

Получение полиэтилена (ПЭ)

Способы получения

ПЭВД
 P = 130-150 МПа,
 T = 200-300 С,
 Kt- инициаторы

ПЭНД
 P = 0,2-0,5 МПа, T =
 80 С, Kt -TiCl₄:AlR₃
 (AlRX)

ПЭСД
 P = 3- 4 МПа,
 T = 150 С, Kt
 оксиды (Cr, Mo, V)

ПЭ низкой плотности (ВД)

ПЭ высокой плотности (НД)

Плотность, кг/м³.....910-930

950-970

Мол. масса80000-500000

80000-800000

Степень кристалличности, %50-65

75-90

T плавления, С105-108

120-130

Разрушающее напряжение, МПа

при изгибе.....11,8-16,7

19,6-39,2

при растяжении.....9,8-16,7

21,6-32,4

Морозостойкость, Сот -80 до -120

от -70 до -150

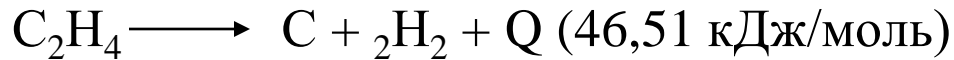
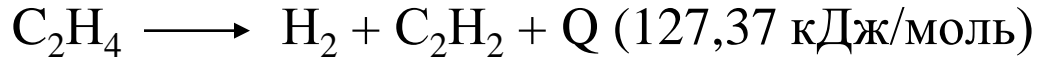
Теплопроводность, Вт/(м*К)0,29

0,42

Сырьё для получения ПЭ

Этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

Процесс разложения

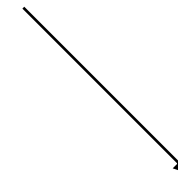
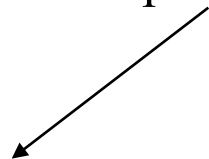


Получение этилена в промышленности

Пиролиз



Сырьё для получения этилена

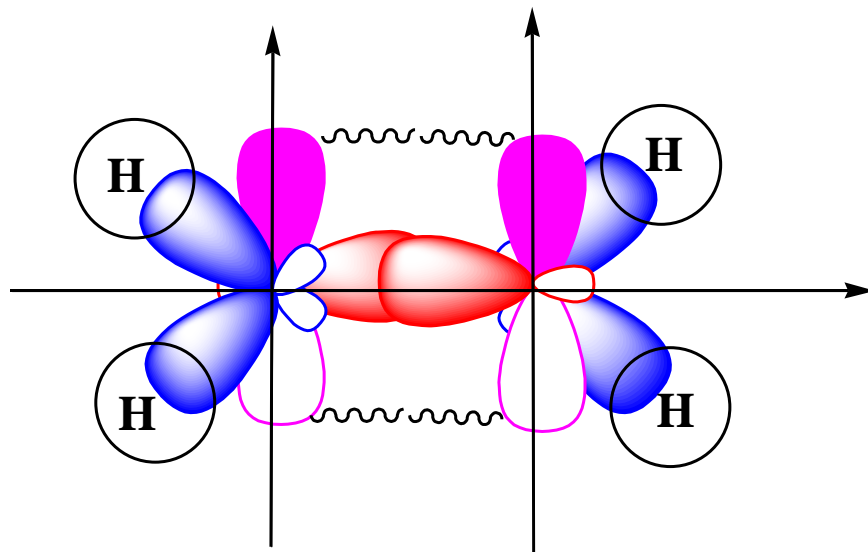
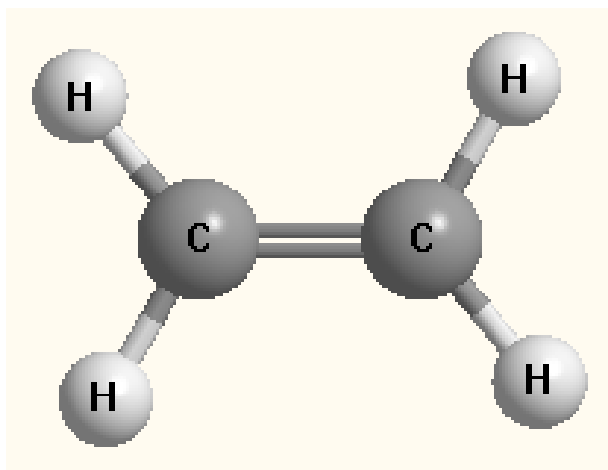


Газообразное сырьё (этан, пропан, н-бутан и их смеси)

