

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

*В. М. Горчакова, В. И. Мишустин, В. Л. Важула,
С. И. Соколов, С. С. Волоцкий*

В ранее проведенном исследовании [1] было замечено, что прочность сварных соединений полимерных пленок никогда не достигает прочности исходных пленок (для поликарбонатной пленки относительная прочность сварных соединений, полученных при оптимальных режимах сварки, составляет 30 %, для полипропиленовой пленки — 65 % и для полиэтиленовой — 70 %). Сварные соединения, полученные при оптимальных режимах сварки, разрушаются когезионно, с обрывом пленки в окколошовной зоне.

Причиной этих явлений (понижения относительной прочности и особого характера разрушения) может быть дезориентация полимера в процессе сварки и появление внутренних напряжений, ослабляющих сварной шов и окколошовную зону.

Изучение этих причин и явилось целью данного исследования.

В качестве объектов исследования были выбраны сварные соединения промышленных пленок полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), полипропилена (ПП) и поликапроната (пленка ПК-4). Оптимальные режимы получения сварных соединений: 160, 190, 220° для ПЭНП, ПП, ПК-4 соответственно, продолжительность сварки 30 сек, давление при сварке 0,4 для ПЭНП и 0,5 кГ/см² для ПП и ПК-4.

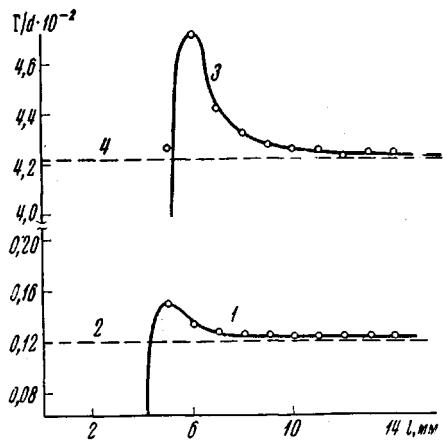


Рис. 1. Зависимость двойного лучепреломления Γ/d в сварных соединениях ПЭНП и ПК-4 (1, 3) и исходной пленки (2, 4) от расстояния от середины сварного шва l

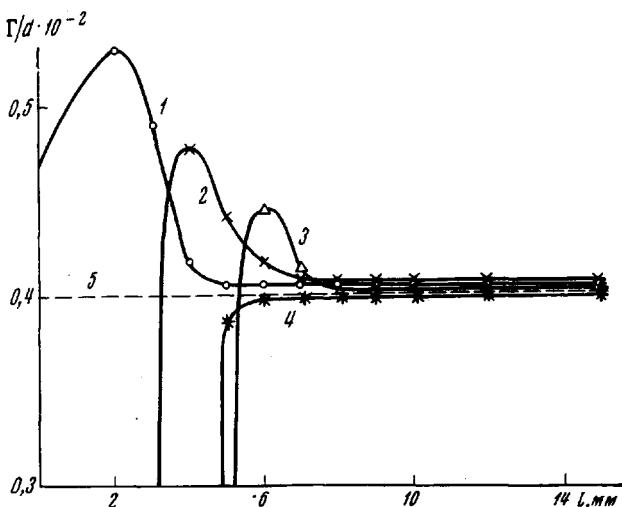


Рис. 2. Зависимость двойного лучепреломления Γ/d в сварных соединениях ПП (1—4) и исходной пленке (5) от расстояния от середины сварного шва l :
1—4 — зависимость $\Gamma/d = f(l)$ для сварных соединений ПП, полученных при температуре сварки 160, 190, 200, 220° соответственно

Для ПП были получены также сварные соединения при 160, 200, 220°, продолжительности сварки 30 сек, давлении 0,5 кГ/см².

Двойное лучепреломление в сварных соединениях исследовали поляризационно-оптическим методом [2], измеряя его величину на поляризационном микроскопе Полми А с помощью компенсатора Берека.

Разность хода измеряли в середине шва ($l = 0$), затем в точках через 1 мм в направлении l , перпендикулярном шву, до постоянного значения оптической разности хода Γ исходной пленки; значения двойного лучепреломления относили к единице толщины d пленки.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1—3. Все исходные пленки обладают определенным двойным лучепреломлением, характеризующим их анизотропию, причем по убывающей степени анизотропности они располагаются в ряд: ПК-4, ПП и ПЭНП.

