

# Теория строения материалов

## СД.01.04 Строение неметаллических материалов

Доцент кафедры Материаловедения и ТКМ  
Венедиктов Н.Л.

# Введение

Специфические свойства  
неметаллических материалов:

- достаточная прочность, жесткость и эластичность при малой плотности,
- светопрозрачность,
- химическая стойкость,
- диэлектрические свойства.

# 1. Строение полимеров

# Классификация полимеров по различным признакам:

- составу,
- форме макромолекул,
- фазовому состоянию,
- полярности,
- отношению к нагреву.

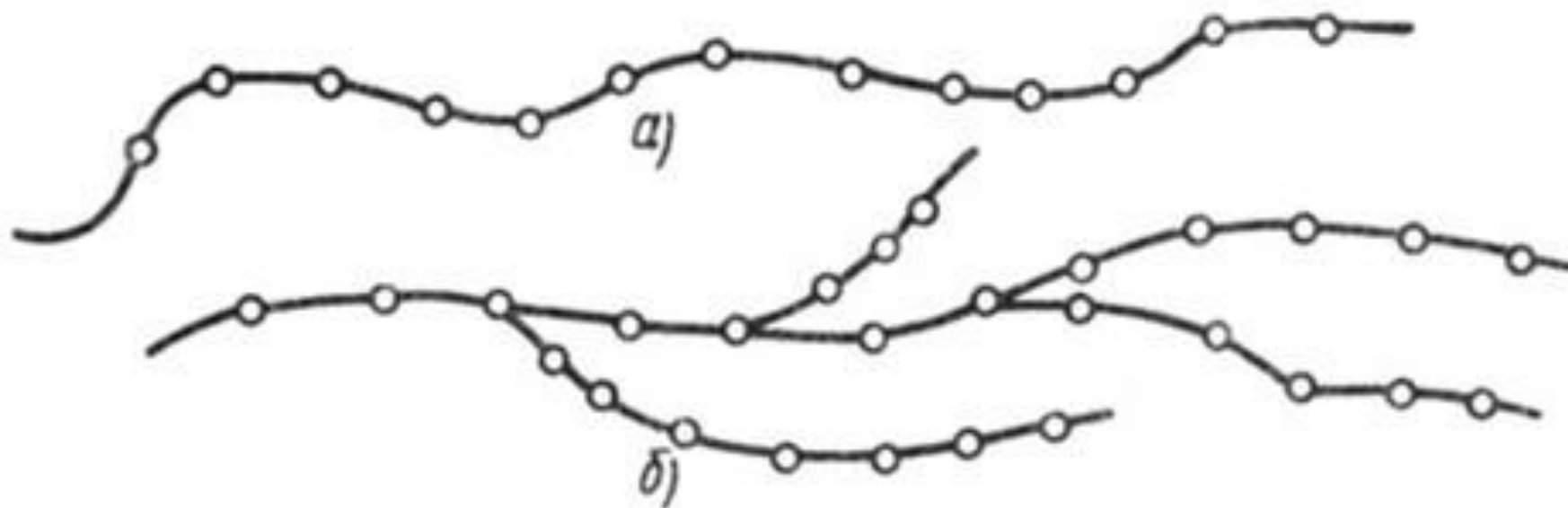
По составу полимеры  
подразделяются:

- органические,
- элементоорганические,
- неорганические.

По форме макромолекул  
полимеры подразделяются:

- линейные (цеповидные),
- разветвленные,
- ленточные (лестничные),
- пространственные (сетчатые).

# Линейные (а) и разветвленные (б) макромолекулы



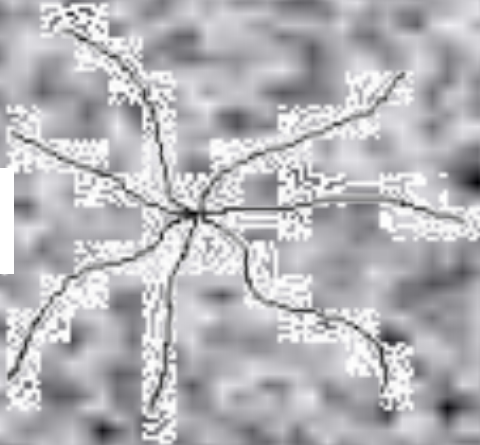
# Линейные (*а*) и разветвленные (*б, в, г*) макромолекулы



*а*)



*б*)



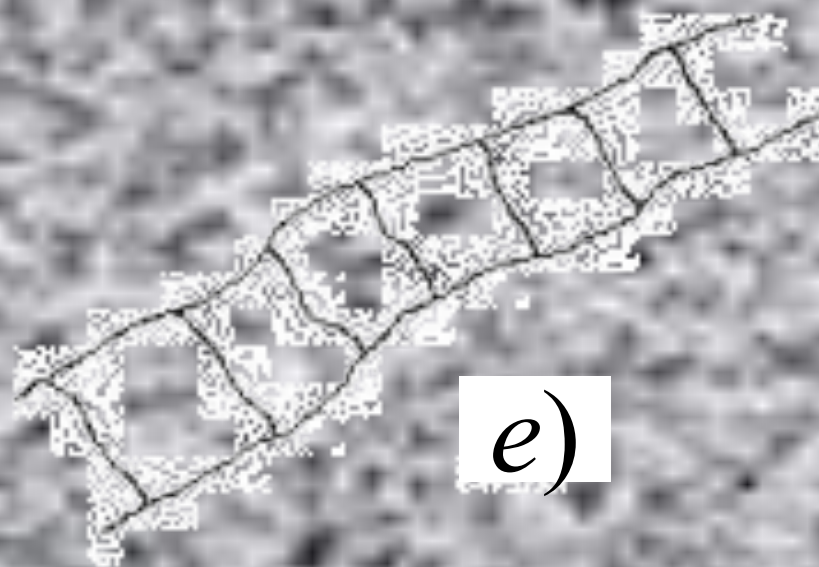
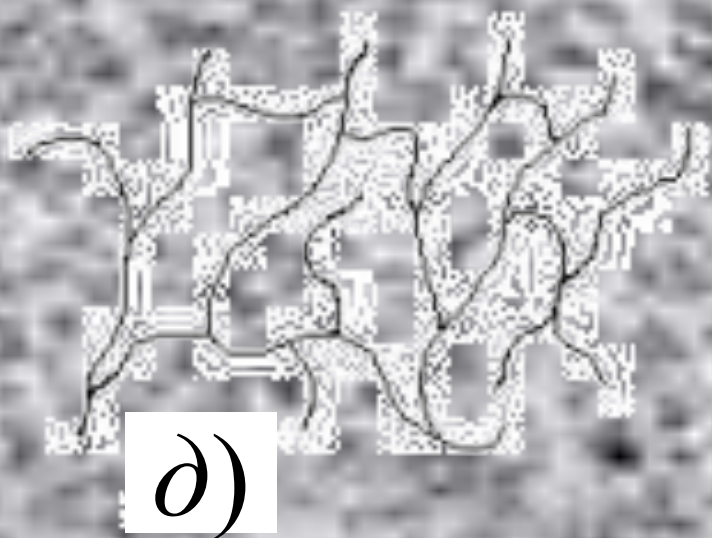
*в*)



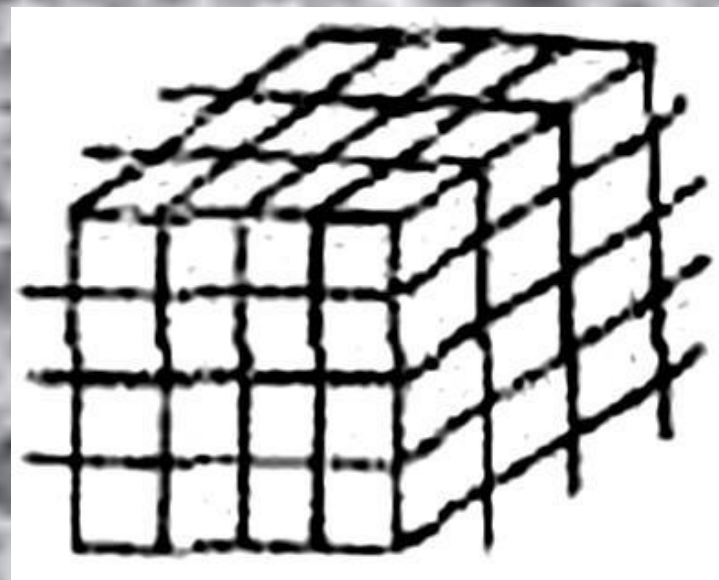
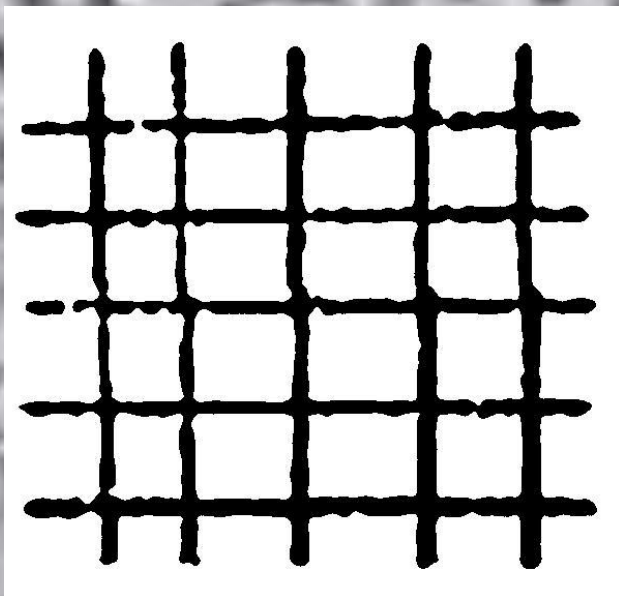
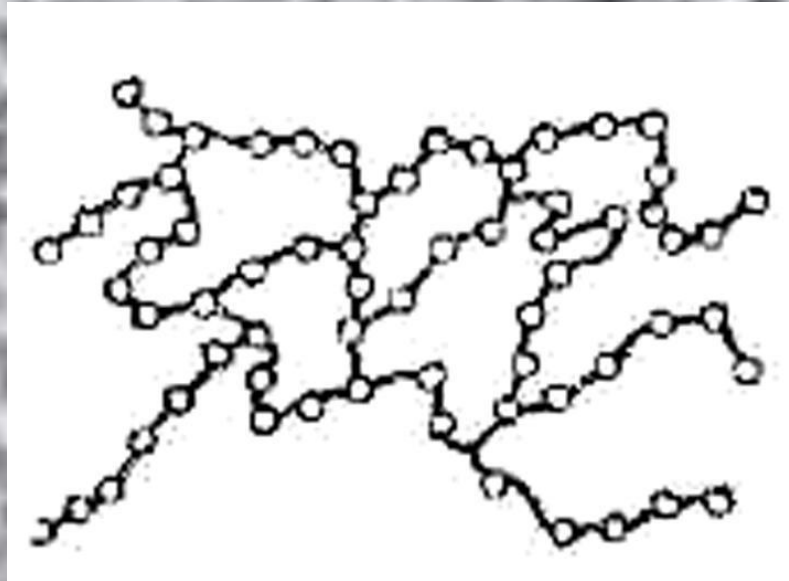
*г*)



