կողմնորոշված բյուրեղացման միջոցով: Դրա համար սկզբում ժապավենը ձգում են և բյուրեղացնում: Այնուհետև այն ենթարկում են կրկնակի դեֆորմացիայի: Պոլիմերային ժապավենի վրա այսպիսի ներգործությունն ապահովում է բյուրեղների կողմնորոշվածության մեծացումը, որն էլ իր հերթին բերում է ամրության մեծացմանը:

## INFLUENCE OF PRELIMINARY ORIENTATIONAL CRYSTALLIZATION ON THE UNIAXIAL DEFORMATION OF POLYPROPYLENE

Z.A. GRIGORYAN

Mechanical properties of polypropylene are studied depending on the way of its deformation and crystallization. It is established that a preliminary orientational crystallization results in a rise of polypropylene strength. For this purpose an amorphous film was preliminary expanded, then crystallized and deformed again. These ways of influence on a polymer film provide an increase in the orientation of crystals in the film and in its strength.