

P-P

541/—

K76

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А. М. ГОРЬКОГО

На правах рукописи

Н. Я. КОЧЕНЮК

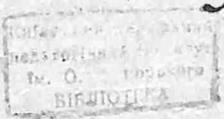
**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА
В НЕКОТОРЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ
ПОЛИМЕРАХ**

(054, молекулярная физика)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

*диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук*

541 (руч)



- 76

КИЕВ — 1971

**НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова**



100313313

53

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А. М. ГОРЬКОГО

На правах рукописи

Н. Я. КОЧЕНЮК

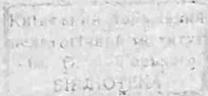
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА
В НЕКОТОРЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ
ПОЛИМЕРАХ

(054, молекулярная физика)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

*диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук*

541- (044)



КИЕВ — 1971

В В Е Д Е Н И Е

Распространение звука в веществе, имея релаксационную природу, оказывается тесно связанным с молекулярным движением, которое при прочих одинаковых условиях определяется составом и структурой вещества. Поэтому, изучая зависимость акустических параметров вещества от различных условий (температуры, давления и пр.) можно получить информацию о характере молекулярных движений в данном веществе, о их связи со структурой и внешними воздействиями.

Молекулярно-кинетическая интерпретация результатов акустических измерений в полимерах представляет известные трудности, обусловленные сложностью строения молекул. С гибкостью полимерных молекул, являющейся следствием их цепочного строения и необычных размеров, связана специфика релаксационных процессов, от которых решающим образом зависят свойства материала. Особенно сложными объектами для анализа протекающих в них релаксационных процессов являются кристаллизующиеся полимеры. Для этих полимеров характерно, как известно, многообразие и сложность морфологических форм. С другой стороны, как показано в работах Каргина В. А., Соголовой Т. И., Бартенева Г. М., Зеленева Ю. М. и др., существует непосредственная связь физико-механических свойств полимеров с надмолекулярной организацией их структуры. Эти свойства хотя и зависят в конечном счете от молекулярного строения полимера, но передаются через надмолекулярную организацию.

Знание взаимосвязи между молекулярной и надмолекулярной структурой кристаллических полимеров и их физико-механическими свойствами является важной, но еще мало изученной научно-технической проблемой.

Недостаточная изученность темы является одной из основных причин того, что в литературных источниках, посвященных исследованию релаксационных процессов в кристаллических полимерах, сообщаются иногда существенно отличающиеся, а порой и противоречивые сведения даже в тех случаях, когда была использована одинаковая экспериментальная техника.

Известно, что важнейшими факторами надмолекулярной структуры полимерного материала, оказывающими решающее влияние на его механические свойства, в том числе и на те, которые проявляются при динамическом нагружении, являются степень кристаллической упорядоченности и ориентации структуры. Однако характер этого влияния и его эффективность зависят от строения молекулярных цепей, определяющего физическую структуру полимера.

Изменение кристалличности и молекулярной ориентации по разному сказывается на механических свойствах и их температурно-частотной зависимости различных материалов, отличающихся жесткостью и разветвленностью молекулярных цепей, природой межмолекулярных сил и пр.

Представлялось интересным с теоретической и практической точек зрения изучить влияние изменения ориентации элементов структуры (в качестве количественной меры ориентации взято двулучепреломление $\Delta n = n_{\perp} - n_{\parallel}$) и кристалличности на скорость распространения и поглощения звука, а также на соотношение упругих и рассеивающих свойств кристаллических полимеров с различной степенью сложности строения макромолекул.

Поставлена задача исследовать:

1. Температурную зависимость акустических параметров полимеров с различным строением молекул.

2. Влияние изменения кристалличности и молекулярной ориентации на температурный ход акустических параметров в связи со строением молекулярных цепей полимеров.

3. Связь релаксационных свойств полимеров с их химической индивидуальностью.

