

Анализовались спектры следующих сигналов: выборка гармонического колебания длительностью 150 мксек (фиг. 2, а), экспоненциальный радиоимпульс (фиг. 2, б), пачка из пяти прямоугольных радиоимпульсов длительностью 20 мксек каждый с периодом следования 28 мксек (фиг. 2, в), выборка суммы трех гармонических колебаний с частотами 974, 1000, 1026 кгц (фиг. 2, г). Масштаб осциллограмм (фиг. 2, а — 2, г) 20 мксек/см. Спектры, приведенные на фиг. 2, д — 2, з (масштаб 15,4 кгц/см) близки к теоретическим. На фиг. 2, и и 2, к показаны соответственно «взвешенная» аппаратная функция и спектр выборки (фиг. 2, з) при использовании «весовой» обработки для улучшения селективности.

При дисперсионном анализе спектра сигналов звуковых и инфразвуковых частот (вибраций механизмов, биологических шумов моря) может применяться предварительная временная компрессия сигнала [5], что позволяет анализировать спектр в реальном масштабе времени с высоким разрешением.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Тверской. Об использовании некоторых особенностей распространения одиночных радиосигналов в замедляющих системах с нелинейной фазовой характеристикой для анализа спектров таких сигналов (канд. диссертация). ГПИ им. А. А. Жданова, Горький, 1961.
2. I. R. Klauder, A. C. Price, S. Darlington, W. J. Albersheim. The theory and design of Chirp radars. Bell Syst. Tech. J., 1960, 39, 4, 745—808.
3. Г. К. Ульянов. Ультразвуковые устройства в современной радиоэлектронике. Тр. ЛИАП, 1969, 64, 3—15.
4. А. М. Кирюхин, О. Д. Москалец, Г. К. Ульянов. Дисперсионный анализ спектров видео- и радиоимпульсов. Тр. ЛИАП, 1969, 64, 40—52.
5. P. Tournois, J. Bertheas. Use of dispersive delay lines for signal processing in underwater acoustics. J. Acoust. Soc. America, 1969, 46, 3, 517—531.

Ленинградский институт
авиационного приборостроения

Поступило в редакцию
27 апреля 1970 г.

УДК 534.8.081.7

ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА НАПОЛНЕННОГО ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

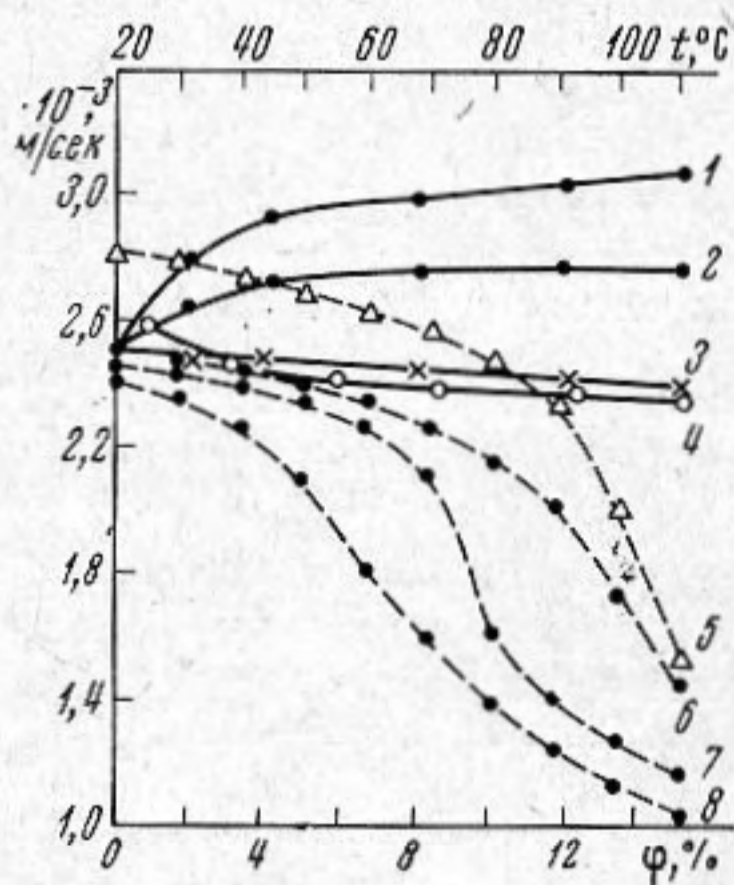
*М. В. Венедиктов, В. П. Дущенко, Б. С. Колупаев,
Ю. Г. Тарасенко*

