

# АЛКЕНЫ

(этиленовые, олефины,  
непредельные)

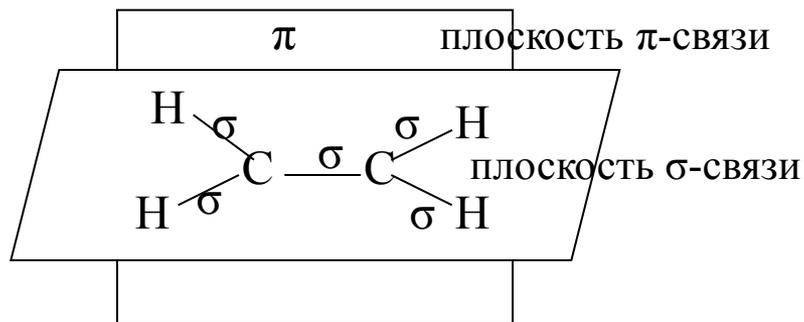
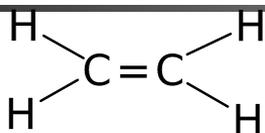
Общая формула  $C_n H_{2n}$

---

*Алкены* – алифатические непредельные углеводороды, в молекулах которых помимо одинарных связей есть одна двойная  $\pi$ -связь.

# I. Строение и общие свойства

Простейший представитель этого класса – этилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$



Атом С находится в  $sp^2$ -гибридизации, состоящей из 3  $sp$ -гибридизованных орбиталей и 1  $p$ -орбитали

$\sigma$ -Связи С-С и С-Н находятся в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу,  $\pi$ -связь перпендикулярна плоскости  $\sigma$ -связи.

Характеристика  $\pi$ -связи С=C:

энергия ( $\sigma - \pi$ )      587 кДж/моль

энергия  $\pi$               235 кДж/моль

длина                      0,134 нм

валентный угол         $120^\circ$

# II. Изомерия и номенклатура алкенов

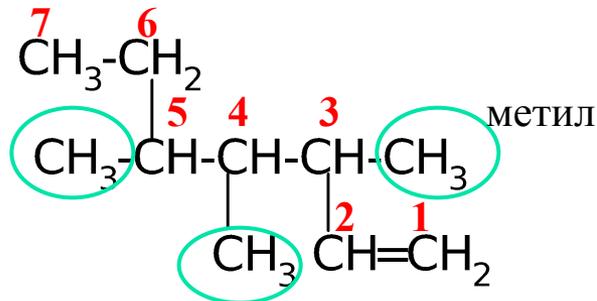
Гомологический ряд алкенов  $C_n H_{2n}$

Формула		Название	
брутто	структурная	систематическое	тривиальное
$C_2H_4$	$CH_2=CH_2$	этен	этилен
$C_3H_6$	$CH_2=CH-CH_3$	пропен	пропилен
$C_4H_8$	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	бутен-1	бутилен
$C_4H_8$	$CH_3-CH=CH-CH_3$	бутен-2	бутилен-2
$C_5H_{10}$	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$	пентен-1	пентилен

В названии по *систематической* номенклатуре:

1. Главная цепь, обязательно должна содержать двойную связь.
2. Нумерация цепи с той стороны, где ближе двойная связь.
3. В названии углеводорода после суффикса *-ен*, цифрой указывают положение двойной связи.

**3,4,5-триметилгептен-1**



## Рациональная номенклатура:

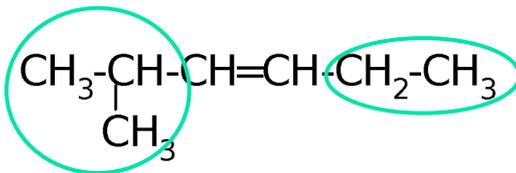
Названия алкенам дают от родоначальника ряда **этилена**, представляя, что атомы водорода замещены на радикалы.