4. Как проявляются изменения релаксационных свойств полимеров с различным стрессом молекул при изменении кристалличности и молекулярной ориентации.

Исследования выполнены в широком интервале температур (от -180°C до температуры, близкой к температуре плавления).

Для решения поставленной задачи выбраны линейные кристаллические полимеры, структура которых (молекулярная и надмолекулярная) сравнительно полно изучена. Были взяты полиэтилен высокого давления, полипропилен, капрон, анид и полиэтилентерефталат. Образцы изготовлены в виде волокон.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов и изложена на 120 страницах машинописного текста.

Диссертация содержит 68 рисунков и 5 таблиц.

I.

Первая глава представляет собой обзор литературы, относящейся к решаемой в диссертации задаче.

В § 1 рассматривается феноменологическая теория распространения волн в вязко-упругих средах, какими являются полимерные материалы.

Решение этой задачи для изотропных вязко-упругих сред дано в нескольких работах, отличающихся формой и полнотой изложения при одинаковом по сути физическом подходе. Путем объединения уравнения движения и реологического уравнения состояния получается волновое уравнение, решение которого дает соотношения, связывающие акустические параметры с динамическими характеристиками упругих и вязких свойств материала.

Феноменологическая теория линейной вязко-упругости при динамическом режиме нагружения тел позволяет связать скорость распространения и коэффициент поглощения звука со спектром времен релаксации, но не раскрывает молекулярного механизма релаксационных процессов.

Знакопеременное нагружение вязко-упругого тела или распространение в нем возмущений сопровождается частичным переходом механической энергии в тепло (механические потери). Изложению физических причин этого явления посвящен § 2.

В § 3 излагаются современные взгляды на молекулярный механизм переходов и релаксационных явлений в твердых полимерах. Отмечено множество релаксационных механизмов в полимерных материалах и отсутствие удовлетворительной количественной молекулярной теории их.

Молекулярно-кинетическая интерпретация этих процессов в подавляющем большинстве работ носит качественный характер.

В § 4 сообщаются и анализируются наиболее важные литературные данные о релаксационных процессах в исследуемых нами полимерных материалах, полученные различными динамическими механическими методами (крутильные, изгибные и продольные колебания, продольные и поперечные волны и др.).

Эти данные в какой-то мере помогают уяснить механизм влияния изменения кристалличности и молекулярной ориентации образцов на их акустические параметры.

II.

Вторая глава посвящена решению вопросов, относящихся к методике акустических, а также вспомогательных измерений. Обосновывается выбор объектов исследования и приводятся их характеристики. Описывается методика термической и механической обработки образцов, результаты которой сведены в соответствующие таблицы.

Измерение скорости (C) и коэффициента поглощения звука (α) в исследованных волокнах выполнено методом бегущей волны на частоте 12,8 кгц. Основная трудность этой экспериментальной задачи—термостатирование образца длиной 50—60 см в широком интервале температур. Нами сконструирован специальный цилиндрический воздушный термостат, позволяющий довести практически до нуля градиент температуры вдоль образца и избавиться источник колебаний и кристалл приемника сигналов от температурных воздействий. В таком термостате можно получить регулируемые температуры от -180°C до $+300^{\circ}\text{C}$ с отклонениями от заданной температуры не больше 2°C .

Вычисление коэффициента поглощения звука в волокнах по экспериментальным данным распределения амплитуды колебаний вдоль образца усложнено образованием стоячей

волны между источником колебаний и приемником: С учетом этого эффекта, ощутимого при небольших поглощениях, коэффициент поглощения находился с помощью соотношения:

$$(th)^{-1} \frac{V_{\min}}{V_{\max}} = \alpha l + \beta$$

где V_{\max} и V_{\min} — соседние максимум и минимум амплитуды колебаний в стоячей волне, l — расстояние от источника колебаний до максимума, β — константа, связанная с коэффициентом отражения, α — амплитудный коэффициент поглощения звука.

Скорость распространения звука вычислялась по формуле $c = \lambda \nu$

где ν — частота колебаний.