В настоящее время в промышленности все шире используется наполненный пластифицированный поливинилхлорид [1]. Однако вязкоупругие свойства подобных веществ исследованы крайне недостаточно. Нами исследованы акустические свойства наполненного пластифицированного поливинилхлорида суспензионной полимеризации с показателем Фикенчера 65 в области температур $20 \div 110^\circ$ на частотах 0,8; 1,8; 2,5 Мгц. Композиции пластифицировались дибутилфталатом, в качестве наполнителей были выбраны каолин Просьяновского и бентонит Пыжжевского месторождений, а также их модификации солями тяжелых металлов — свинца, висмута и ртути, полученные в результате ионообменных процессов [2].

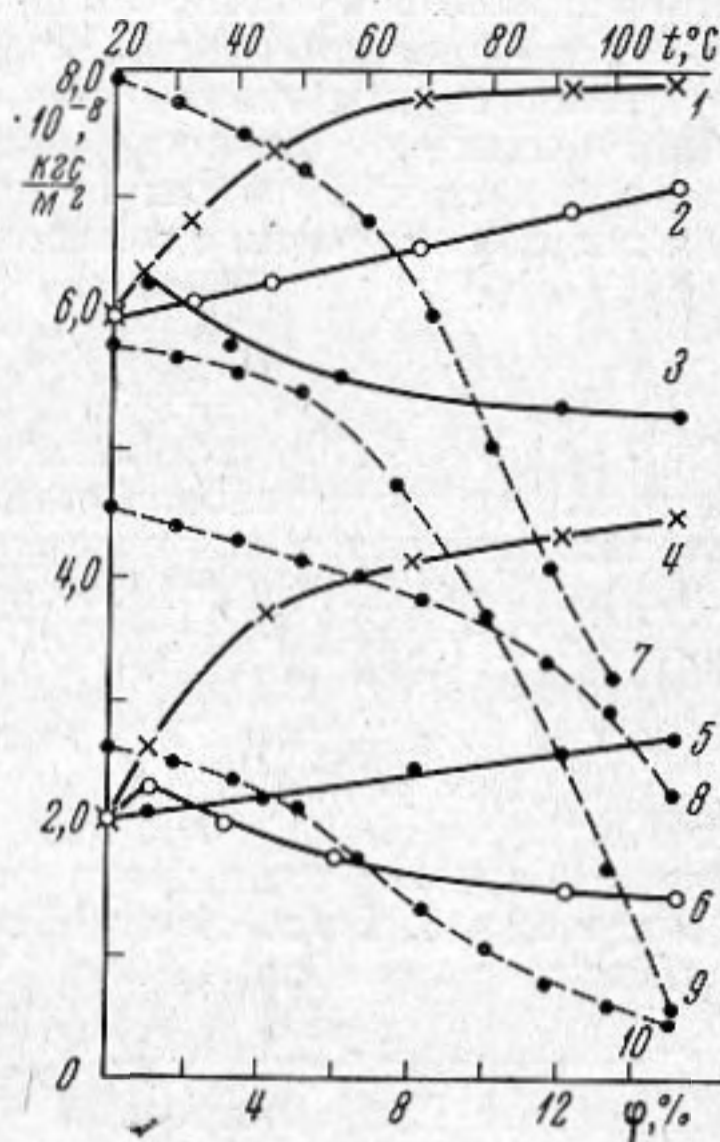
Наполненные пластифицированные композиции готовились методом совместного осаждения из общей дисперсионной среды с последующим добавлением пластификатора [3].

