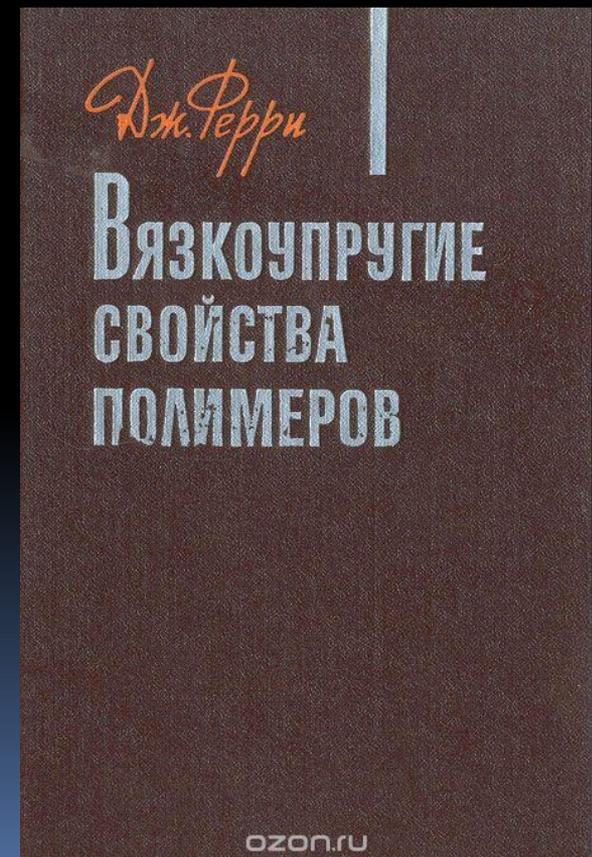


# ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Выполнила: Сержанова

Группа : 3ФКО

Проверенный: Бекешев А.З





## План:

- Основные сведения о вязкоупругом поведении полимеров
- Феноменологическая теория вязкоупругих свойств полимеров
- Зависимость вязкоупругих свойств полимеров от частоты и температуры

# Вязкоупругих

Вязкоупругость- это свойство материалов быть и вязким и упругим при деформации.

Вязкие материалы, такие как мед, при сопротивлении сдвигаются и растягиваются линейно во время напряжения. Упругие материалы тянутся во время растягивания и быстро возвращаются в обратное состояние, когда уходит напряжение. У вязкоупругих материалов свойство обоих элементов, и по существу, проявляют напряжение в зависимости от времени. В то время как упругость обычно является результатом растягивания вдоль кристаллографической плоскостей в определенном твердом теле, вязкость является результатом диффузии атомов или молекул в аморфных материалах.

# Основные сведения о вязкоупругом поведении полимеров



В действительности же не существует идеальных ньютоновских жидкостей, полностью лишенных упругости, как и не существует идеально упругих тел, при любых условиях деформирования следующих закону Гука. Все реальные тела в той или иной мере обладают как упругими, так и вязкими свойствами. Однако вязкоупругое поведение многих материалов проявляется слабо, поэтому их обычно относят к одному из перечисленных выше типов тел.

# Связь между напряжением и деформацией



В любой момент времени

$$E^* = \sigma / S \quad (5)$$

Изменяющееся по синусоидальному закону напряжение, не совпадающее по фазе с деформацией, можно разложить на две составляющие, одна из которых будет совпадать по фазе с деформацией, а вторая отличаться на  $\frac{\pi}{2}$ ; отсюда становится понятным смысл величин  $E'$  и  $E''$ .

# Модуль потерь



обычно задается тангенсом угла механических потерь  $\tan \delta = \frac{E'}{E''}$ , который также называют коэффициентом механических потерь.

# Феноменологическая теория вязкоупругих свойств полимеров



Одним из возможных способов описания вязкоупругого поведения полимеров основан на теории упругости и некоторых представлениях термодинамики необратимых процессов.

В связи с этим рассмотрим распространение плоской звуковой волны в вязкоупругой теплопроводной среде. Обычно при решении такого рода задач теплопроводностью пренебрегают. Однако при рассмотрении ультразвуковых волн в полимерах в области низких температур теплопроводность имеет существенное значение.

# Феноменологическая теория вязкоупругих свойств полимеров



$\rho = m/V$  - плотность среды;  $V$ -удельный оббъем;  $K_T = -V\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)$  - изотермический модуль всестроенного сжатия;  $q_x$ - компонента вектора плотности теплого потока ( $q=-\chi\nabla T$ , где  $\chi$ -коэффициент теплопроводности).