Длина волны λ определялась по расстоянию между двумя соседними максимумами амплитуды колебаний в стоячей волне.

Выполнены следующие вспомогательные измерения:

1. Измерена плотность образцов при 25°C (для некоторых образцов получена температурная зависимость плотности, включающая область плавления).

2. Измерено двулучепреломление волокон при 25°C (для некоторых вытянутых образцов получена температурная зависимость Δn).

3. Для исходных образцов (не подвергавшихся обработке) получены кривые дифференциального термического анализа.

4. Выполнены некоторые рентгенографические исследования.

Обработка образцов волокон заключалась в отжиге их с целью изменения кристалличности и в вытягивании, необходимым для изменения молекулярной ориентации.

Отжиг производился в вакууме. Изменение степени кристалличности оценивалось по изменению плотности.

Волокна вытягивались на специальном лабораторном стенде, позволяющем получать различные кратности вытяжки с заданной скоростью.

III.

В третьей главе излагаются результаты исследования влияния изменения степени кристалличности волокон на их акустические параметры (скорость распространения и амплитуд-

ный коэффициент поглощения звука), а также на тангенс угла механических потерь и температурный коэффициент скорости звука.

Кривые $C(t)$ для различных материалов и образцов, отличаясь количественно, в общих чертах сходны для всех исследованных нами полимеров. Эти зависимости представляют собой монотонно спадающие кривые, крутизна которых резко увеличивается в релаксационных областях. Температурный коэффициент скорости звука, отрицательный во всем интервале температур, изменяется по абсолютной величине. Пики на температурной зависимости $|dc/dt|$ соответствуют определенным релаксационным процессам в материале.

Кривые $\alpha(t)$ для различных материалов и образцов отличаются высотой, формой, расположением по температурной оси и количеством релаксационных пиков.

Характер влияния изменения кристалличности на температурный ход акустических параметров определяется индивидуальными особенностями материала.

Полиэтилен высокого давления (П. Э. в д.)

Исследованы три образца неориентированного моноволокна с кристалличностью 34,2%, 36,4% и 39,5% в интервале температур -170°C + $+107^{\circ}\text{C}$.

Оказалось, что скорость звука для всех образцов имеет практически одинаковый температурный ход и в указанном интервале температур уменьшается от 2500 м/сек до 200 м/сек. На кривых $C(t)$ наблюдаются три релаксационных спада, которые на температурной зависимости температурного коэффициента скорости звука отражены пиками с вершинами при температурах -130°C , -25°C , $+20^{\circ}\text{C}$ и высотой соответственно 11, 16 и 12 м/сек. град.

На кривых $\alpha(t)$ также проявляются три упомянутых релаксационных процесса. Максимумы поглощения первых двух релаксационных областей (в направлении возрастания температуры) наблюдаются при -100°C (γ — область) и -26°C (β — область), температура α — максимума зависит от кристалличности. С увеличением кристалличности образцов происходит сужение γ — области и наблюдается тенденция уме-

нышения максимума поглощения в ней, в β — области не происходит существенных изменений.

α — Релаксация весьма чувствительная к термической предыстории образцов, с ростом кристалличности релаксационный пик этой области сдвигается в сторону высоких температур, а максимум поглощения увеличивается.

С увеличением кристалличности ослабевают рассеивающие свойства моноволокон из ПЭ в. д. Изменения тангенса угла механических потерь в областях β —и γ — релаксаций по характеру такие же, как и изменения коэффициента поглощения в этих областях.

В высокотемпературной релаксационной области пик $\tau\omega$ сдвигается в сторону высоких температур с увеличением кристалличности, а высота его при этом уменьшается.

Полипропилен (ПП)

Исследованы четыре образца с кристалличностью 25%, 30,9%, 40,6%, 57,1% в интервале температур $-170^{\circ}\text{C} \div +160^{\circ}\text{C}$.