Измерение скорости и поглощения продольных и сдвиговых волн в гетерогенных системах мы проводили несколько модифицированным импульсным методом с проходящим сигналом совместно с методом вращающейся пластины [4]. Модификация метода заключалась в использовании специально сконструированной кюветы для дифференциальных измерений, что позволяло без существенных изменений блок-схемы [5] определять вязкоупругие свойства систем в широком интервале температур. Длина исследуемых образцов всегда выбиралась в зависимости от длины ультразвуковой волны λ и составляла 3λ и более, так как при выполнении этого условия скорость не зависит от длины образца [4]. Погрешность в определении скорости продольной c_l и сдвиговой c_t волн, а также коэффициентов поглощения α_l и α_t вследствие большой величины затухания ультразвуковых волн в исследуемых системах составляла не более 1,5% для скорости и 10% для поглощения. Зная фазовые скорости c_l и c_t и коэффициенты α_l и α_t , мы рассчитывали действительные и мнимые части модулей согласно работе [4].

На фиг. 1 представлены концентрационные (сплошные линии) и температурные (штриховые линии) зависимости скорости продольных ультразвуковых волн в поливинилхлориде 4, 6 и его композициях с бентонитом ртутным 1, каолином ртутным 2, каолином 3, 4% каолина ртутного и 3% дибутилфталата 5, 4% каолина и 3% дибутилфталата 7, 4% бентонита и 12% дибутилфталата 8. Как следует из приведенных данных, скорость c_l поливинилхлоридных композиций существенно зависит от природы поверхности частиц наполнителя и количества введенных ингредиентов. Инертные наполнители каолин и бентонит практически не влияют на скорость продольных волн, тогда как введение активных наполнителей типа ртутных



Фиг. 1



Фиг. 2

форм каолина и бентонита приводит к существенному росту c_l , особенно при введении первых долей наполнителей. С ростом температуры скорость распространения ультразвуковых волн уменьшается, особенно в области высокоэластического состояния. При этом резкое снижение c_l композиций с активными наполнителями происходит при более высоких температурах по сравнению с чистым поливинилхлоридом и, особенно, композициями с инертными наполнителями.

Подобным образом изменяются соответственные зависимости действительной части модуля сдвига G' и объемного модуля K' для изучаемых гетерогенных систем. На фиг. 2 представлены концентрационные (сплошные линии) и температурные (штриховые линии) зависимости действительной части модуля сдвига (G' — 4, 5, 6, 8, 10) и объемного модуля (K' — 1, 2, 3, 7, 9) поливинилхлоридных композиций с каолином ртутным 1, бентонитом 2, 5, дибутилфталатом 6, 3, бентонитом ртутным 4, 4% каолина ртутного и 3% дибутилфталата 7, 15% бентонита ртутного 8, 4% каолина и 3% дибутилфталата, 10—15% бентонита 9. Характер зависимости c_l , G' , K' от количества введенного дибутилфталата при исследовании поливинилхлоридных композиций в стеклообразном состоянии указывает на двойственный характер пластификации. В области до 3% пластификатора в результате межпачечной пластификации облегчается процесс надмолекулярного упорядочения, что приводит к ожестчению материала и возрастанию модулей [6]. При дальнейшем увеличении количества дибутилфталата наблюдается закономерное снижение исследованных параметров вследствие уменьшения межмолекулярного взаимодействия.

Некоторое возрастание модулей в присутствии естественных каолина и бентонита отражает лишь гидродинамический эффект для частиц наполнителя, распределенных в менее жесткой полимерной среде [7]. Модифицированные наполнители приводят к возрастанию всех исследуемых характеристик, при этом активность модификаторов повышается от ионов свинца к висмуту и ртути, и относительно наибольшее усиление наблюдается при введении первых количеств наполнителей. Такое возрастание жесткости материала связано с резким уменьшением подвижности структурных элементов полимера вследствие возникновения координационных связей по типу донорно-акцепторного взаимодействия между атомами хлора макромолекул поливинилхлорида и ионами свинца, висмута и ртути на поверхности каолина или бентонита.

Концентрированные зависимости модулей поливинилхлорида, наполненного естественными минеральными наполнителями в области рассмотренных концентраций, могут быть описаны простыми линейными функциями, что характерно для систем со слабым взаимодействием компонентов [8, 9]. Введение модифицированных минераль-

ных наполнителей приводит к отклонению от линейности, что указывает на более сложные структурные изменения полимера в присутствии активных добавок по причине значительного взаимодействия между компонентами.