Бензиновые фракции -фракции выкипающие при $T = 40 - 165 \text{ }^\circ\text{C}$ (*n*-алканы, *изо*-алканы, нафтены, ароматические Ув.,

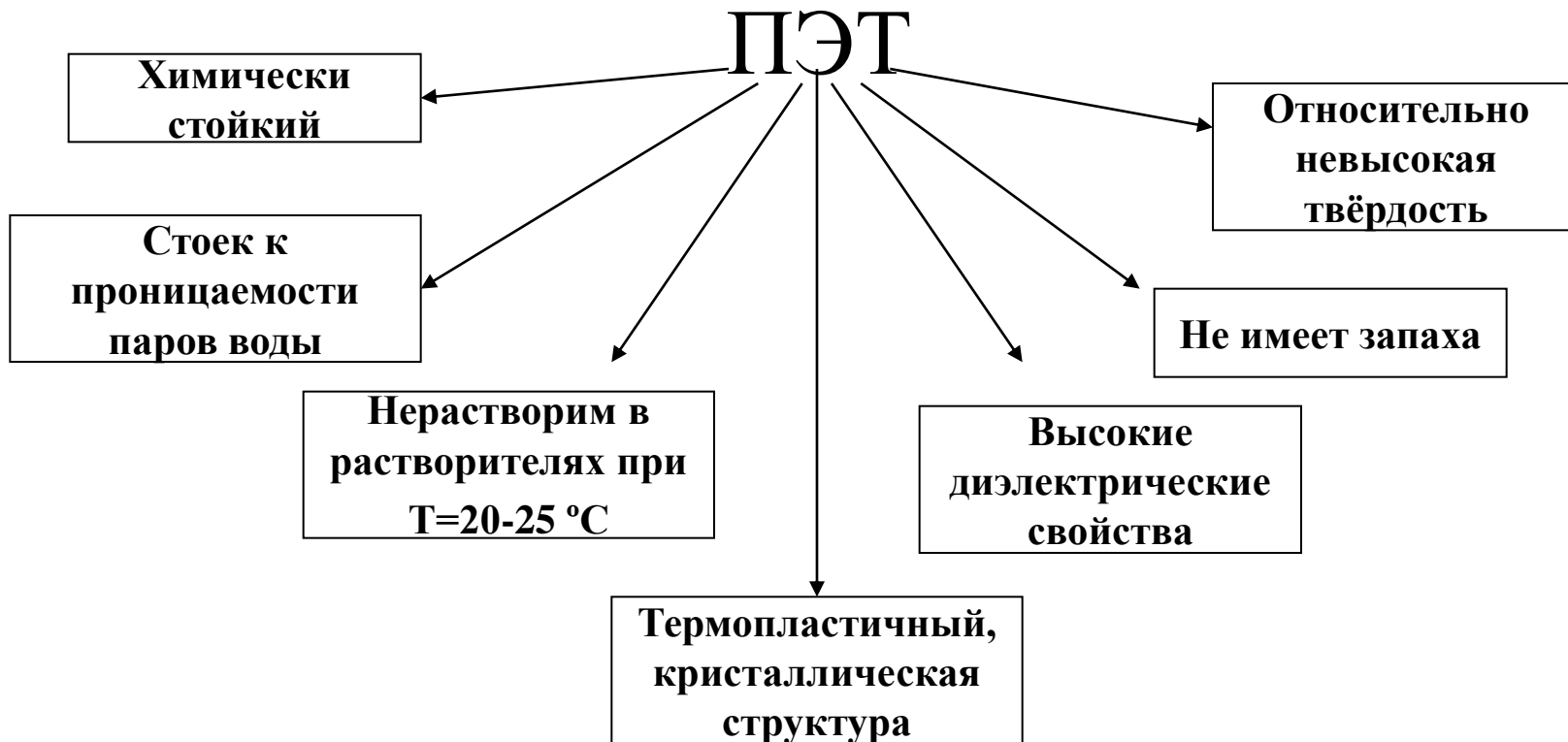
Этилен

Бесцветный газ при н.у. темп. кип – 103,8 °С, температура самовоспламенения на воздухе 546 °С, предел взрывоопасности от 3 до 34 % в смеси с воздухом.



В Молекуле этилена 4 σ -связи (СН) Sp^2 гибридизации и одна С-С σ -связь, но атомы углерода связаны дополнительно одной π -связью. На долю π -связи приходится энергии 257 кДж/моль, на долю С-С связи 335 кДж/моль в сумме 592 кДж/моль. Все С-Н связи в молекуле этилена лежат в одной плоскости. Под углом 120 °.