Записывая название соединения, радикалы располагают по алфавиту.

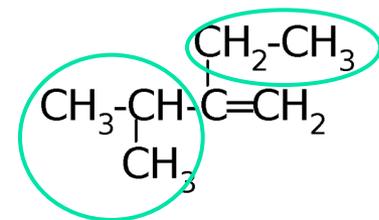
В случае *одного или двух* заместителей местоположение указывают приставкой *симм*-или *несимм*-.



пропилэтилен

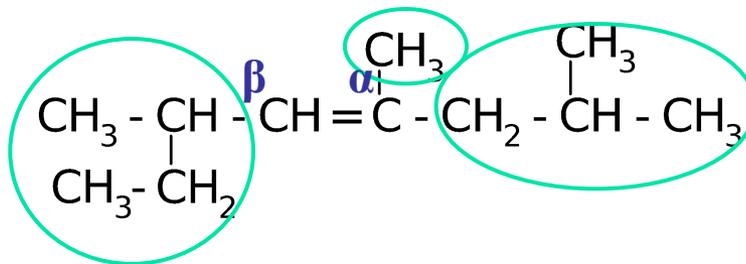
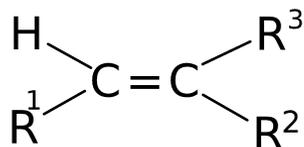


*симм*-этилизопропилэтилен



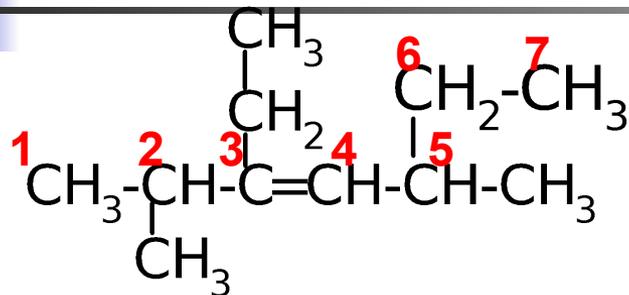
*несимм*-этилизопропилэтилен

В случае *трех или четырех* заместителей местоположение радикалов указывают буквенной нумерацией  $\alpha$ - и  $\beta$ -.

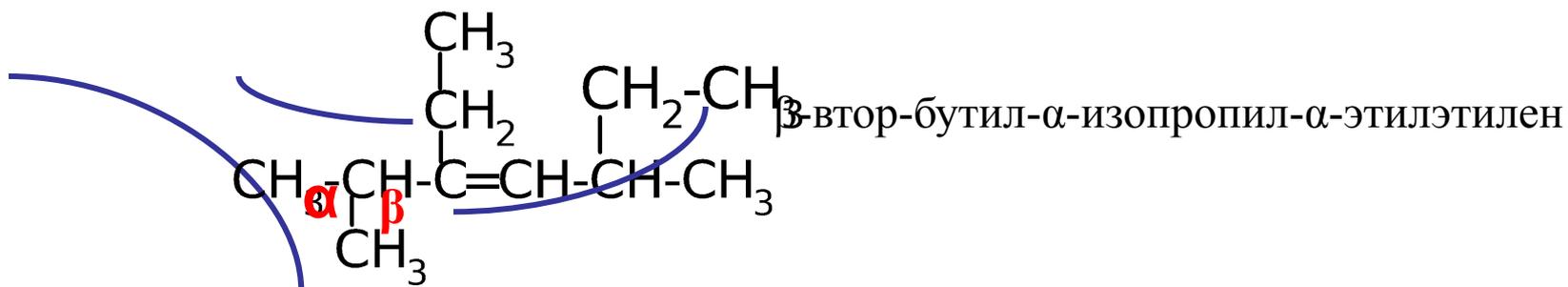


$\alpha$ -метил- $\alpha$ -изобутил- $\beta$ -втор-бутилэтилен.

