

**ВЫНУЖДЕННОЕ РАССЕЯНИЕ МАНДЕЛЬШТАМА-БРИЛЛЮЭНА
В ТВЕРДЫХ АМОРФНЫХ ТЕЛАХ И ЖИДКОСТЯХ**

**Д.И.Мам, В.В.Морозов, В.С.Старунов,
Е.В.Тиганов, И.Л.Фабелинский**

Мы наблюдали вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна
[1-3] (ВРМБ) в трех сортах оптических стекол, плавном квар-
це и семи различных жидкостях, когда внутри этих сред фокусировался

свет гигантского импульса рубинового лазера с выходной мощностью около 100 Мвт.

Установка, использованная для наблюдения ВРМБ, та же, что и в работе [4].

В стеклах и плавном кварце ВРМБ наблюдается впервые. В плавном кварце раньше наблюдалось тепловое рассеяние Мандельштама-Бриллюэна [5], а в оптических стеклах это явление наблюдать не удалось, хотя попытки обнаружить его делались неоднократно [6-9].

Наблюдение ВРМБ в стеклах опровергает мнение, что в этих средах из-за большой статической вязкости дискретные компоненты тонкой структуры не должны наблюдаться [8].

В таблице приведены результаты некоторых наших измерений частоты компонент Мандельштама-Бриллюэна (КМБ) и скорости гиперзвука.

Значения скорости гиперзвука в некоторых веществах, полученные из вынужденного и теплового рассеяния

Вещество	Вынужденное рассеяние		Тепловое рассеяние ν , м/сек	Ультразвук ν , м/сек
	$\Delta\nu$, см ⁻¹	ν , м/сек		
Плавный кварц	0,811±0,004	5804±30	5990 5840 [5]	5968
Крон (К-8)	0,856±0,005	5906±40	-	-
Бензол	0,206±0,002	1434±15	1471±8 [10]	1324
Нитробензол	0,232±0,002	1546±15	-	1473
Сероуглерод 1)	0,181±0,002	1162±15	1265±22 [11]	1158
	0,192±0,002	1232±15		
Уксусная кислота	0,145±0,002	1105±20	1140±35 [11]	1144
Салол	20°C	0,232±0,002	-	-
	180°C	0,106±0,002		

1) Верхние цифры для снимков ВРМБ, когда наблюдается ~10 КМБ, нижние цифры - когда наблюдается две КМБ.

Эта последняя сопоставляется со скоростью, найденной из теплового рассеяния и прямых ультразвуковых измерений.

Следует обратить внимание на некоторое систематическое различие между величинами скоростей гиперзвука, полученными в вынужденном и тепловом рассеянии света. Это различие иногда не выходит за пределы точности измерения, но в случае сероуглерода оно превышает возможные погрешности опыта.

Скорость гиперзвука в сероуглероде оказывается тем меньше, чем большее число КМБ возникает в рассеянном свете. Число КМБ увеличивается с увеличением мощности светового импульса.

По-видимому, наблюдающаяся зависимость скорости (или Δv) от числа компонент может быть объяснена нагреванием рассеивающей среды вследствие поглощения гиперзвука. В случае сероуглерода для объяснения наблюдающегося различия в скоростях достаточно допустить, что объем, в котором происходит ВРМБ, нагревается на $\sim 30^\circ\text{C}$. Если считать, что в гиперзвук преобразуется $\sim 10^{-5}$ (на одну КМБ) энергии гигантского импульса ($I \sim 1,5$ дж), то для нагрева на 30°C нужно, чтобы рассеивающий объем составлял $10^{-5} + 10^{-6}$ см³, что представляется вполне реальным.

Возможно, что и в некоторых других случаях уменьшение скорости гиперзвука, полученное в ВРМБ, объясняется нагреванием рассеивающего объема. Если это так, то надежды на получение значительно большей точности при определении скорости гиперзвука по ВРМБ вряд ли скоро осуществляются.

Несмотря на заниженные значения, скорости гиперзвука, полученные из ВРМБ, в нитробензоле все же удается обнаружить дисперсию скорости $\sim 5\%$ ($t = 20^\circ\text{C}$), что позволяет оценить основные релаксационные параметры [II].