# Сшитые ( $d, e$ ) и лестничные ( $e$ ) макромолекулы



# Пространственные макромолекулы:



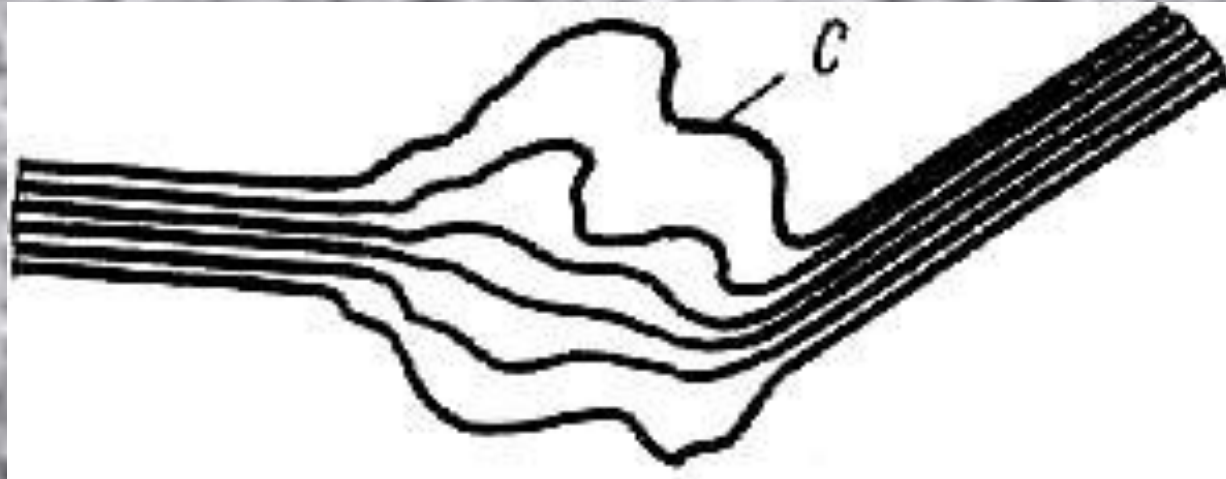
По фазовому состоянию  
полимеры подразделяются:

- аморфные,
- кристаллические.