Структура и свойства полиэтилена

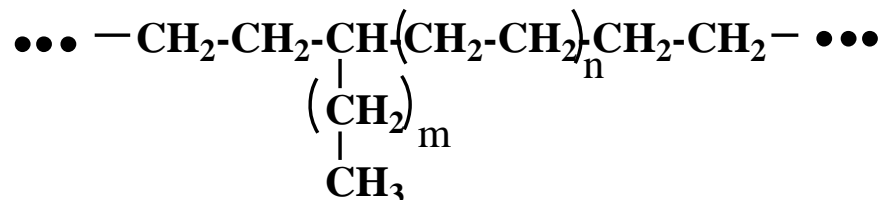


Марки ПЭВД на российском рынке

Рынок полимеров по объёму и структуре определяется переработкой их в изделия. Проведённый анализ марочного ассортимента российского рынка ПЭВД 2005-2007 г показывает, что самым популярными у переработчиков являются марки 153 03-003 (Белоруссия г. Полоцк), 158 03-020 и 108 03-020 (Азербайджан г. Сумгаит) выпущенные по ГОСТ 16337-77. В России выпускаются и перерабатываются марки 176 03-006, 178 03-015, 180 03-030, 181 03-035 и 115 03-070. Все указанные марки относятся к 3 группе плотности по ГОСТ 16337-77. (Группа плотности 5-я цифра в обозначении марок, цифры после тире-индекс расплава умноженный на 10.)

Кристалличность ПЭТ

Молекула ПЭТ представляет собой длинную цепь метиленовых групп содержащую некоторое количество боковых групп:

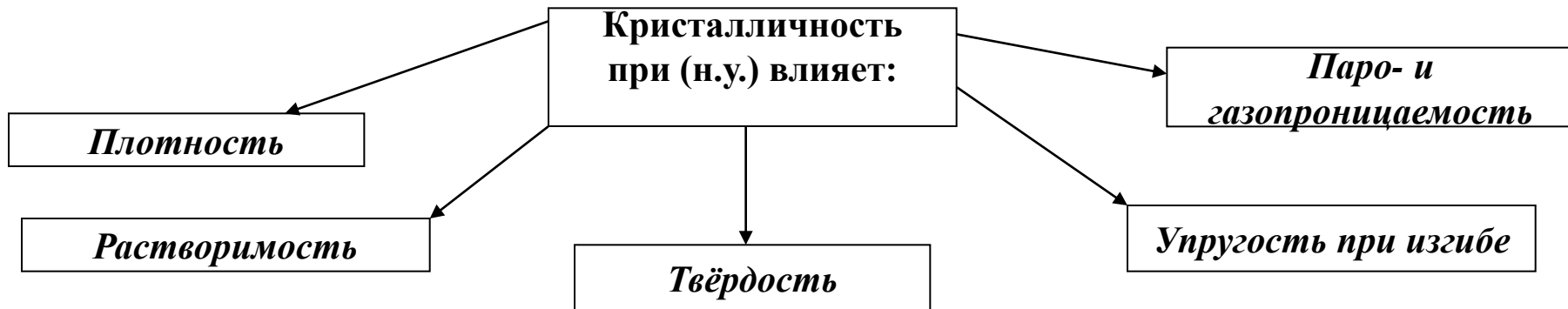


Чем больше боковых групп в молекуле ПЭТ, тем ниже степень кристалличности.