Скорость звука с ростом кристалличности увеличивается почти линейно в этом интервале температур, причем угловой коэффициент зависимости несколько уменьшается с увеличением температуры. При -140°C она увеличивается от 2300 м/сек до 2800 м/сек в указанном интервале изменения кристалличности, а при 100°C от 560 м/сек до 830 м/сек.

На кривой зависимости скорости звука от температуры имеется три релаксационных спада. Низкотемпературный спад (приблизительно до -20°C) охватывает область γ — релаксации. Спад в интервале $-20^{\circ}\text{C} \div +80^{\circ}\text{C}$ охватывает области β —и α — релаксаций.

Третья область увеличения крутизны кривой $S(t)$ начинается приблизительно при 100°C (предплавление, появление текучести). Все эти закономерности отчетливо отражены также на температурной зависимости температурного коэффициента скорости звука.

На кривой температурной зависимости коэффициента поглощения звука для исходного образца проявляются два релаксационных процесса, соответствующие им максимумы поглощения наблюдаются при температурах -63°C и $+55^{\circ}\text{C}$ и

равны 0,024 неп/см и 0,156 неп/см. На кривых для отожженных образцов высокотемпературный пик раздваивается на α — и β — пик, высота которых с увеличением кристалличности уменьшается. Дилатометрическими измерениями и рентгенографией показано, что этот эффект связан с переходом при отжиге в волокна неустойчивой квазикристаллической структуры в моноклинную.

Низкотемпературный пик (γ) уменьшается по высоте с увеличением кристалличности, не изменяется по форме и не сдвигается вдоль температурной оси.

Механические потери в волновом процессе существенно зависят от кристалличности только выше комнатной температуры, увеличение кристалличности образцов приводит к уменьшению $tq\beta$ и изменению формы релаксационного пика.

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ)

Исследованы четыре образца с кристалличностью 36,4%; 41,9%; 46,1%; 54,8% в интервале температур $-160^{\circ}\text{C} \div 200^{\circ}\text{C}$. Показано, что скорость звука в волокнах ПЭТФ проявляет очень слабую зависимость от кристалличности образцов лишь выше -40°C , ниже этой температуры кристалличность не сказывается на скорости звука.

На кривых $C(t)$ проявляются два релаксационных процесса: при низких температурах и высокотемпературный (β и α)

Поглощение звука уменьшается с увеличением кристалличности образцов во всем интервале температур. Однако в области β — релаксации это явление не существенно. В высокотемпературной же релаксационной области максимум поглощения уменьшается от 0,365 неп/см до 0,160 неп/см в указанном выше интервале изменения кристалличности, т. е. больше, чем в два раза.

Механические потери в полиэтилентерефталатных волокнах также уменьшаются с увеличением кристалличности. Особенно сильно этот эффект выражен в области α — релаксации, тангенс угла механических потерь здесь уменьшается от 0,66 (для кр. 36,4%) до 0,3 (для кр. 54,8%).

Капрон (найлон 6)

Скорость звука измерена в четырех образцах, кристалличность которых занимает интервал 21,5% — 46,1%, в диапазоне температур $-170^{\circ}\text{C} \div +190^{\circ}\text{C}$. Ниже -120°C и выше $+180^{\circ}\text{C}$ она практически не зависит от кристалличности. В остальной части рассмотренного интервала температур увеличение кристалличности образцов приводит к увеличению скорости звука не больше, чем на 250 м/сек на весь интервал кристалличности. На кривых $C(t)$ наблюдается три релаксационных спада (α —, β — γ — релаксация), отражающие изменение молекулярной подвижности с температурой. Эти изменения отчетливо проявляются также на кривых зависимости $|dc/dt|$ от температуры.

В интервале температур $-170^{\circ}\text{C} \div +190^{\circ}\text{C}$ скорость звука в невытянутых капроновых волокнах уменьшается от 2500 м/сек до 600 м/сек.