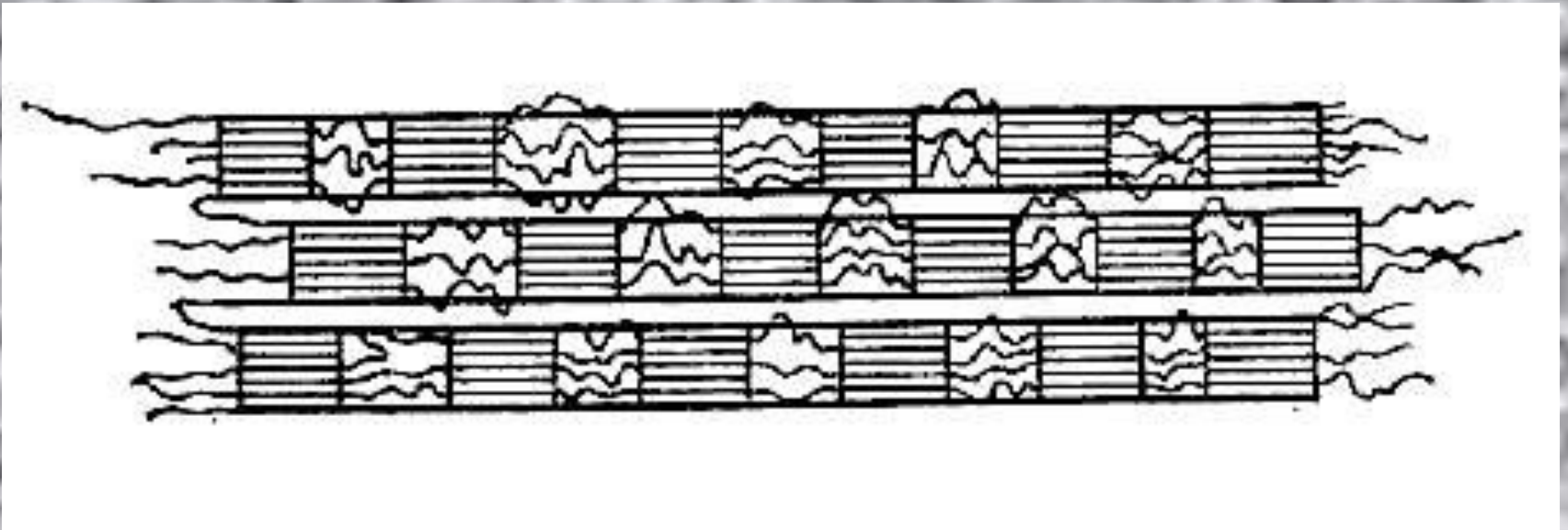
# Пачка



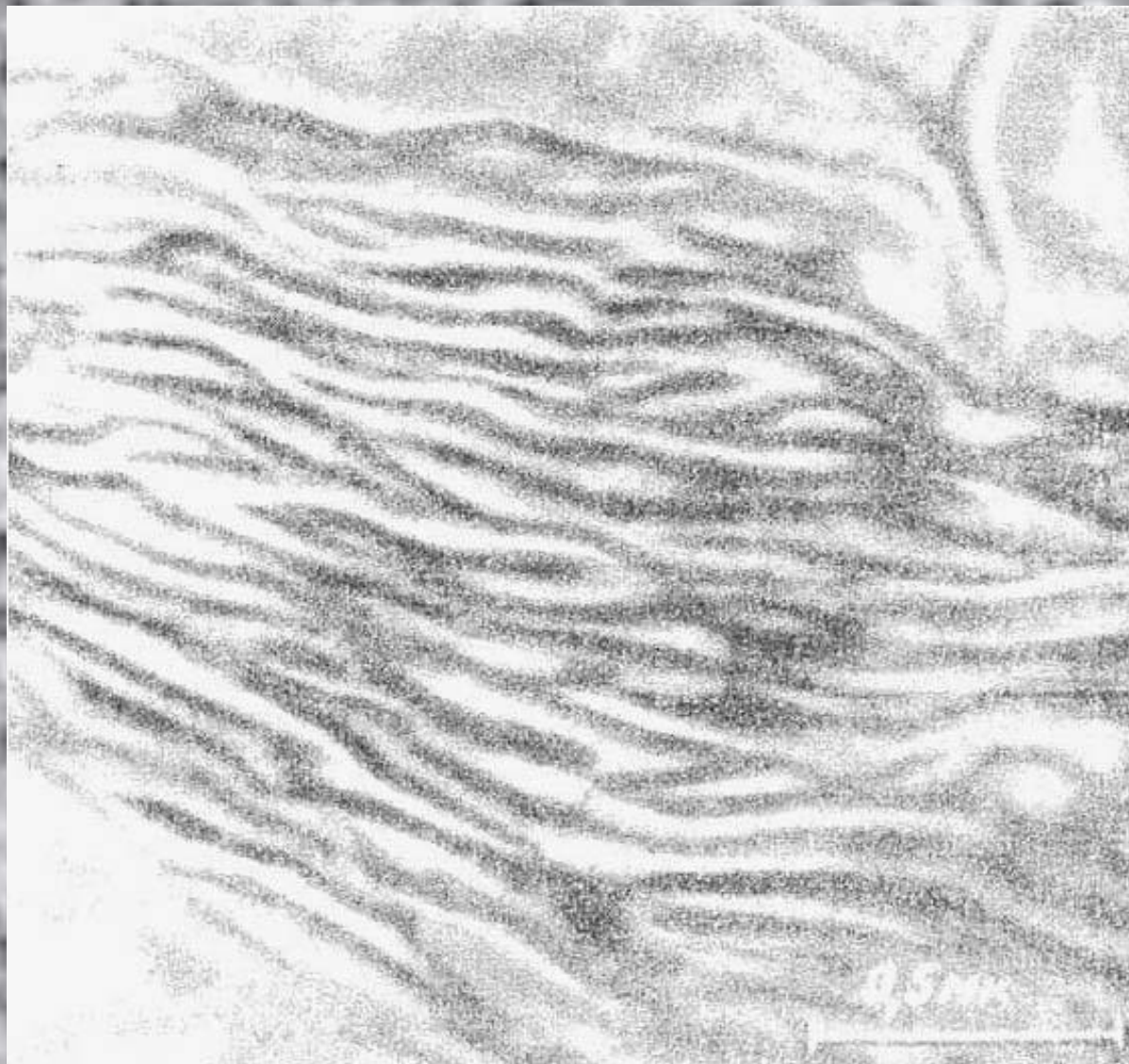
## Пачка с аморфным участком



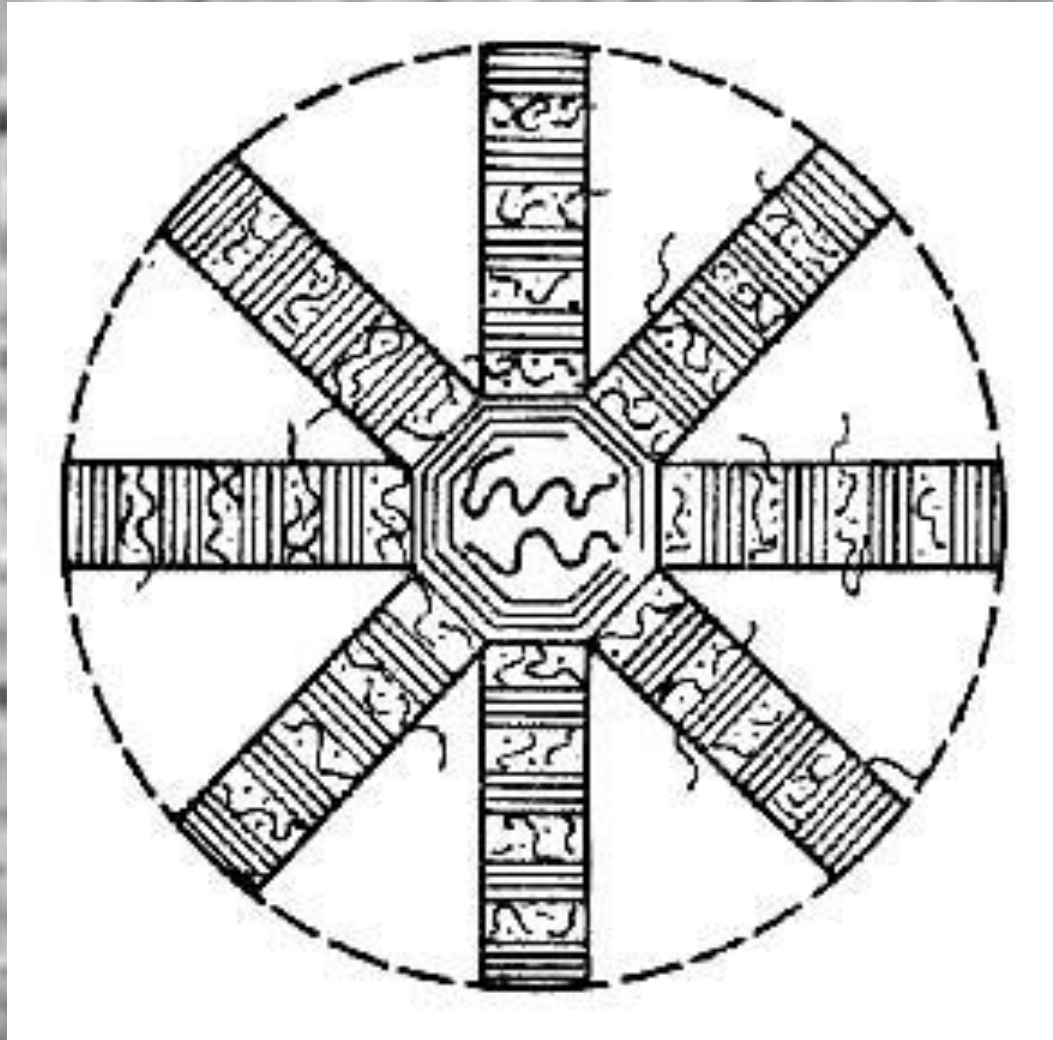
# Фибрилла



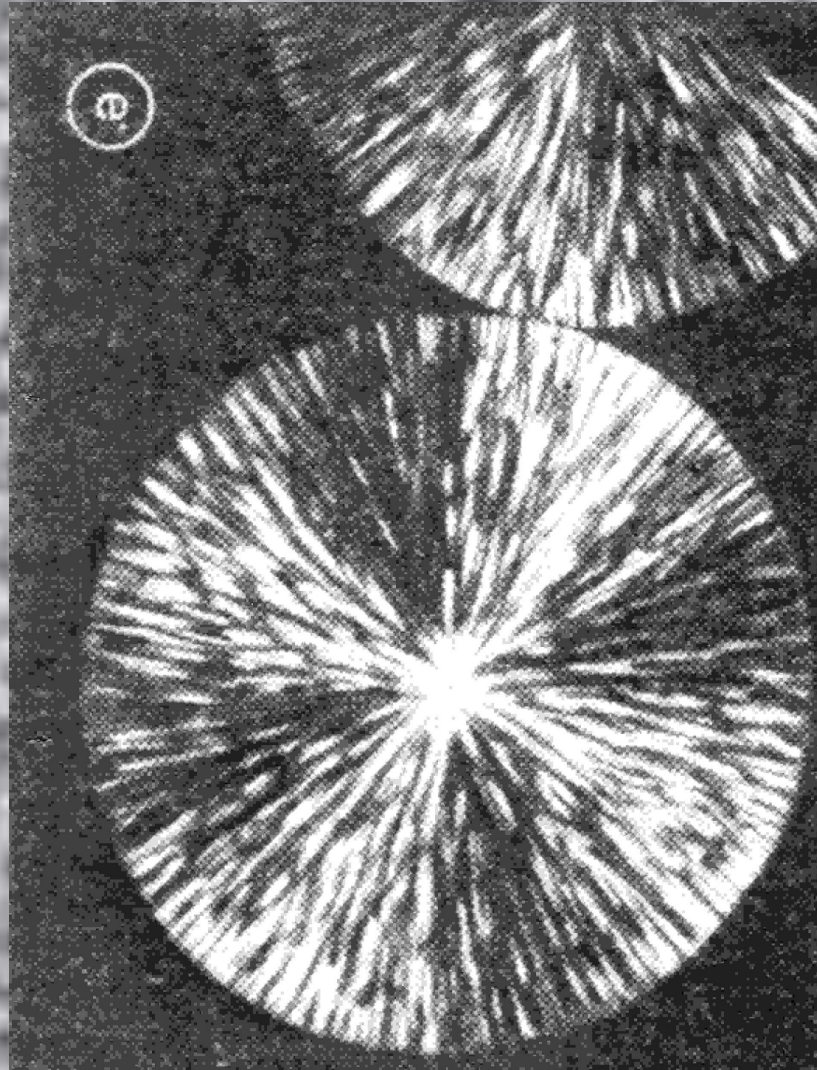
# Фибриллярная структура полиакрилата



# Сферолита

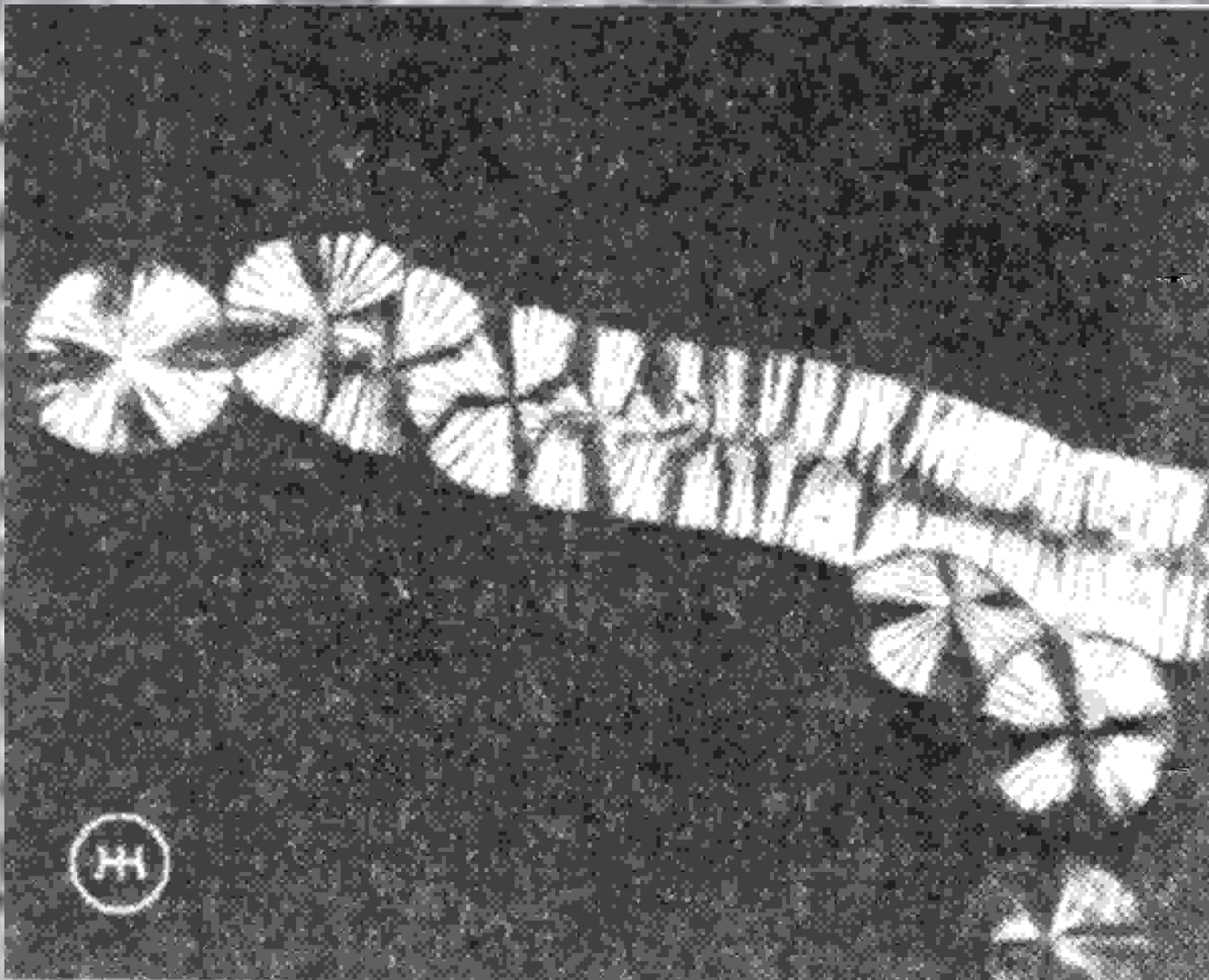


# Сферолиты изотактического полистирола

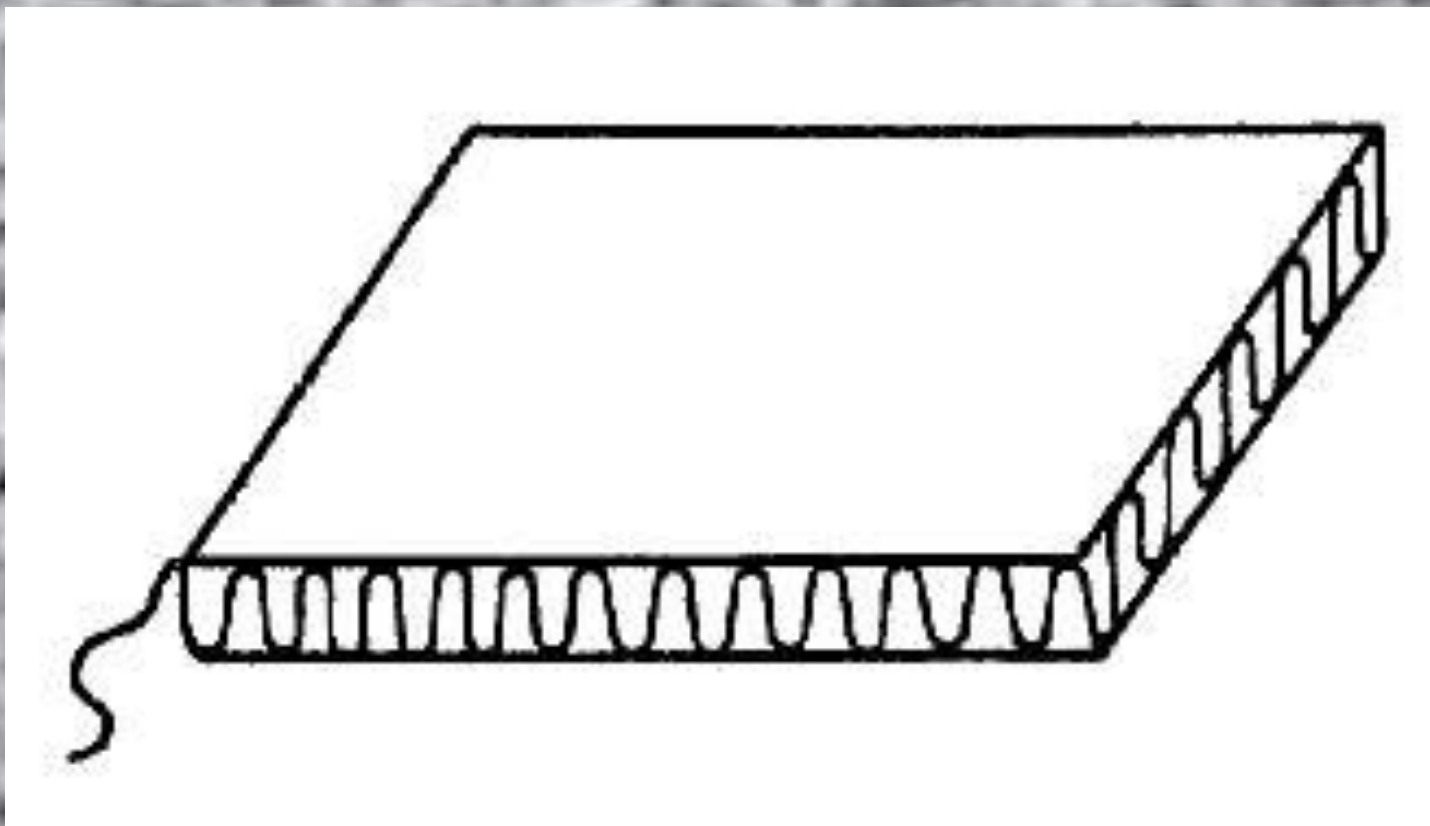