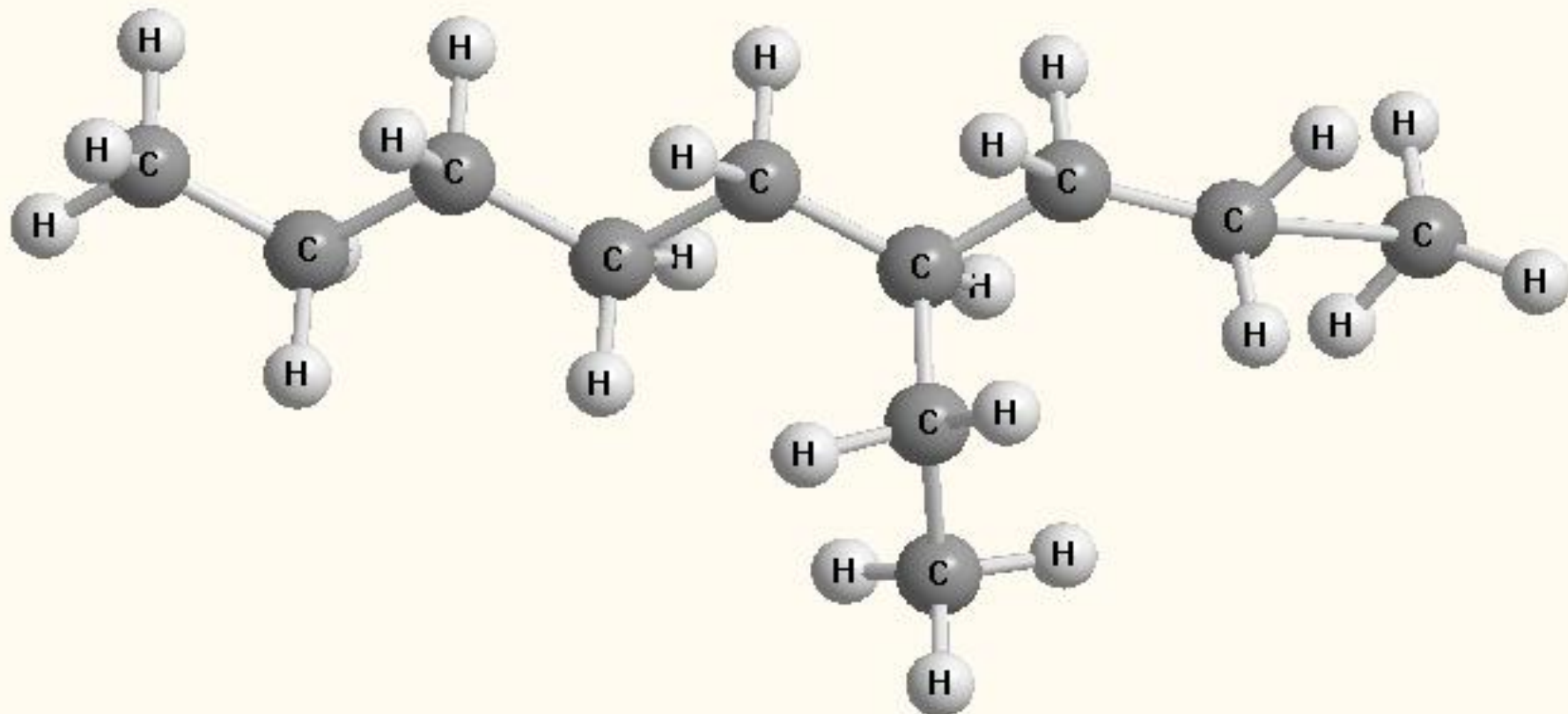
Различие в степени кристалличности обуславливает плотность полимера, так содержание кристаллической фазы:

ПЭВП (НД)	73-95 %
ПЭСП (НД).....	66-73 %
ПЭНП (ВД).....	55-65 %

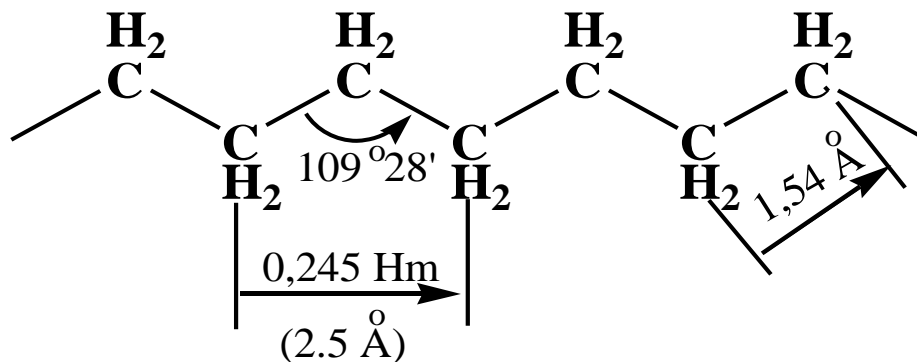
Число CH ₃ - групп на 100 ат. С	Содержание аморфной фазы, %
0	10
1	20
2	33
3	40
4	46