Амплитудный коэффициент поглощения измерен в интервале температур $-150^{\circ}\text{C} \div +170^{\circ}\text{C}$ для пяти образцов в указанном выше диапазоне изменения кристалличности. Наблюдаются три релаксационные области: основной релаксационный процесс (α) и два вторичных (β и γ).

Наиболее широкий температурный интервал ($40^{\circ}\text{C} \div 170^{\circ}\text{C}$), практически не зависящий от кристалличности образцов, занимает α — процесс.

Влияние увеличения кристалличности образцов на коэффициент поглощения сводится к его уменьшению во всем интервале температур, к сдвигу вдоль температурной оси и изменению формы релаксационных пиков.

Ход кривых температурной зависимости тангенса угла механических потерь в основных чертах сходен с ходом соответствующих кривых для коэффициента поглощения звука.

Выполнены аналогичные исследования амидных волокон (найлон 66). Результаты качественно сходны с соответствующими результатами для капроновых волокон. Имеют место лишь некоторые количественные различия, связанные с разницей концентрации водородных связей в этих двух материалах.

IV.

В IV главе излагаются и обсуждаются результаты исследования влияния изменения степени ориентации структуры в

волокнах (относительно оси волокна) с различным строением молекулярных цепей на акустические параметры в широком интервале температур.

Полиэтилен высокого давления

Исследованы два образца из ПЭ в. д.: исходное моноволокно с незначительной начальной молекулярной ориентацией, сформированное из расплава, и моноволокно, полученное из исходного путем холодной вытяжки (относительное удлинение 540%).

Увеличение температуры сильно влияет на скорость звука в обоих образцах. В пределах температурного интервала $-180^{\circ}\text{C} \div +110^{\circ}\text{C}$ она уменьшается в неориентированном волокне от 2600 м/сек до 200 м/сек, в ориентированном от 5100 м/сек до 200 м/сек. Таким образом, ориентационная вытяжка приводит к значительному увеличению скорости звука в нем. Существенно изменяется при этом и температурный коэффициент скорости звука. В области γ — релаксации он увеличивается по абсолютной величине от 10,5 м/сек град. до 22,5 м/сек. град., значительно увеличиваются по высоте и расширяются β — и α —пик.

На поглощении звука вытягивание моноволокна наиболее резко сказывается в области высокотемпературной релаксации, α — пик на температурной зависимости коэффициента поглощения для вытянутого образца почти полностью исчезает.

Полипропилен

Скорость звука в полипропиленовых волокнах в интервале температур $-170^{\circ}\text{C} \div +160^{\circ}\text{C}$ увеличивается с ростом Δn . Зависимость $S(\Delta n)$ близка к возрастающей экспоненте, крутизна которой уменьшается с увеличением температуры.

Аналогичная зависимость имеет место и для полиэтилен-терефталатных, капроновых, амидных волокон. Кривые температурной зависимости скорости звука в полипропиленовых волокнах отличаются очень слабым спадом в области низких температур. Температурный коэффициент скорости звука для различных образцов, взятых в порядке возрастания кратнос-

ти вытяжки (1, 2, 3, 4, 5), имеет следующие значения при -120°C : 2; 2; 2; 1; 0,5 м/сек. град. Низкотемпературный релаксационный процесс (γ — процесс) проявляется на кривых $S(t)$ только для исходного образца и двухкратно вытянутого.

В области стеклования ход кривых $S(t)$ не проявляет каких-либо особенностей для каждого из пяти исследованных образцов (кроме того, конечно, что более вытянутому образцу соответствует большая скорость).

Выше 70°C характер спада скорости звука с температурой в образцах различной вытяжки несколько отличается. Выше этой температуры в узком интервале температур происходит замедление спада скорости звука. Причем для исходного образца это выражено наиболее отчетливо и очень мало заметно для образца пятикратной вытяжки.