# Лента из сфероидитов



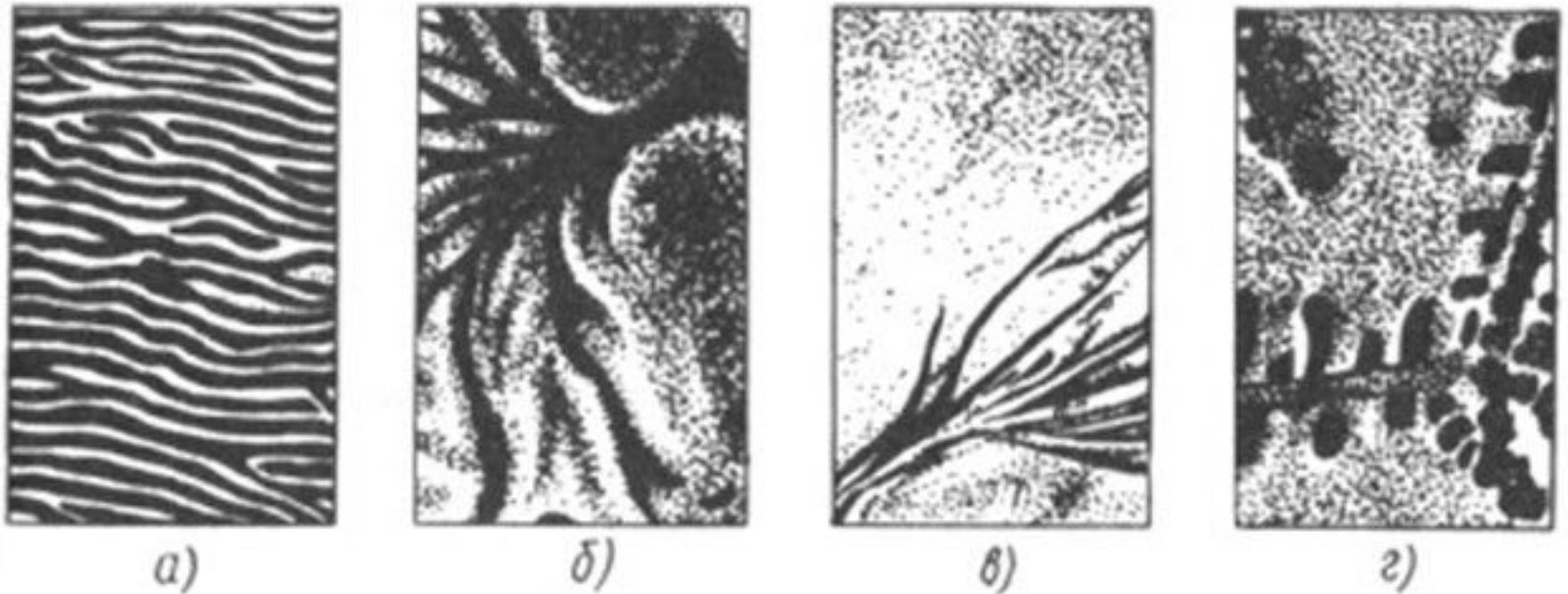
# Пластина



# Монокристаллы из полиэтилена



# Развитие кристаллической структуры хлоропренового каучука



*а* - исходная некристаллическая структура,  
*б* - образование пучка фибрилл, *в* – формирование сферолитов, *г* – множество сферолитов

По полярности полимеры  
подразделяются:

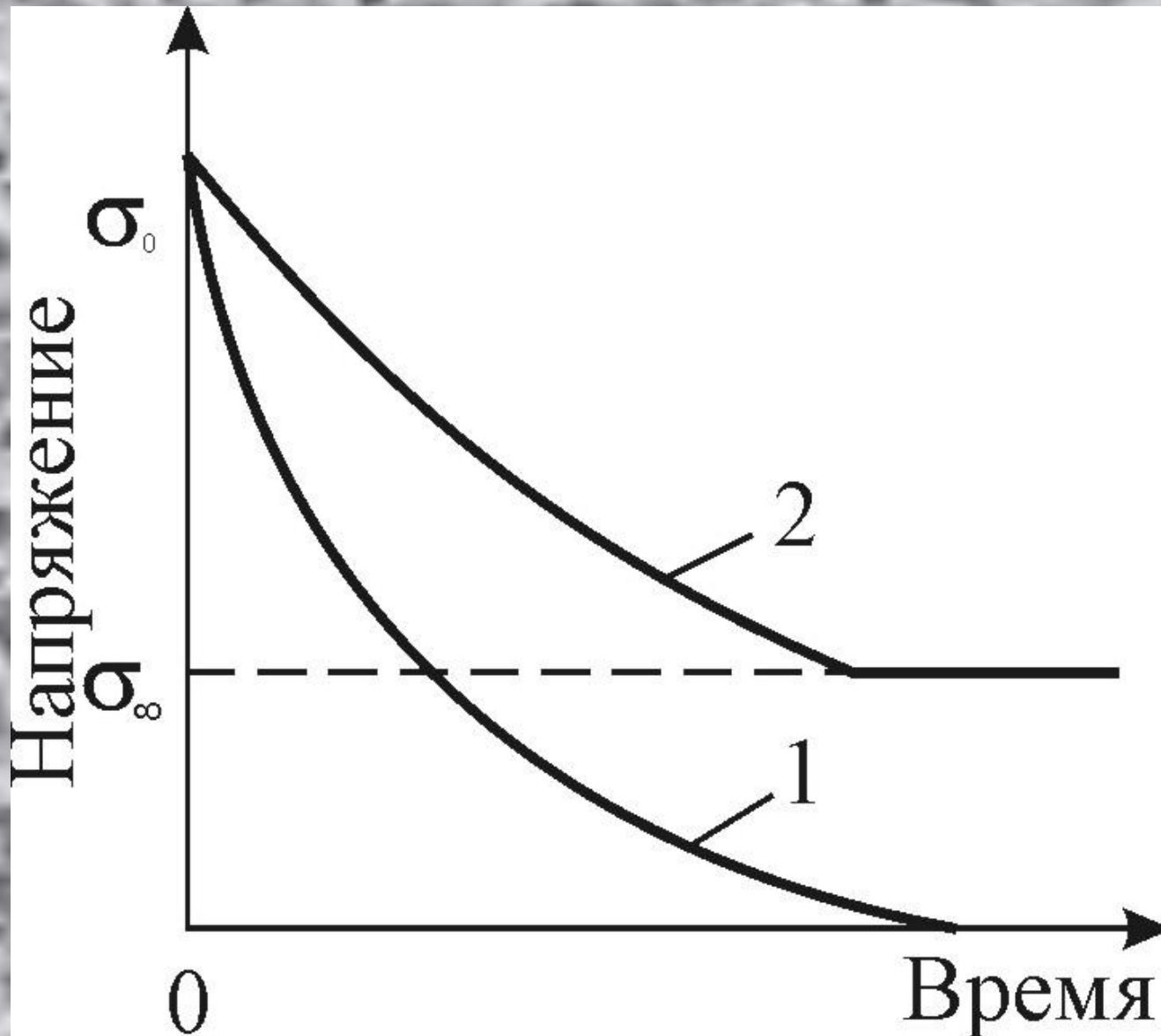
- полярные,
- неполярные.