# Модель Максвелла



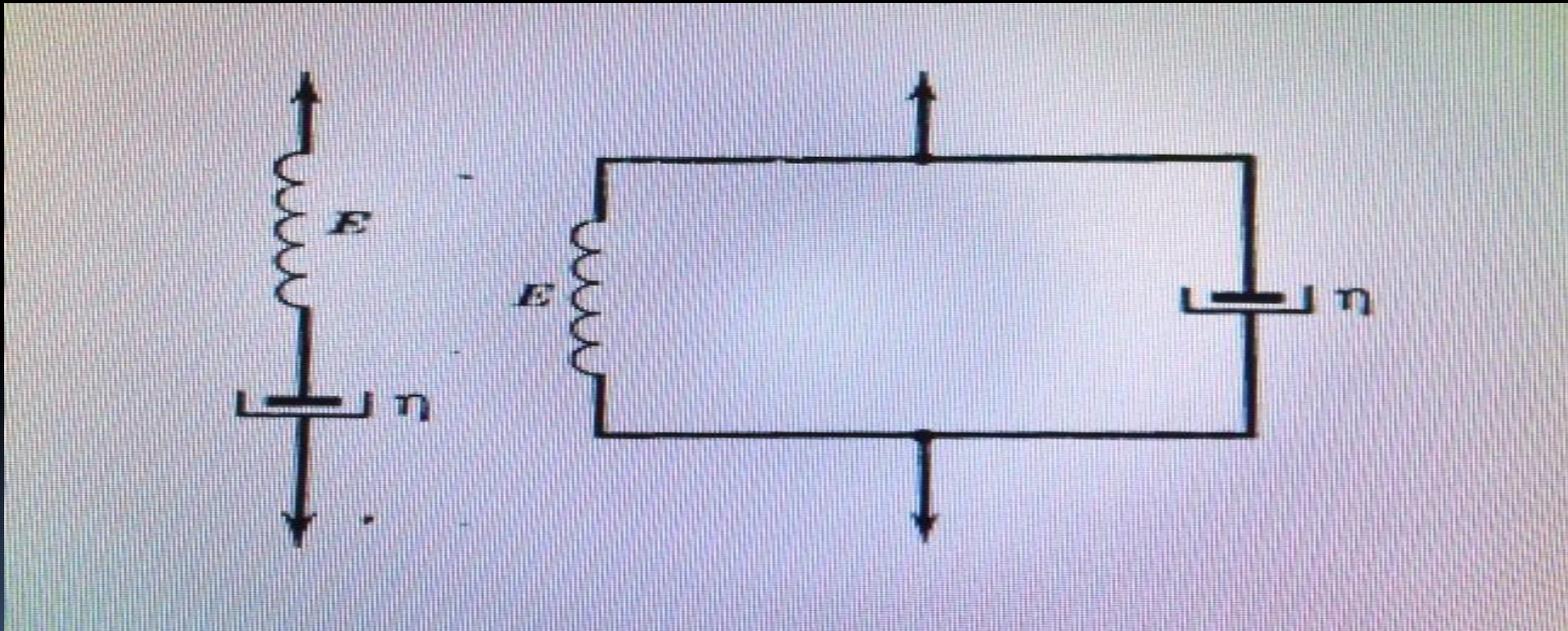
Очевидно, что соотношение точно совпадает с дифференциальным оператором модуля единичной модели Максвелла. Комплексный модуль сдвига для случая периодических процессов имеет вид:

$$G^* = G' + iG'' = \frac{i\omega\tau G_1}{1+i\omega\tau} \quad (8)$$

# Моделл Максвелла

Рис. 1. Моделл Максвелла

Рис. 2. Моделл Кельвина-Фойхта



# Модель Кельвина-Фойхта



тогда:  $G' = G_0, G'' = G_0 \omega \tau, \tan \delta = \omega \tau$  (13)

таким образом, в случае модели Кельвина-Фойхта динамический модуль упругости не зависит от частоты и  $\tan \delta$  не имеет максимума на кривой  $\tan \delta = f(\omega \tau)$ . Оба эти условия вряд ли могут выполняться в таких средах, как полимерные материалы, вязкоупругие свойства которых проявляются чрезвычайно сильно.

## Зависимость вязкоупругих свойств полимеров от частоты и температуры

Зависимость динамического модуля упругости, скорости звука и коэффициента поглощения от частоты определяется выражениями, приведенными выше.

Рассмотрим один из наиболее простых случаев - частотную зависимость величин  $G'$ ,  $G''$ ,  $\operatorname{tg}\delta$  и  $c$  для вязкоупругой среды, которая может быть описана моделью линейного стандартного вязкоупругого тела. На рис. 2 представлены частотные зависимости указанных выше параметров, рассчитанные по формулам.