Назовите соединение:



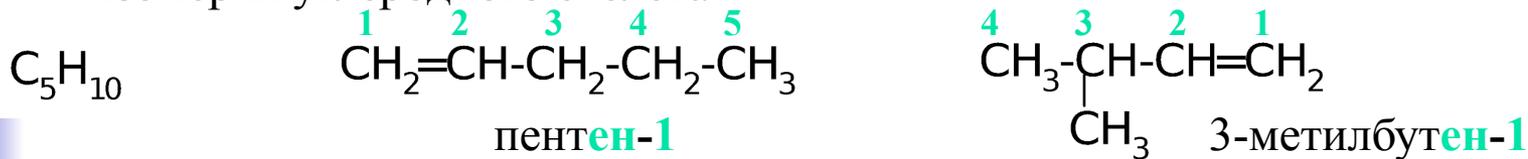
2,5-диметил-3-этилгептен-3



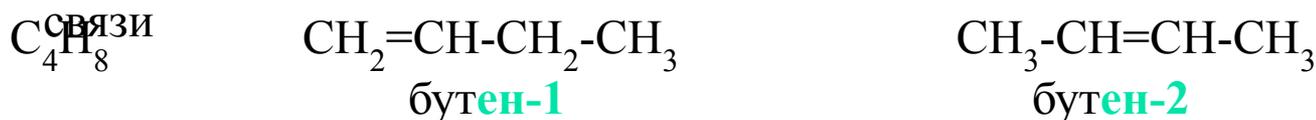
$\beta$ -втор-бутил- $\alpha$ -изопропил- $\alpha$ -этилэтилен

Для алкенов характерна несколько видов изомерии:

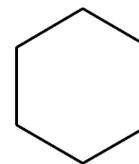
- изомерия углеродного скелета



- изомерия положения двойной

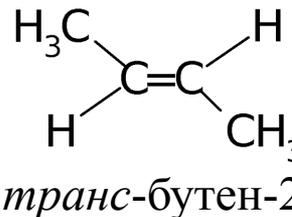
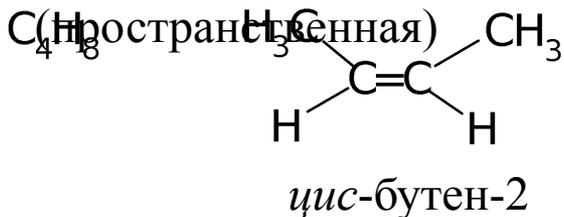


- межклассовая изомерия



циклогексан

- геометрическая изомерия



т. пл. =  $-139^\circ C$ , т. кип. =  $+3,7^\circ C$

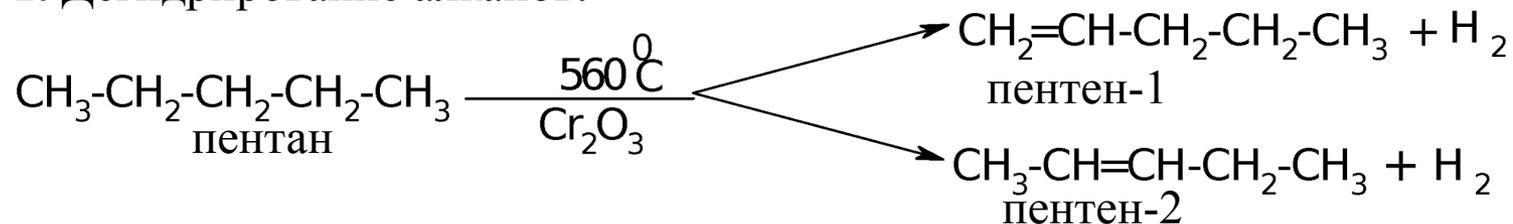
т. пл. =  $-106^\circ C$ , т. кип. =  $+1^\circ C$