По отношению к нагреву  
полимеры подразделяются:

- термопластичные,
- терморреактивные.

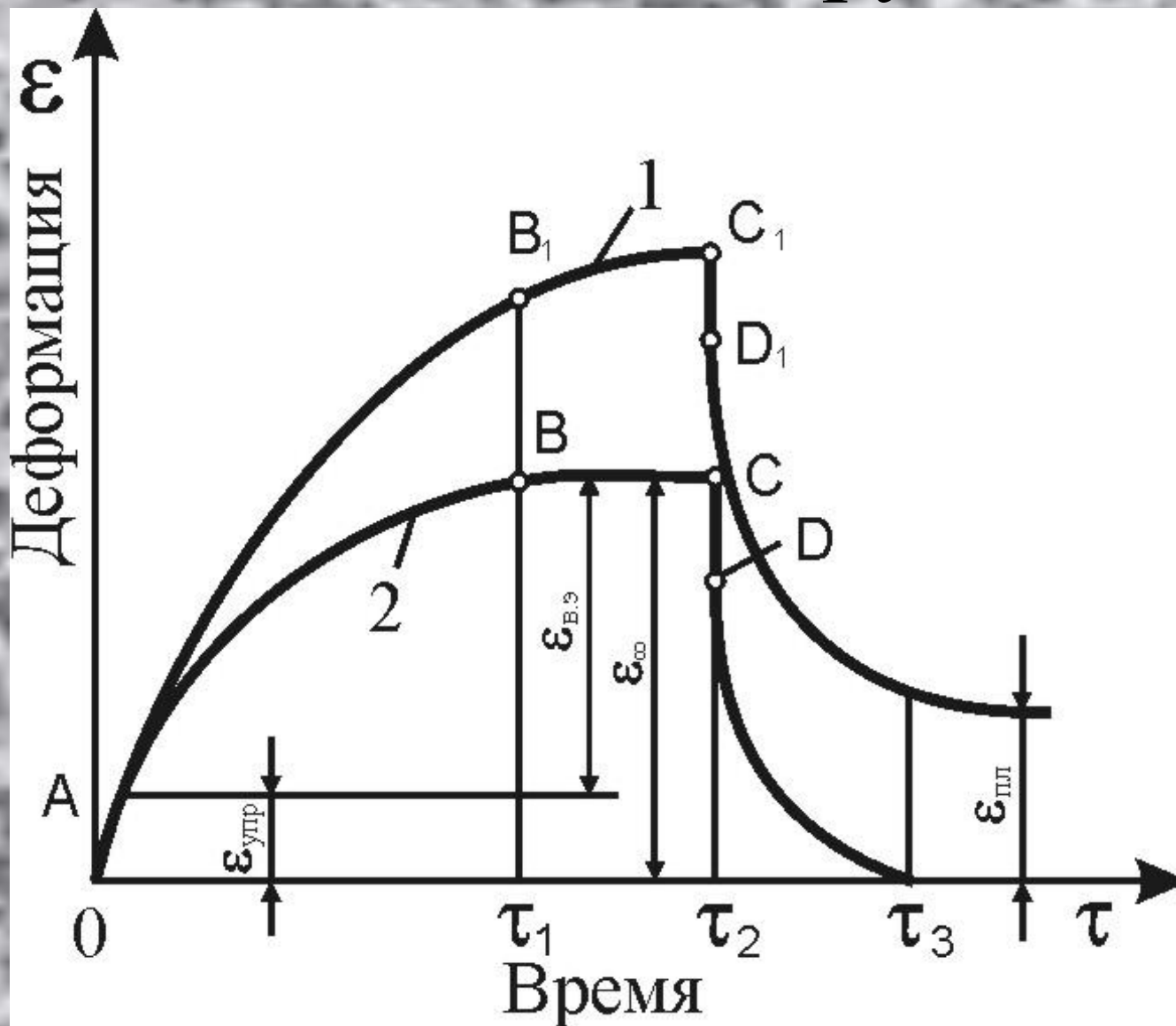
## 2. Релаксационные процессы и явления

# Поведение полимера при постоянной нагрузке

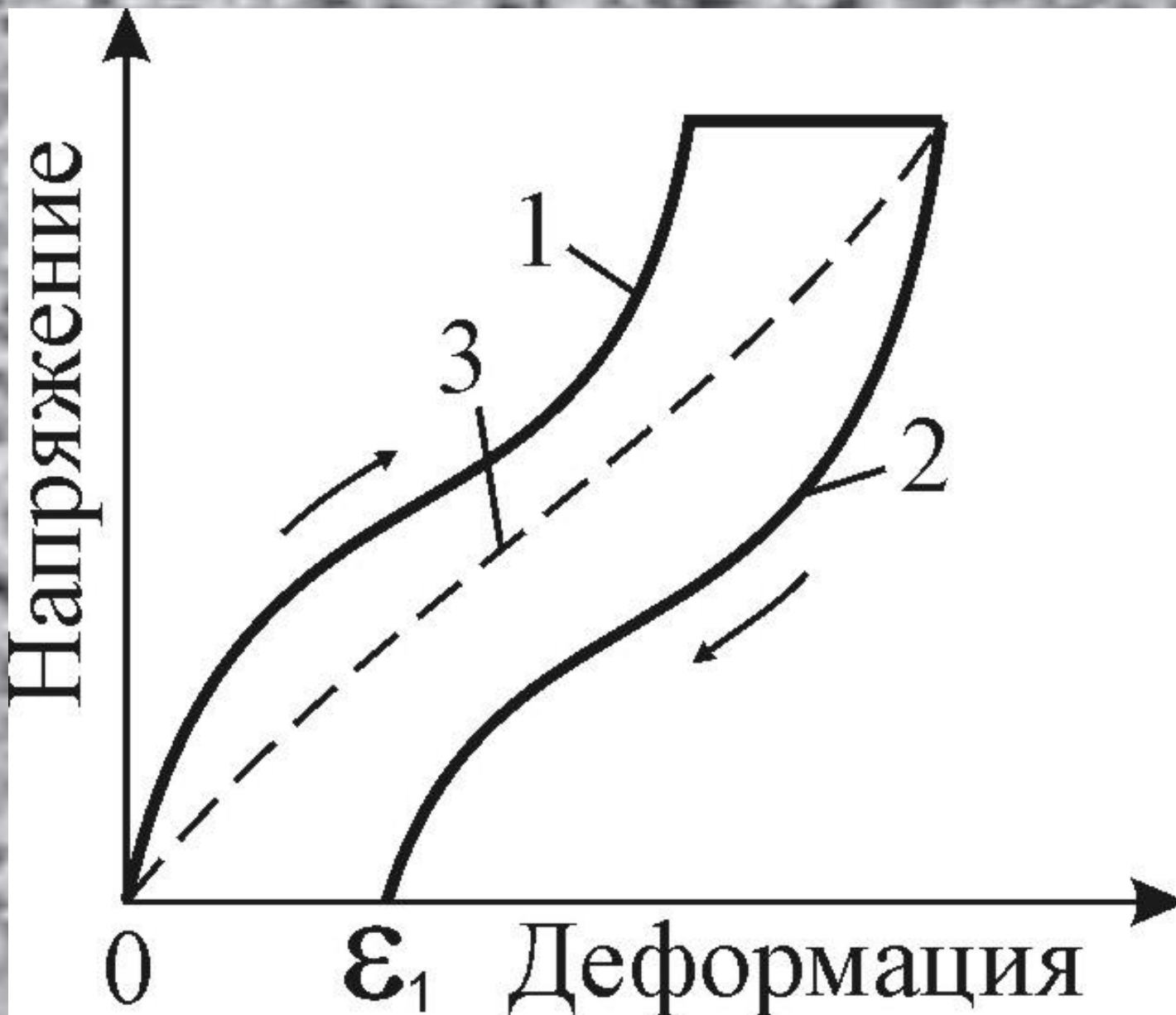




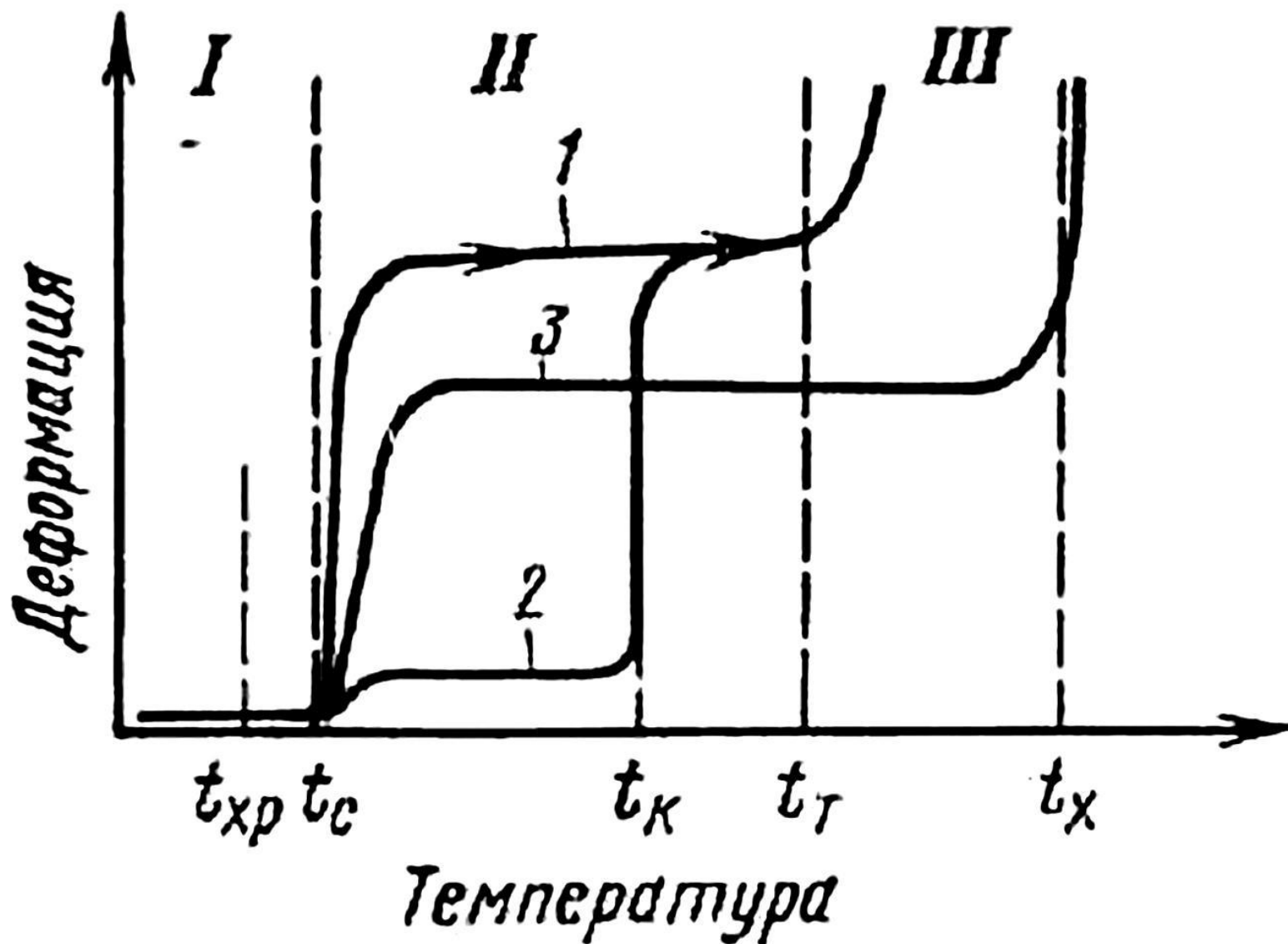
# Процесс релаксации при постоянной нагрузке



# Петля гистерезиса



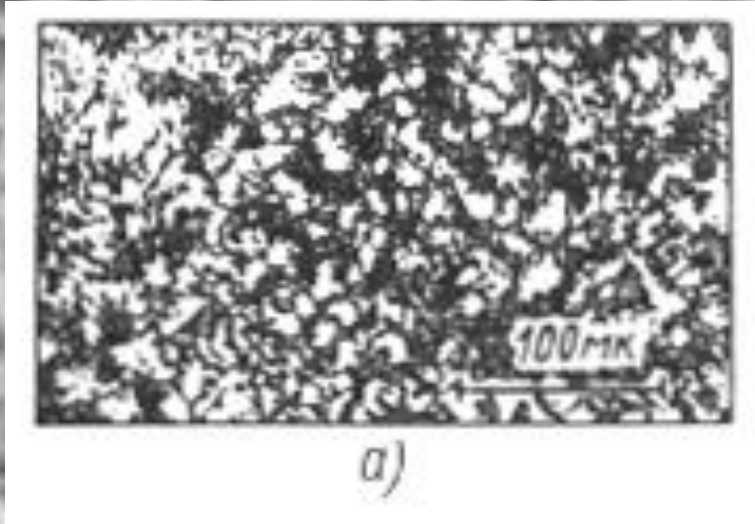