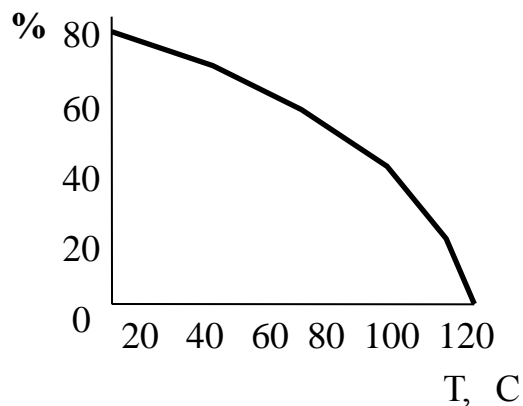
Фрагмент молекулы полиэтилена



Структура молекулы ПЭТ представляет зигзагообразную цепь с высокой симметрией молекул, период идентичности в $2,53 \text{ \AA}$ соответствует повторяющемуся расстоянию в зигзагообразной углеродной цепи между атомами углерода (C-C) $1,54 \text{ \AA}$ и углу между углеродными связями $109^\circ 28'$

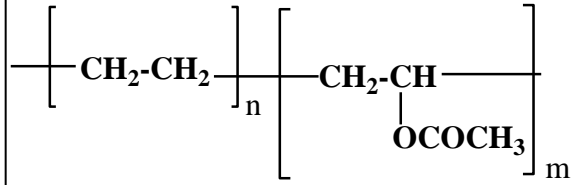


С повышением температуры снижается степень кристалличности, снижение становится более резким по мере приближения к температуре размягчения

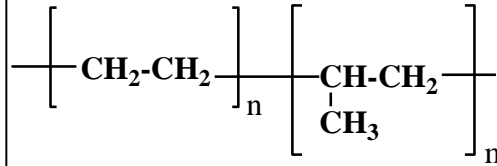


Модификация полиэтилена

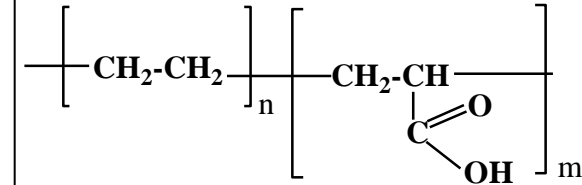
**Сэвилен- сополимер
этилена с винилацетатом**



**СЭП- сополимер
этилена с пропиленом**



**Сополимер этилена с
акриловой кислотой**



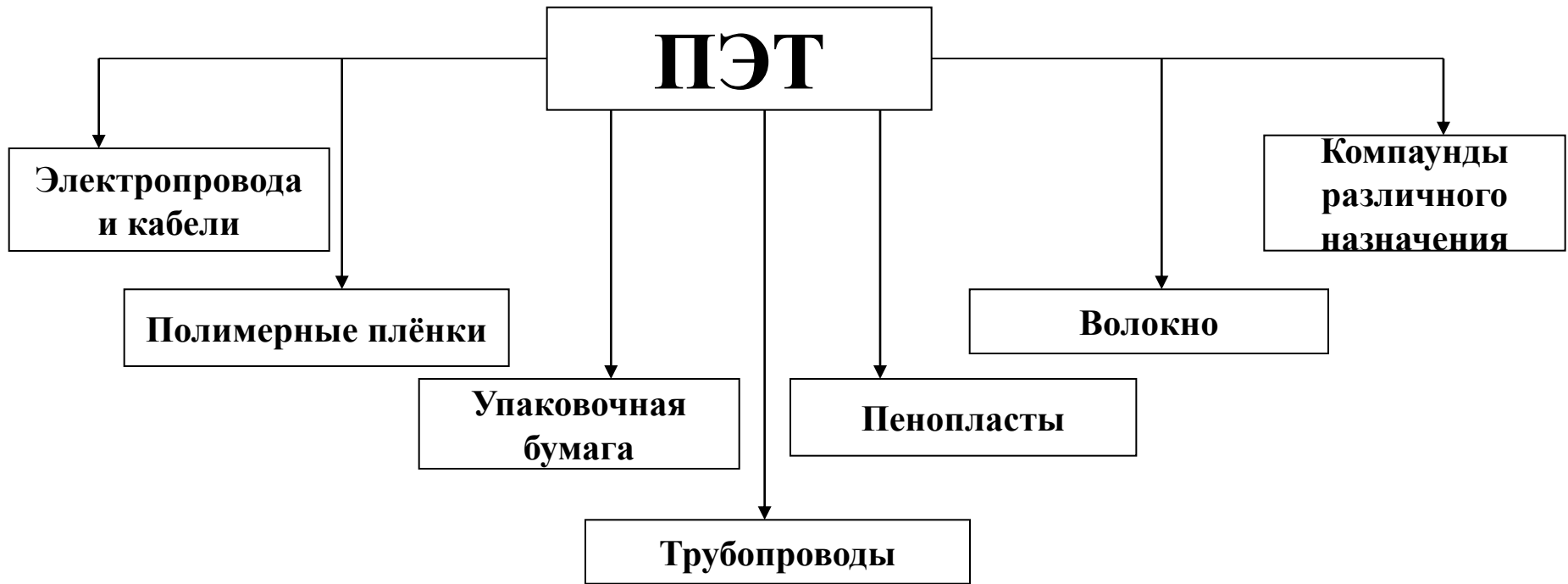
**Сополимеры этилена
с эфирами акриловой
кислоты**