Коэффициент поглощения измерен для пяти образцов с различной степенью молекулярной ориентации в интервале температур $-160^{\circ}\text{C} \div +150^{\circ}\text{C}$. На кривых $\alpha(t)$ проявляются два релаксационных процесса (β и γ). Увеличение степени молекулярной ориентации приводит к уменьшению поглощения. Особенно чувствительная к этим изменениям структура β — релаксация. Изменение Δn от 0,001 до 0,017 (двухкратная вытяжка) приводит к уменьшению максимума коэффициента поглощения в этой области от 0,157 неп/см до 0,100 неп/см, а для образца пятикратной вытяжки ($\Delta n = 0,032$) он равен 0,054 неп/см. Смещение β — максимума вдоль температурной оси после пятикратной вытяжки волокна происходит на 16° (от 54°C до 70°C).

На механических потерях ориентационная вытяжка сказывается лишь в β — области (максимум $tq\delta$ уменьшается от 0,33 до 0,26).

Полиэтиленерефталат

Скорость звука измерена в пяти образцах с различной степенью молекулярной ориентации (Δn изменяется от 0,028 до 0,210) в интервале температур $-150^{\circ}\text{C} \div +210^{\circ}\text{C}$.

На кривых $S(t)$ определены два релаксационных спада с различной крутизной (высокотемпературный и низкотемпера-

турный). Во всем интервале температур $|dc/dt|$ больше для образцов с большей степенью молекулярной ориентации. Кроме того, с увеличением Δn релаксационные пики на кривых температурной зависимости этого параметра смещаются в сторону высоких температур.

Вытягивание полиэтилентерефталатных волокон приводит к уменьшению коэффициента поглощения звука. Релаксационные пики на кривых $\alpha(t)$ при этом не только уменьшаются по высоте, но и сдвигаются в стороны высоких температур. Вершина α — пика на кривой для двухкратно вытянутого образца лежит при 135°C , для трехкратно вытянутого при 146°C , а для пятикратно вытянутого при 170°C . Еще больше сдвигается β — пик.

Капрон (найлон 6)

Кривые $C(t)$ для волокон найлон 6 с различными степенями молекулярной ориентации имеют более плавный спад, чем соответствующие кривые для ПЭ, ПП и ПЭТФ.

Это обусловлено соотношением эффективностей и распределением по температурам трех наблюдаемых в полиамидных волокнах релаксационных процессов. Температурный коэффициент скорости звука увеличивается, а амплитудный коэффициент поглощения и $tq\delta$ уменьшается с увеличением Δn во всем рассматриваемом интервале температур ($-170^\circ\text{C} \div +190^\circ$).

ВЫВОДЫ

1. Зависимость скорости звука от температуры в интервале от -170°C до температуры, близкой к T_g для всех исследованных волокон, независимо от кристалличности и степени молекулярной ориентации, имеет вид монотонно спадающей кривой, крутизна которой на отдельных участках связана с соответствующими релаксационными процессами.

2. Увеличение Δn приводит к увеличению скорости звука во всех исследованных волокнах в указанных выше температурных интервалах. Характер зависимости $C(\Delta n)$ сходен для всех волокон и по форме близок к возрастающей экспоненте, крутизна которой уменьшается с увеличением температуры.

3. Влияние изменения кристалличности волокон на скорость звука в них находится в сильной зависимости от структуры молекул, химической индивидуальности полимера.

В ПЭТФ, отличающемся жесткостью молекул, и в ПЭ с разветвленными молекулярными цепями скорость звука практически не зависит от кристалличности во всем исследованном интервале температур.

В полиамидных волокнах влияние изменения кристалличности на скорость звука существенно, но ослабевает при переходе к низким температурам.

Наиболее сильное влияние изменения кристалличности на скорость звука в полипропиленовом волокне и почти одинаково при всех рассмотренных температурах (не считая близких к плавлению).

4. На скорости звука в полиамидных волокнах в интервале температур $-20^{\circ} \div +170^{\circ}\text{C}$, т. е. в переходной области и в области высокоэластического состояния, сказывается концентрация водородных связей: в амидных волокнах при этих температурах скорость звука несколько больше, чем в капроновых.