# Термомеханическая кривая



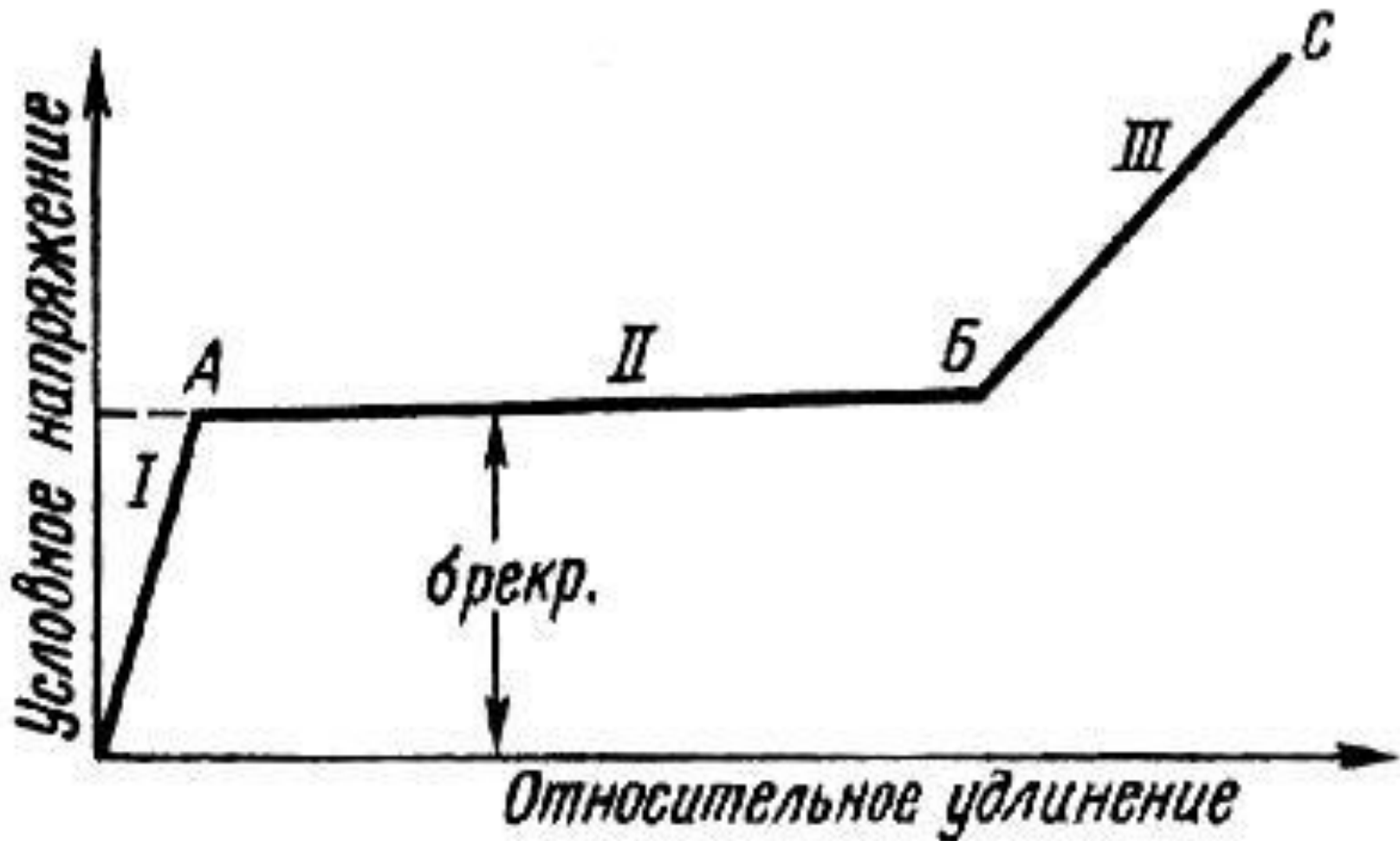
# 3. Виды физических состояний полимеров

- Стеклообразное состояние полимера
- Высокоэластическое состояние полимера
- Вязкотекучее состояние полимера
- Кристаллическое состояние полимера
- Механические свойства полимеров в кристаллическом состоянии

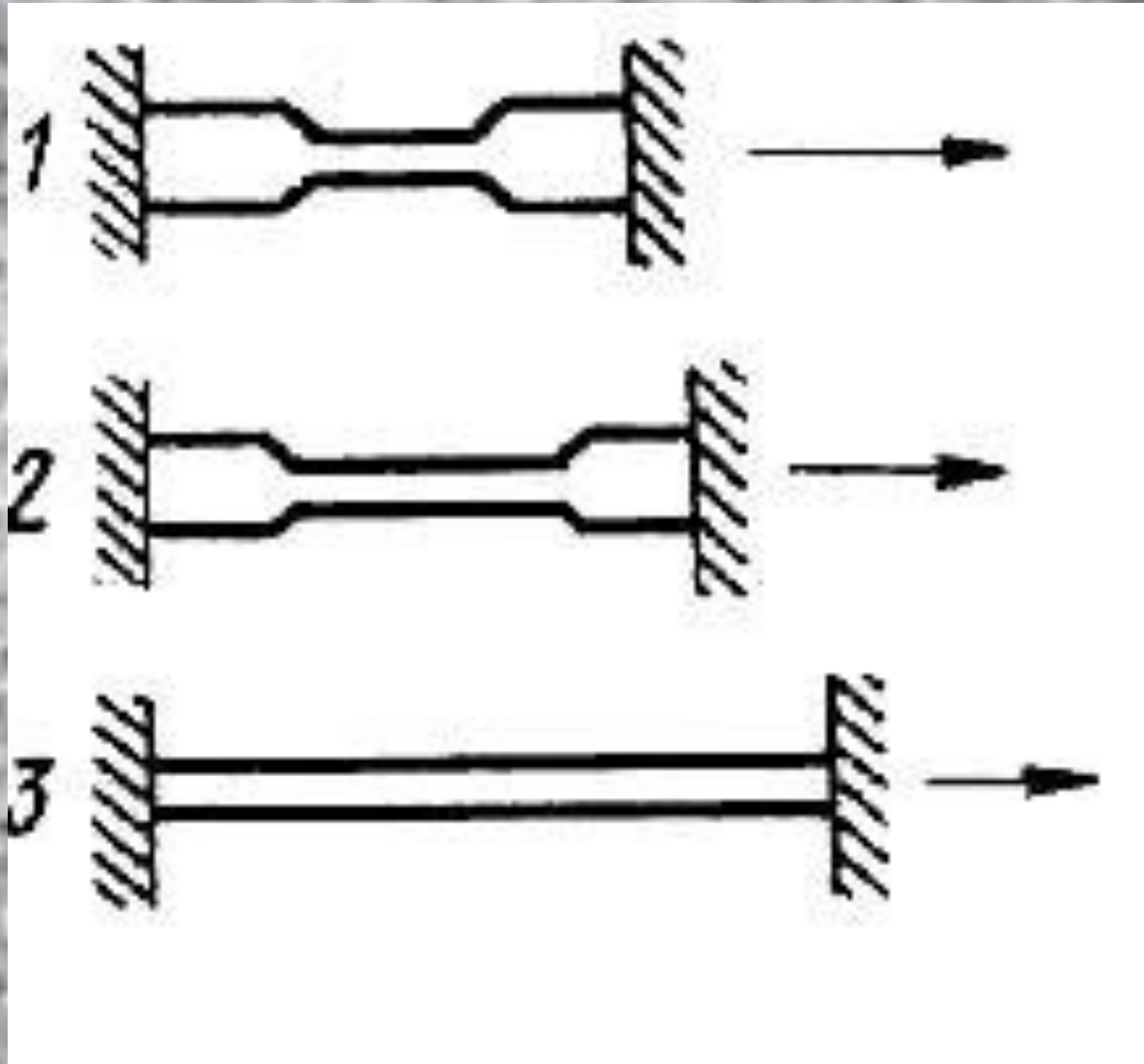
# Зависимость надмолекулярной структуры от режима кристаллизации (температура 180 °С, *а*-5 с, *б*-20 с, *в*-60с)