Сульфохлорирование

Хлорирование

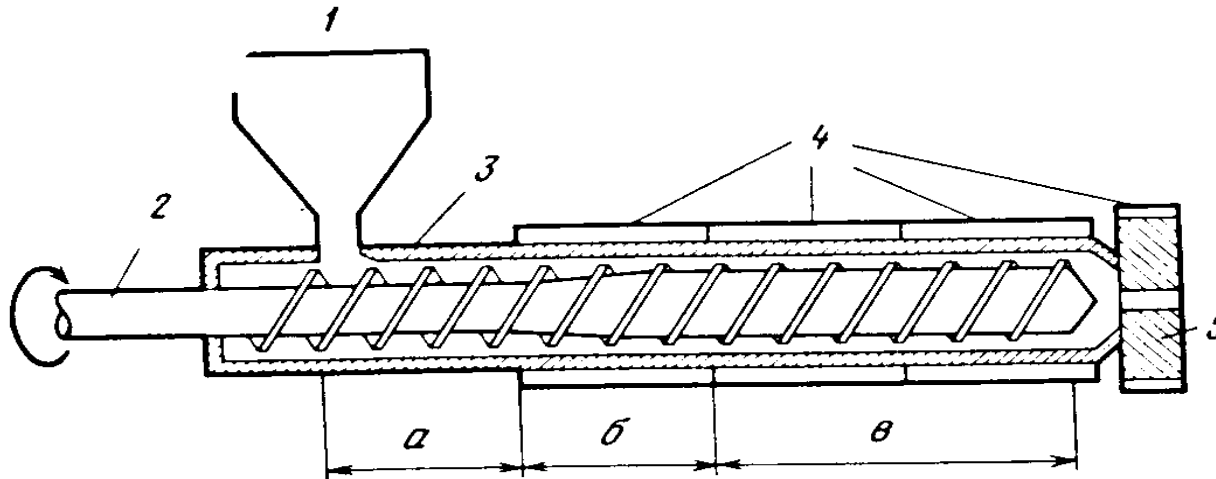
Применение ПЭТ

Комплекс физико-механических свойств ПЭТ и его сополимеров позволяет широко применять данные материалы во многих отраслях промышленности