Характер изменения вязкоупругих свойств наполненного пластифицированного поливинилхлорида указывает на различный механизм пластификации систем с активными и инертными наполнителями. В присутствии инертных наполнителей дибутилфталат приводит к снижению исследуемых параметров в большей степени, чем для чистого полимера. Это объясняется значительным уменьшением межмолекулярного взаимодействия в системе и возрастанием подвижности надмолекулярных образований. Активные наполнители уменьшают подвижность структурных элементов, и введение пластификатора не приводит к резкому уменьшению модулей, хотя в дальнейшем наблюдается закономерное снижение жесткости материала вследствие возрастания подвижности макромолекул полимера.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что исследование вязкоупругих свойств наполненного пластифицированного поливинилхлорида ультразвуковым методом позволяет сделать определенные выводы о структурных изменениях на границе раздела фаз полимер — наполнитель в сложных гетерогенных системах. Температурные зависимости модулей и скорости звука характеризуют два физических состояния полимера с переходной областью и позволяют рекомендовать полимерные материалы для различных динамических и температурных режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение и свойства поливинилхлорида. Под ред. Е. Н. Зильбермана. М., «Химия», 1968.
2. Р. Е. Грим. Минералогия глин. М., ИЛ, 1956.
3. Б. С. Колупаев, М. В. Венедиктов, В. П. Дущенко, Ю. Г. Тарасенко. Физико-механические и теплофизические свойства наполненного поливинилхлорида. Физико-химическая механика дисперсных материалов. Тезисы докл. Всесоюз. конф., Минск, 1969, стр. 39.
4. R. Kono. The dynamic bulk viscosity of polystyrene and polymethyl methacrylate. J. Phys. Soc. Japan, 1960, 15, 4, 718—726.
5. H. A. Waterman. Determination of the complex moduli of viscoelastic materials with the ultrasonic pulse method. P. I, II. Koll. Z. und Z. Polymere, 1963, 192, 1—2, 1—16.
6. И. Н. Разинская, Б. П. Штаркман, П. В. Козлов. Влияние типа пластификации поливинилхлорида на его физические свойства. Высокомолек. соед., 1964, 5, 6, 472—478.
7. Д. Ферри. Вязкоупругие свойства полимеров. М., ИЛ, 1963.
8. И. А. Чабан. Расчет эффективных параметров микронеоднородных сред методом самосогласованного поля. Акуст. ж., 1965, 11, 1, 102—110.
9. В. М. Меркулова. Акустические свойства некоторых твердых гетерогенных сред на ультразвуковых частотах. Акуст. ж., 1965, 11, 1, 68—74.

Киевский государственный
университет

Поступило в редакцию
20 января 1970 г.

УДК 534.232

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ПРИЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН, ПОЛУЧАЕМЫЕ ГРАВИРОВКОЙ

И. А. Викторов, А. А. Талашев

В настоящее время поверхностные рэлеевские волны в диапазоне 10^8 — 10^9 гц, как правило, возбуждаются в пьезоэлектрических кристаллах посредством создания на их поверхностях системы гребенчатых металлических электродов, к которым подводится электрическое напряжение [1]. Электроды представляют собой параллельные друг другу тонкие металлические полоски, расположенные друг от друга на расстоянии λ_R (однофазная система) или $\lambda_R/2$ (двухфазная система), где λ_R — длина рэлеевской волны в кристалле. Данный метод возбуждения является, по существу, разновидностью метода гребенчатой структуры [2, 3].

Известны три основных способа изготовления названных систем электродов: бомбардировка металлической пленки электронным пучком [4], фототравление [5] (нанесение на пленку фотоэмульсии, освещение ее через специальную «маску» и травление) и механическая гравировка резцом [6]. Два первых способа весьма сложны и требуют уникального оборудования. Более простой третий способ считается применимым до сравнительно низких частот ≈ 100 Мгц. Нами показано, что механической гравировкой, легко осуществимой в любой физической лаборатории, можно изгото-