# Поведение кристаллического полимерного образца под нагрузкой



# Поведение кристаллического полимерного образца под нагрузкой

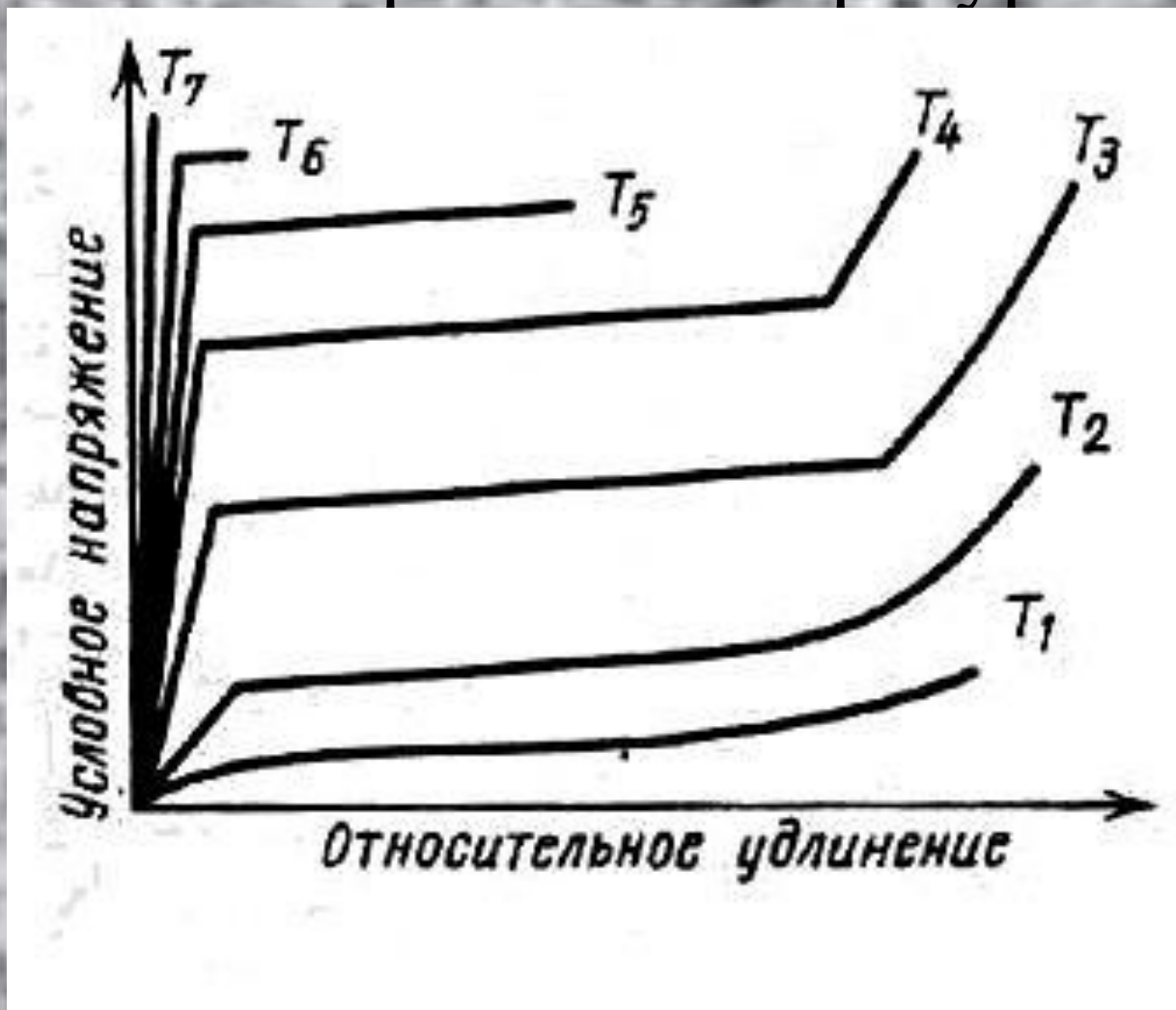


# Структура границы и шейки (справа) при растяжении сферолитного полипропилена





# Зависимость деформации кристаллического полимера от температуры



$$T_1 > T_2 > T_3 > T_4 > T_5 > T_6 > T_7$$

# 4. Старение полимеров

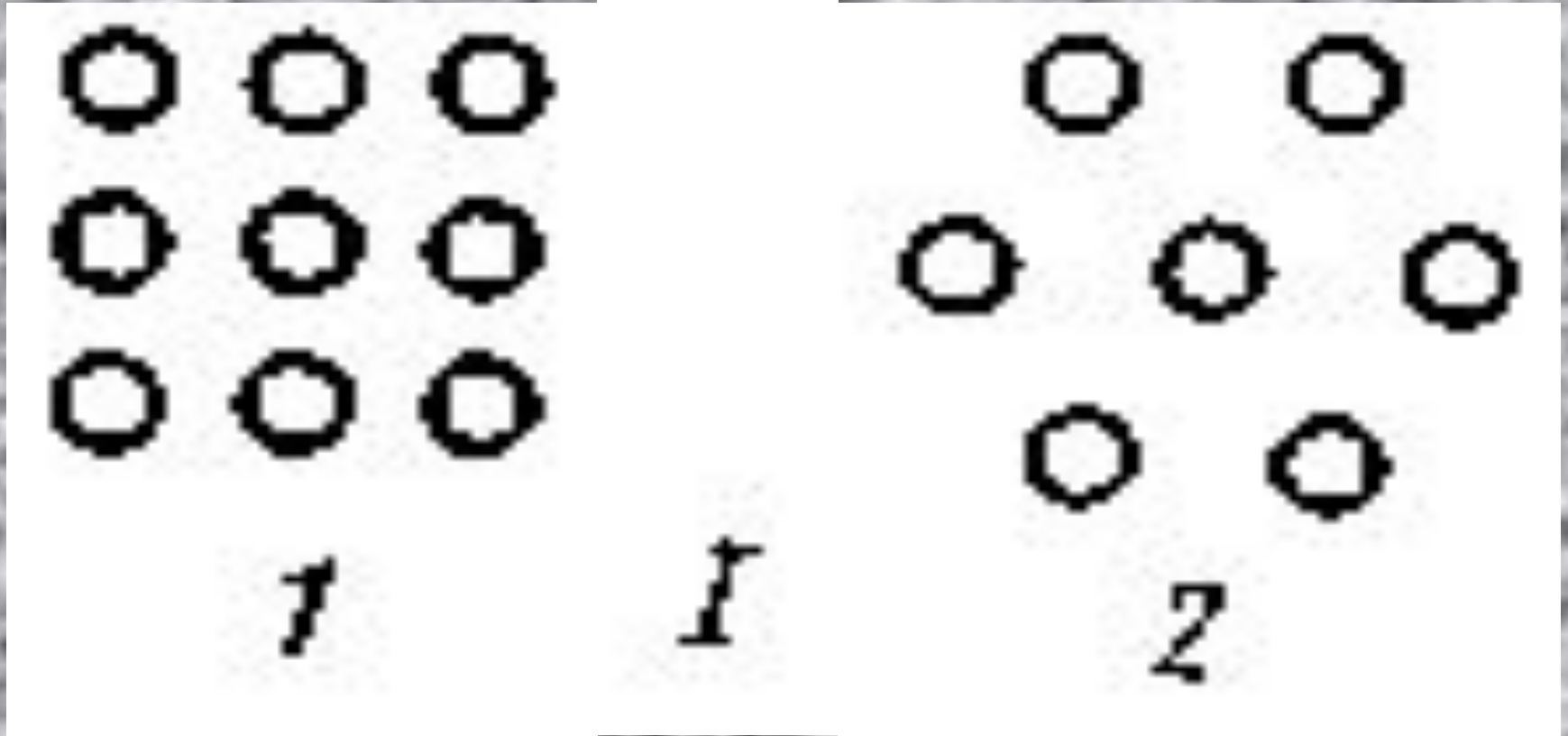
# 5. Пластические массы

# 6. Структура стекла

# 7. Структура керамических материалов

# 8. Композиционные материалы с неметаллической матрицей

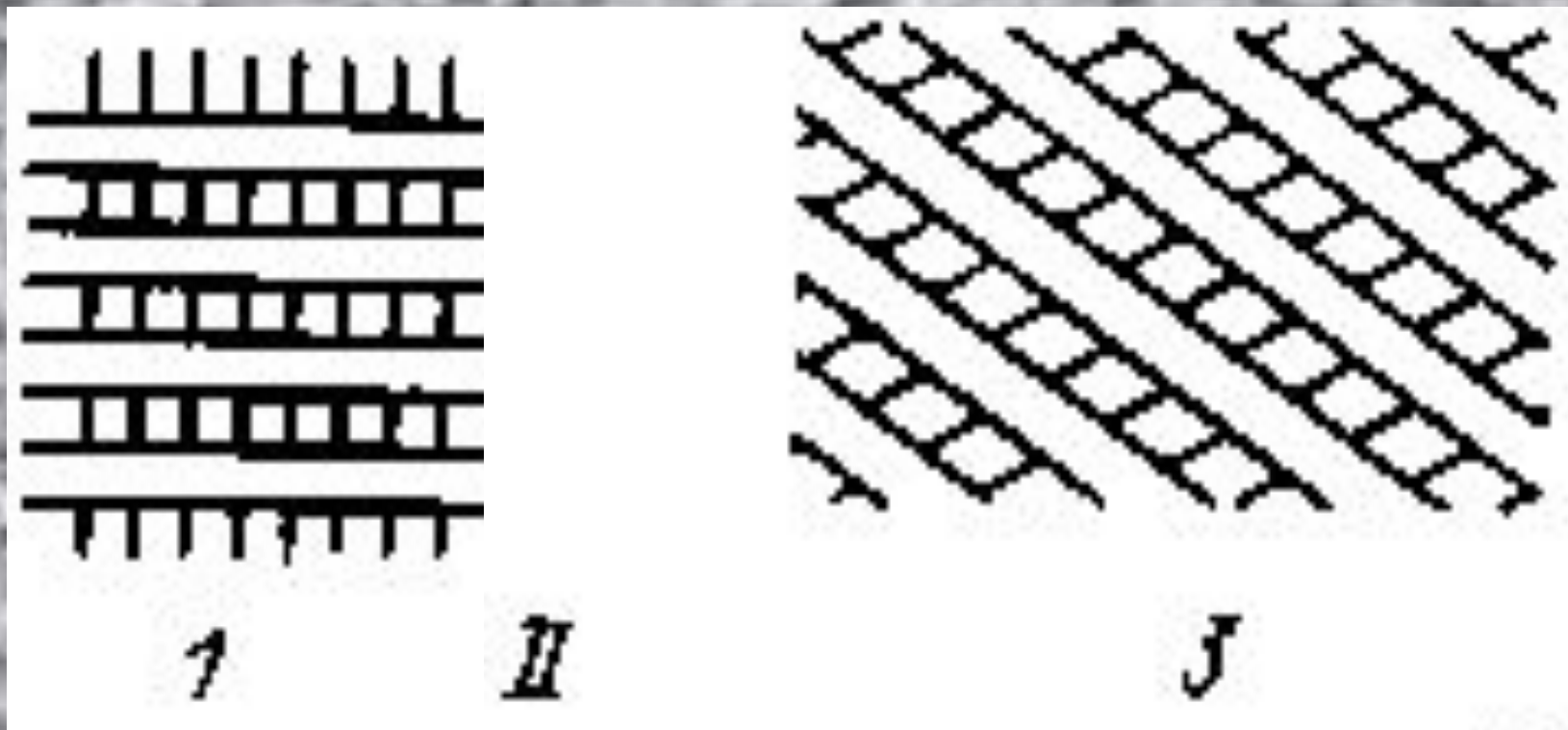