# III. Способы получения.

## А. Промышленные методы получения:

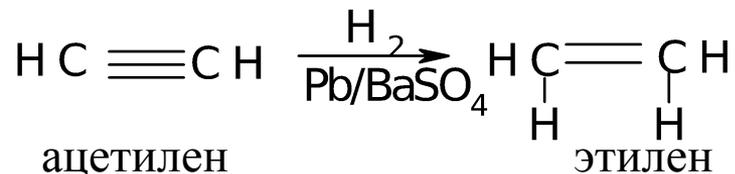
В промышленности алкены получают при термической и термokatалитической переработки нефтяных фракций (крекинг, пиролиз, коксование и т.д.).

### 1. Дегидрирование алканов.

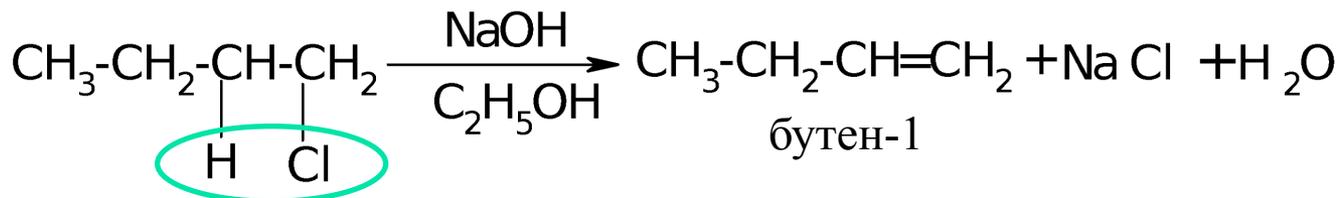


## Б. Лабораторные методы.

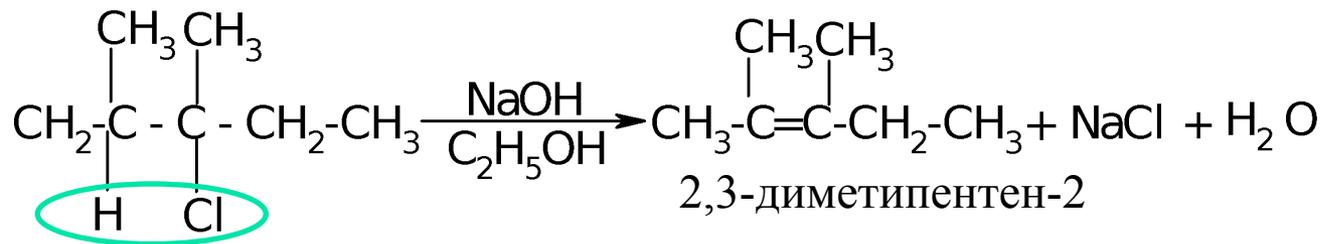
### 2. Частичное гидрирование ацетиленовых углеводородов



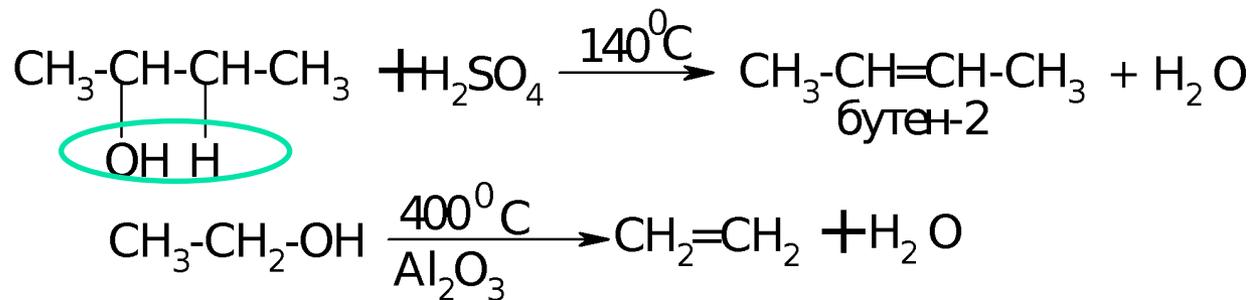
3. Дегидрогалогенирование галогенпроизводных.