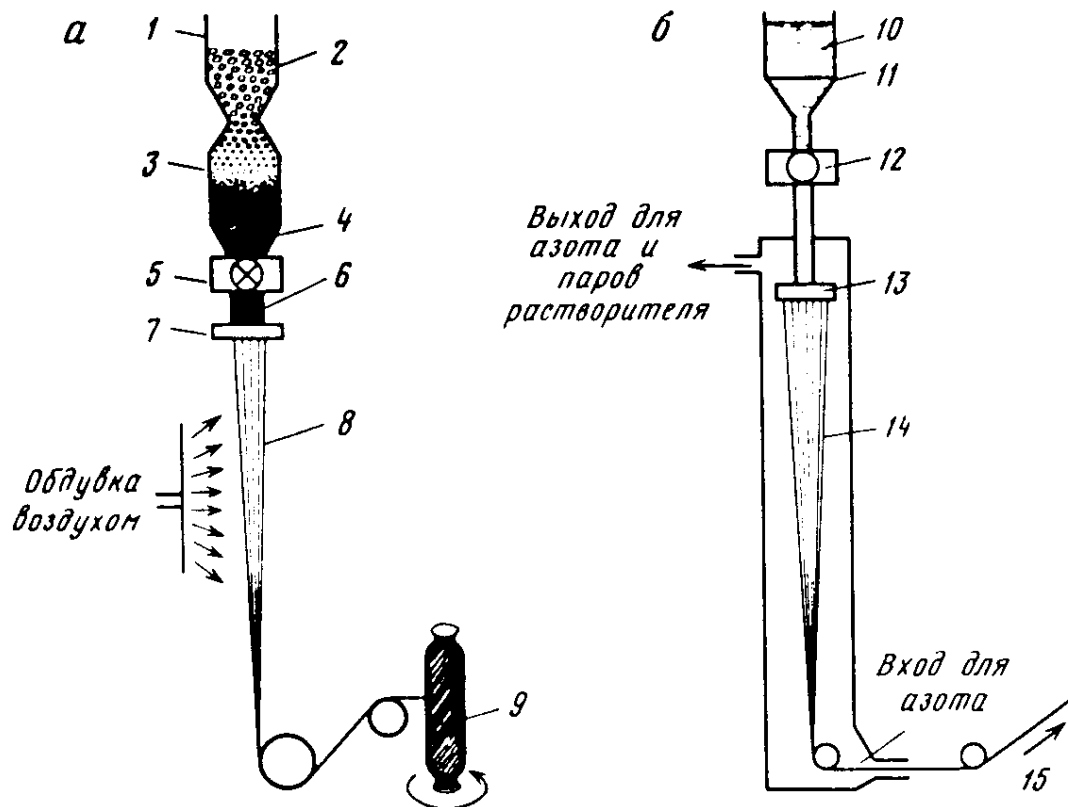
Переработка ПЭТ

Экструзия



1 — загрузочная воронка; **2** - шнек; **3** - основной цилиндр; **4** — нагревательные элементы; **5** — выходное отверстие головки экструдера, *a* — зона загрузки; *б* — зона сжатия; *в* ~ зона гомогенизации

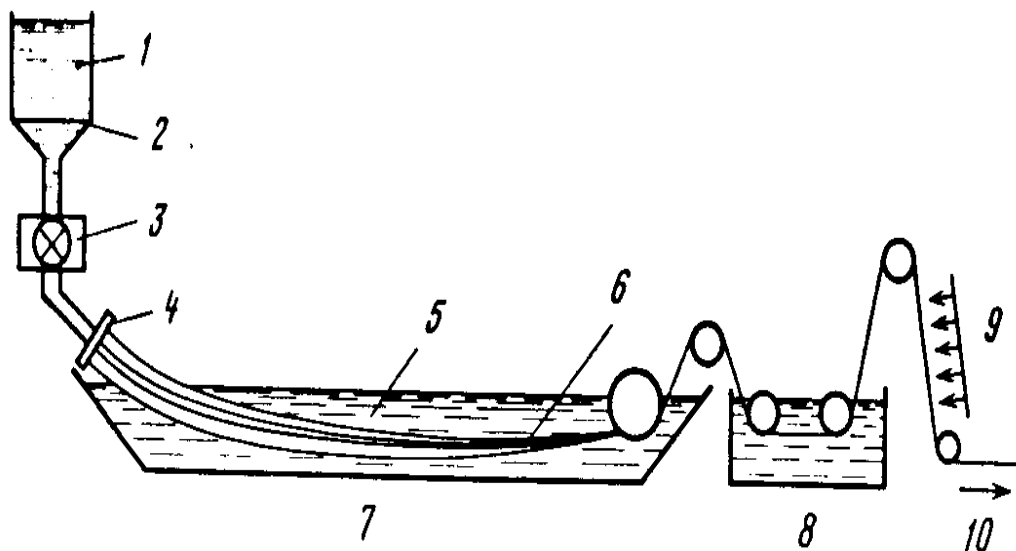
Прядение волокон



Схематическое изображение процессов **сухого прядения (а)** и **прядения из расплава (б)**

- 1** — загрузочная воронка; **2** — полимерные чешуйки; **3** — нагретая решетка; **4** — горячий полимер; **5** — дозирующий насос; **6** — расплав; **7** — многоканальный мундштук; **8** — свежеспряденное волокно; **9** — катушка;
- 10** — раствор полимера; **11** — фильтр; **12** — дозирующий насос; **13** — многоканальный мундштук; **14** — свежеспряденное волокно; **15** — на катушку