5. Изменение степени молекулярной ориентации и кристалличности волокон влияет также на температурный коэффициент скорости звука. С увеличением Δn увеличивается $|dc/dt|$ и сдвигаются в сторону высоких температур релаксационные

пики на температурной зависимости этой величины (исключение β — пик ПЭ в. д.). Увеличение кристалличности приводит к таким же по характеру изменениям.

6. Релаксационные пики на температурной зависимости амплитудного коэффициента поглощения звука для всех волокон сдвинуты относительно соответствующих пиков на кривых температурной зависимости $|dc/dt|$ в сторону высоких температур. Это, очевидно, означает, что максимальная подвижность соответствующих кинетических единиц, обеспечивающая максимальную быстроту температурного спада скорости звука при данной частоте, наступает при нагревании образца раньше, чем возможно перебарывания их через потенциальные барьеры, приводящего к рассеянию энергии.

7. Амплитудный коэффициент поглощения звука для всех исследованных волокон уменьшается с увеличением Δn . Кроме того, в некоторых случаях это приводит к сдвигу релаксационных пиков в сторону высоких температур (в ПА — α — пик; в ПЭТФ — α и β — пик).

8. Влияние кристалличности на амплитудный коэффициент поглощения звука имеет ярко выраженную связь со строением молекулярных цепей.

Увеличение кристалличности капроновых, амидных и полиэтилентерефталатных волокон ослабляет поглощение звука в них. Наиболее ощутим этот эффект в области высокотемпературной релаксации.

Отжиг ПЭ в. д. существенно не изменяет поглощение звука в областях β и γ , но увеличивает высоту α — пика и сдвигает его в сторону высоких температур.

В исходном полипропиленовом волокне обнаруживается только две релаксационные области (низкотемпературная, высокотемпературная).

После отжига высокотемпературный пик распадается на два (α и β), которые уменьшаются с увеличением кристалличности волокна, но не одинаково быстро (α — пик уменьшается быстрее).

9. С увеличением кристалличности волокна и Δn проявляется общая для всех исследуемых волокон тенденция уменьшения механических потерь ($tq\delta$), в разной степени выраженная для различных волокон и интервалов температур.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СТАТЬЯХ:

1. **А. З. Голик, Н. Я. Коченюк.** Измерение скорости распространения и коэффициента поглощения звуковых волн в полимерных волокнах методом бегущих волн в широком интервале температур.

I. Методика измерения. Скорость распространения звука в поликапроамидном волокне. УФЖ. т. XIII. № 10 (1968 г.).

2. **А. З. Голик, Т. П. Танцюра, Н. Я. Коченюк.** Влияние термической и химической обработок на температурную зависимость скорости распространения звука в поликапроамидных волокнах. УФЖ. т. XIII. № 11 (1968 г.).

3. **А. З. Голик, Н. Я. Коченюк.** Исследование скорости распространения и коэффициента поглощения звуковых волн в полимерных волокнах методом бегущих волн в широком интервале температур.

II. Влияние механической и термической обработок полиэтиленовых волокон на скорость и поглощение звука. УФЖ. т. XV. № 8 (1970 г.).

4. **А. З. Голик, Н. Я. Коченюк, М. А. Генина.** Исследование скорости распространения и коэффициента поглощения звуковых волн в полимерных волокнах методом бегущих волн в широком интервале температур.

III. Исследование релаксационных процессов в полипропиленовых волокнах. УФЖ. т. XV. № 8 (1970 г.).

5. **А. З. Голик, Н. Я. Коченюк, М. А. Генина.** Исследование скорости распространения и коэффициента поглощения звуковых волн в полимерных волокнах методом бегущих волн в широком интервале температур.

IV. Влияние кристалличности и ориентации структуры на скорость и поглощение звука в полиэтилентерефталатных волокнах. УФЖ. т. XV. № 11 (1970 г.).