# Схемы армирования композиционных материалов



I – однонаправленная

1 – прямоугольная, 2 - гексагональная

# Схемы армирования композиционных материалов

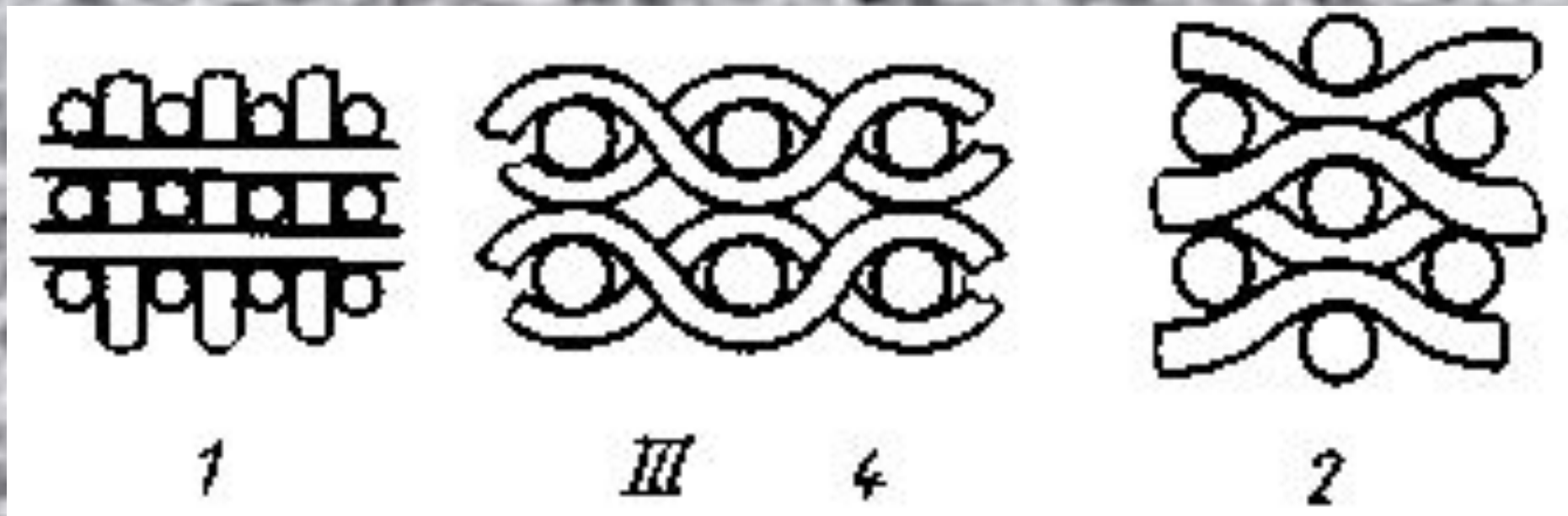


II – двухнаправленная

1 – прямоугольная, 3 - косоугольная



# Схемы армирования композиционных материалов

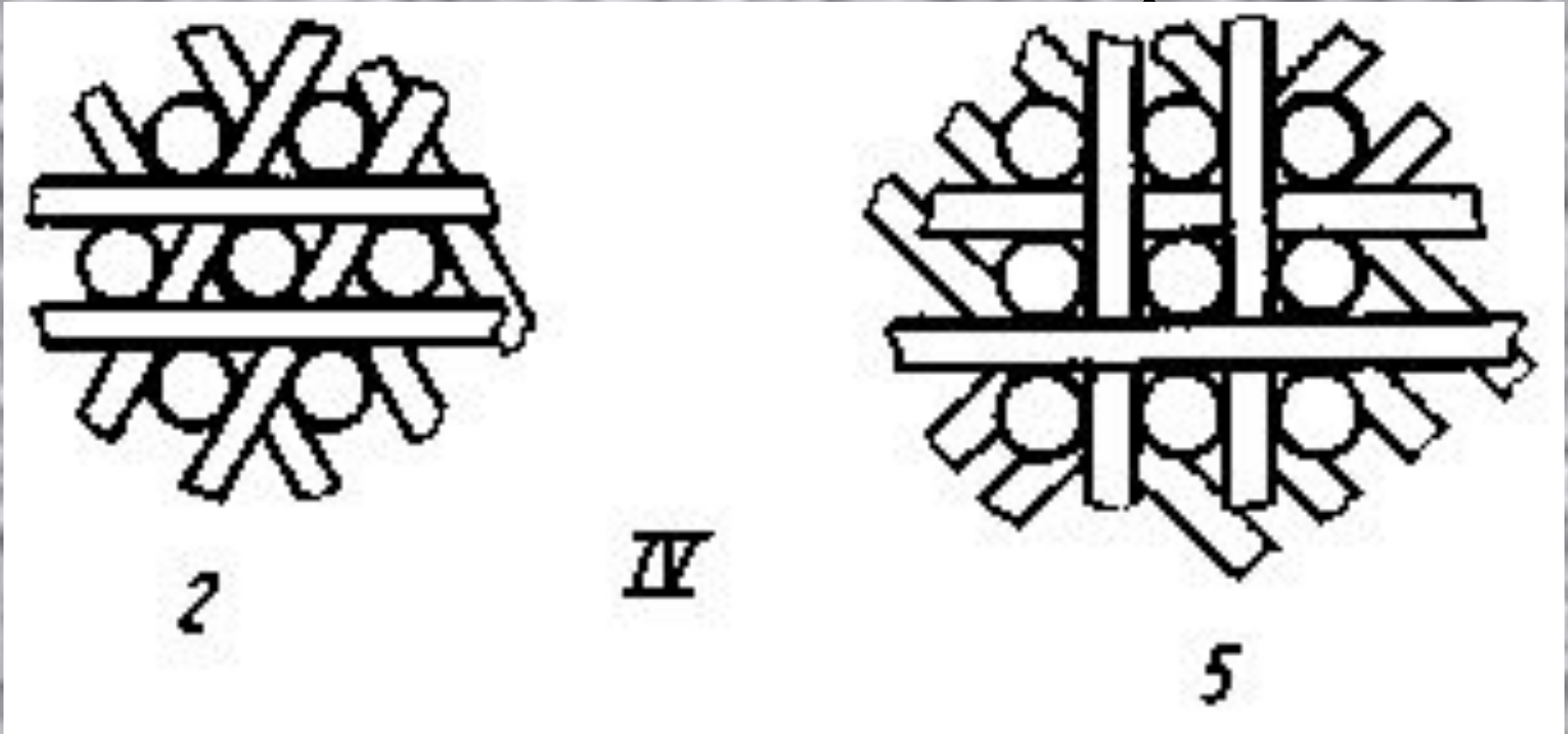


III – трехнаправленная

1 – прямоугольная, 2 – гексагональная,

4 – с искривленными волокнами

# Схемы армирования КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



IV – четырехнаправленная

2 – гексагональная, 5 – система из пяти нитей