На рис. 1 (см. вкл. II) приведены репродукции спектра ВРМБ в нитробензоле при трех различных температурах, а на рис. 2 представлены результаты измерения Δv ВРМБ при различных температурах в салоле. Первая точка на графике рис. 2 соответствует переохлажденному на 22°C жидкому салолу.

Метод исследования акустических свойств переохлажденных жидкостей и стекол, основанный на изучении спектра вынужденного и теплового рассеяния, по-видимому, является наиболее эффективным, а в некоторых случаях единственным.

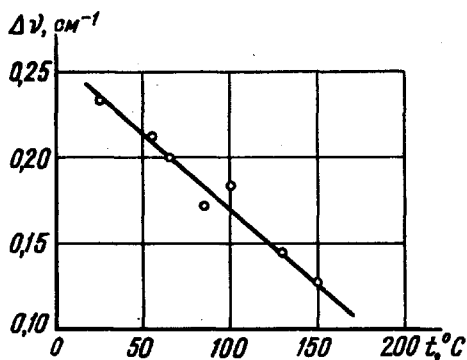


Рис. 2. Зависимость величины смещения $\Delta\nu$ компонент Манделштама-Бриллюэна от температуры в салоле

При исследовании ВРМБ в твердых аморфных средах интенсивность возбуждающего света в фокусе линзы оказывается такой, что в этой области твердое тело разрушается. Разрушение в области фокуса наблюдалось для различных кристаллов и стекол раньше [1, 12-14].

Мы хотим обратить внимание на различие в характере разрушения в трех сортах стекол и плавном кварце.

На рис.3 (см.обор.вкл. II) представлена фотография таких разрушений. В плавном кварце и в оптическом стекле К-8 внутренние разрушения имеют формы, напоминающие эллипсоиды вращения, близкие к сфере. В стекле 4F-5 эти эллипсоиды уже довольно сильно вытянуты, в стекле ТF-3 они вытягиваются еще больше, достигая иногда поверхности образца. Самая твердая среда - плавный кварц, а самая мягкая - ТF-3. Характер разрушения стекол существенно отличается от "характера" разрушения, наблюдавшегося недавно в рубине [14]

На причины разрушения существуют различные точки зрения [12-14] и этот вопрос еще нельзя считать решенным.

Какой бы механизм разрушения не действовал, нужно думать, что явление ВРМБ успевает развиться до того, как происходит разрушение рассеивающего вещества. С этой точки зрения особый интерес представляет исследование временной последовательности возникновения КМБ и разрушения материала. К этому вопросу мы рассчитываем вернуться позже.

Авторы благодарны М.А.Высоцкой и В.П.Зайцеву за помощь при проведении эксперимента.

Физический институт
им.П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
19 июля 1965 г.

Литература

- [1] R.Y. Chiao, C.H. Townes, B.P. Stoicheff. Phys. Rev. Lett., 12, 552, 1964.
- [2] E. Garmire, C.H. Townes. Appl. Phys. Lett., 5, 84, 1964.
- [3] R.G. Brewer, K.E. Rieckhoff. Phys. Rev. Lett., 13, 334, 1964.
- [4] Д.И.Маш, В.В.Морозов, В.С.Старунов, И.Л.Фабелинский. Письма ЖЭТФ, 2, 41, 1965.
- [5] R.S. Krishnan. Nature, 165, 933, 1950; P.F. Flubacher, A.L. Leodletter, J.A. Morrison, B.P. Stoicheff. Int. J. Phys. Chem. Solids, 12, 53, 1960.
- [6] W. Ramm. Phys. Zs. 35, 756, 1934.
- [7] E. Гросс. Zs. Phys., 63, 685, 1930.
- [8] D.H. Rank, A.E. Douglas. J. Opt. Soc. Amer., 38, 966, 1948.
- [9] Т.С.Величкина. Тр. ФИАН, 9, 1958.
- [10] Д.И.Маш, В.С.Старунов, Е.В.Тиганов, И.Л.Фабелинский, ЖЭТФ (в печати).
- [11] И.Л.Фабелинский. Тр. ФИАН, 9, 182, 1958.
- [12] C.R. Giuliano. Appl. Phys. Lett., 5, 137, 1964.
- [13] D.H. Harper. Brit J. Appl. Phys., 16, 75¹, 1965.
- [14] Т.П.Беликова, Э.А.Свириденков. Письма ЖЭТФ, 1, вып. 6, 37, 1965.