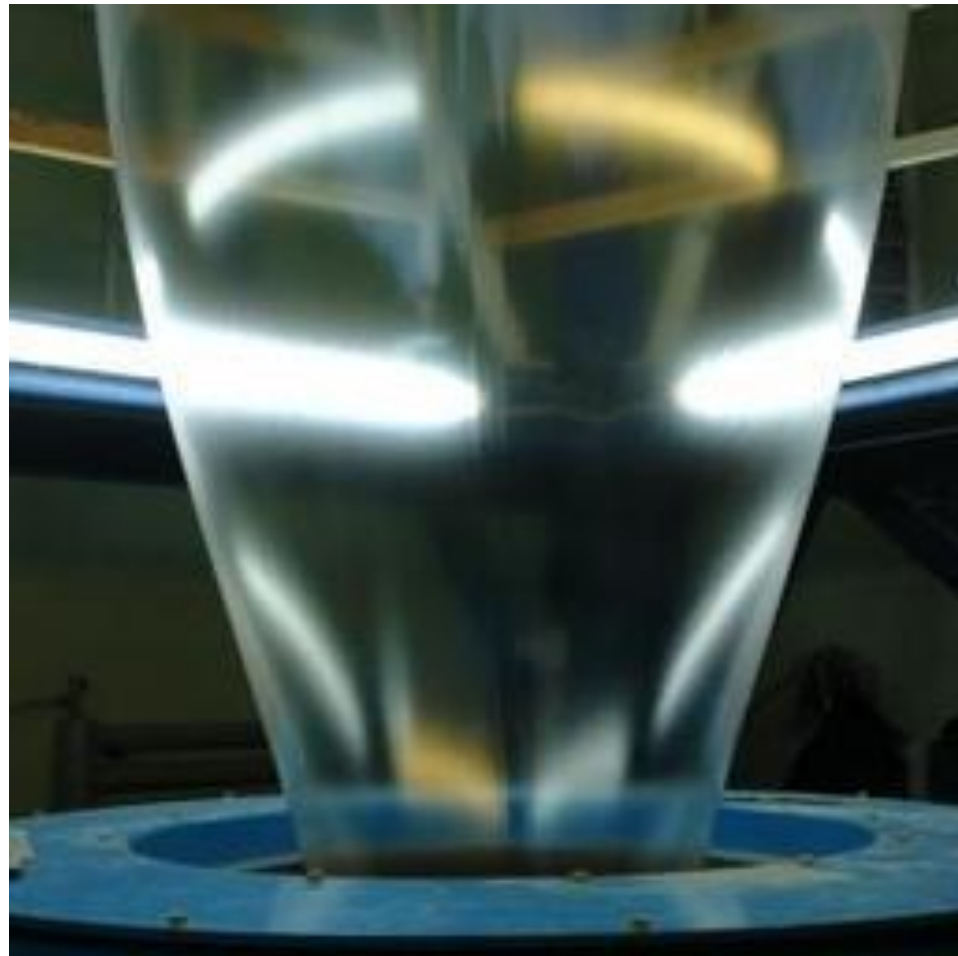
Прядение волокон



Схематическое изображение процесса мокрого прядения

1 — раствор полимера; 2 — фильтр; 3 — дозирующий насос; 4 — многоканальный мундштук; 5 — осадитель; 6 — свежеспряденное волокно; 7 — ванна для коагуляции и осаждения; 8 — ванна для промывки; 9 — сушка; 10 — на катушку





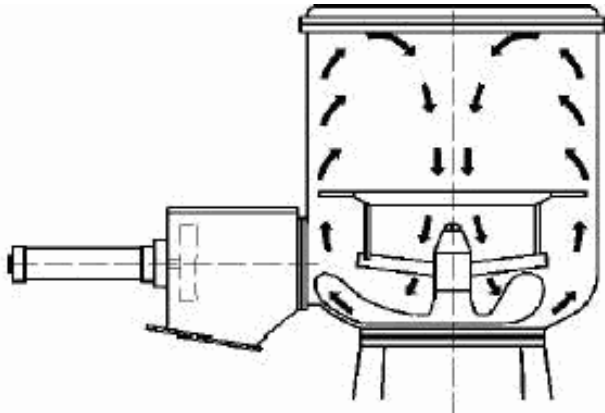






Компаундирование

Процесс, включающий в себя введение таких ингредиентов, как пластификаторы, вулканизирующие агенты, отвердители, стабилизаторы, наполнители, красители, пламегасители и смазочные вещества, в первичный полимер, называют “компаундированием”, а смеси полимеров с этими добавками – «компаундами».



Схематичное изображение смесителя для горячего смешивания



Система **RARENMEIER** представляет собой комбинацию вертикального смесителя для горячего смешивания и горизонтального смесителя для холодного смешивания



Резательные инструменты и ножевые головки обеспечивают равномерную величину гранул конечного продукта



Компаунды

**Сырьевые материалы: дерево
и СЭП в форме гранулята**

Литература

1. А.Ф. Николаев. Синтетические полимеры и пластические массы. – 1966. – 768 с.
2. Справочное пособие «Переработка пластических масс» Л.: Химия. – 1985.-296 с.
3. Ю.Д. Семчев. Высокомолекулярные соединения 2-е изд.- 2005.-368 с.
4. Журнал «Пластические массы». 2007-2008 г.г.