В сварных соединениях, полученных при оптимальных режимах сварки, в середине сварного шва двойное лучепреломление отсутствует, на определенном расстоянии от шва (в окколошовной зоне) двойное лучепреломление максимально, затем оно падает, приближаясь к значениям двойного лучепреломления исходной пленки.

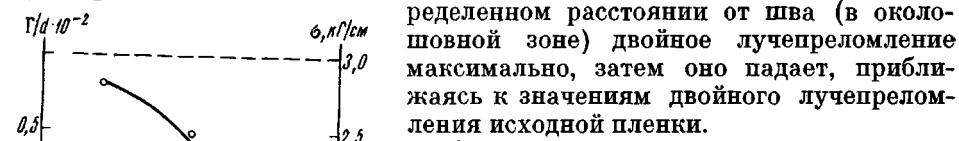


Рис. 3. Зависимость двойного лучепреломления Γ / d (1) и прочности σ сварных соединений (2) ПП от температуры сварки; пунктирная линия — исходная пленка

взаимодействуются при быстром охлаждении тонких пленок и обусловливают дополнительное двойное лучепреломление.

Двойное лучепреломление сварных соединений зависит также от температурного режима сварки. Из данных рис. 2 видно, что при температуре сварки полипропилена ниже оптимальной, двойное лучепреломление появляется даже в сварном шве: оно возрастает до максимального значения и затем падает до значения двойного лучепреломления исходной пленки.

Нами установлено, что падение относительной степени ориентации в сварном шве, оцениваемой по отношению величины двойного лучепреломления в сварном шве к величине двойного лучепреломления в исходной пленке, тем сильнее, чем выше температура сварки.

По мере повышения температуры сварки величина двойного лучепреломления в окколошовной зоне падает, и максимум на кривой $\Gamma / d = f(l)$ сдвигается от шва в сторону пленки, не подвергнутой непосредственному тепловому воздействию.

Вследствие высокой температуры сварки плавление пленок происходит и за границей сварного шва, что приводит к более глубокой дезориентации макромолекул полимера и падению его двойного лучепреломления. Падение двойного лучепреломления с повышением температуры сварки обусловлено также тем, что медленное охлаждение, скорость которого понижается

с ростом перепада температур, приводит к уменьшению эффекта замораживания напряжений. Максимальные внутренние напряжения возникают в околосшовной зоне, по которой и происходит разрушение сварных соединений.

Проведенное исследование сварных соединений ПП, полученных при различных температурах сварки (рис. 3), показало, что прочность сварных соединений падает с увеличением максимальной величины двойного лучепреломления в околосшовной зоне, т. е. с увеличением внутренних напряжений в образце.

Однако наши попытки рассчитать коэффициент корреляции между двойным лучепреломлением и прочностью сварных соединений окончились неудачей, очевидно, вследствие того, что на прочности сварных соединений оказывается не только появление внутренних напряжений, но и дезориентация макромолекул полимера, изменение его химической структуры, изменение степени кристалличности, размеров кристаллических образований и их распределения по размерам.

Выводы

1. Поляризационно-оптическим методом исследована оптическая анизотропия в сварных соединениях пленок полиэтилена низкой плотности полипропилена и поликапроамида.
2. Максимальная оптическая анизотропия возникает в околосшовной зоне сварного соединения из-за наличия температурного градиента в образце при сварке.
3. Показано, что оптическая анизотропия в сварных соединениях связана как с дезориентацией полимера при сварке, так и с появлением внутренних напряжений. Последнее определяет прочность и характер разрушения сварных соединений.
4. С повышением температуры сварки двойное лучепреломление в сварном соединении понижается вследствие увеличения степени дезориентации макромолекул.

Московский институт
тонкой химической технологии
им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию
16 III 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Мишустин, В. Л. Вакула, С. В. Вуюцкий. Пласт. массы, 1969, № 10, 33.
2. Ф. Ринне, М. Берек, Оптические исследования при помощи поляризационного микроскопа, ОНТИ, 1937.