Рис.3. Частотная теоретическая зависимость и для вязкоупругой среды, которая может быть описана моделью стандартного линейного вязкоупругого тела.

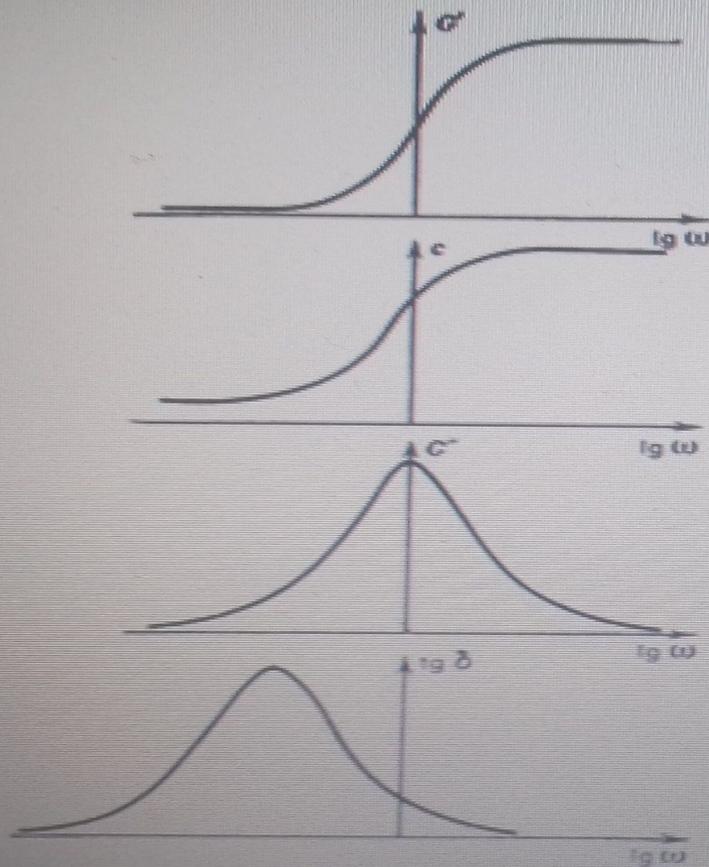
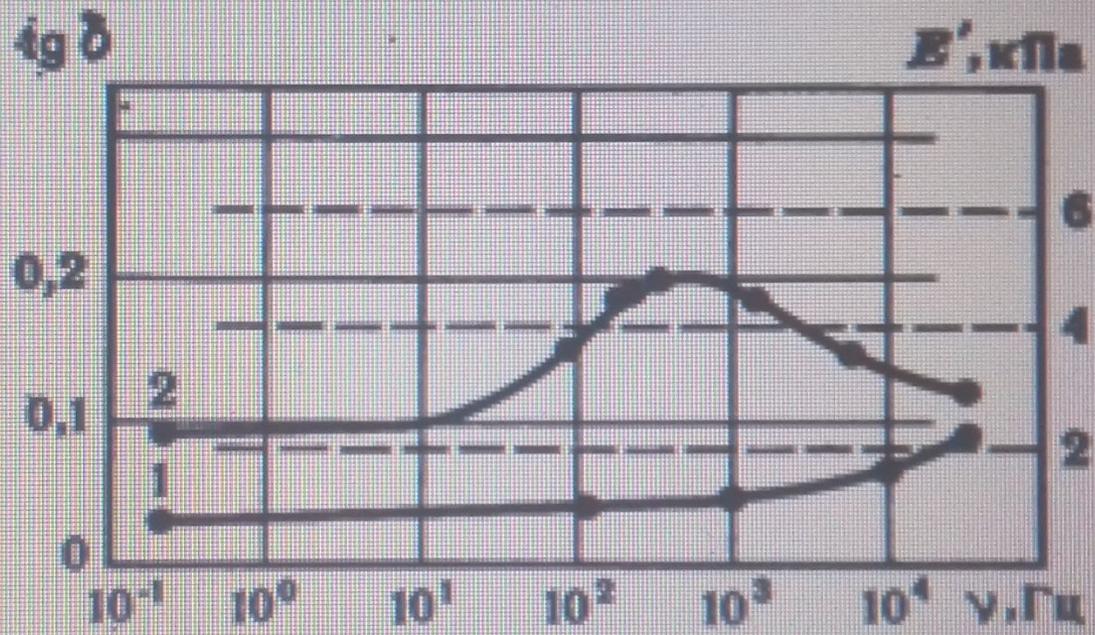


Рис. 58. Частотная теоретическая зависимость величины  $G'$ ,  $c$ ,  $G''$  и  $\text{tg } \delta$  для вязкоупругой среды, которая может быть описана моделью стандартного линейного вязкоупругого тела.







Спасибо за внимание