**Правило Зайцева:** при отщеплении галогена атом водорода легче всего отщепляется от соседнего наименее гидрогенизированного атома углерода.



4. Дегидратация спиртов, протекает также по правилу Зайцева.





## IV. Физические свойства

---

При обычных условиях:

$C_2$ - $C_4$  – газы,

$C_5$ - $C_{17}$  – жидкости,

$C_{18}$ - более – твердые вещества.

Алкены нерастворимы в воде,  
но хорошо растворимы в органических растворителях.

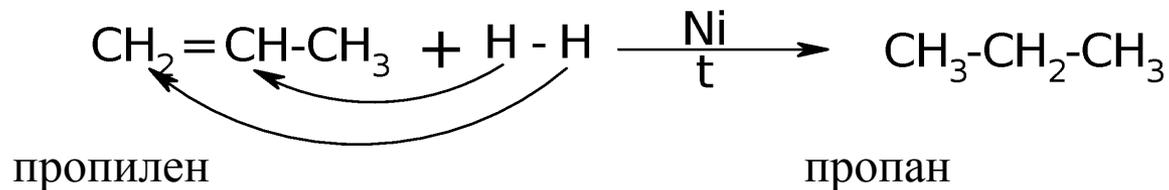
По физическим свойствам алкены близки к алканам,  
но имеют более низкие температуры плавления и кипения

## V. Химические свойства

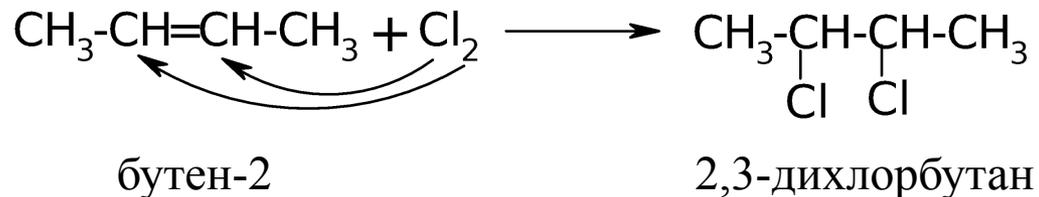
Алкены вступают в реакции:

- присоединения;
- окисления;
- полимеризации.

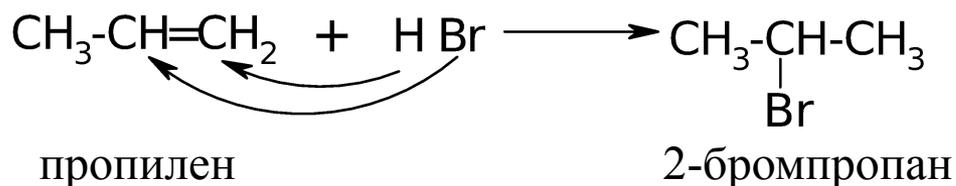
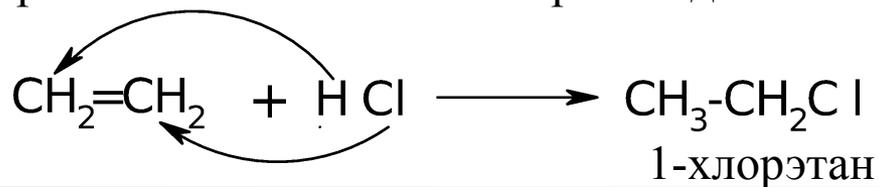
1. Гидрирование – присоединение водорода, с образованием алканов.



2. Галогенирование – присоединение галогенов ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ) с образованием дигалогенпроизводных.



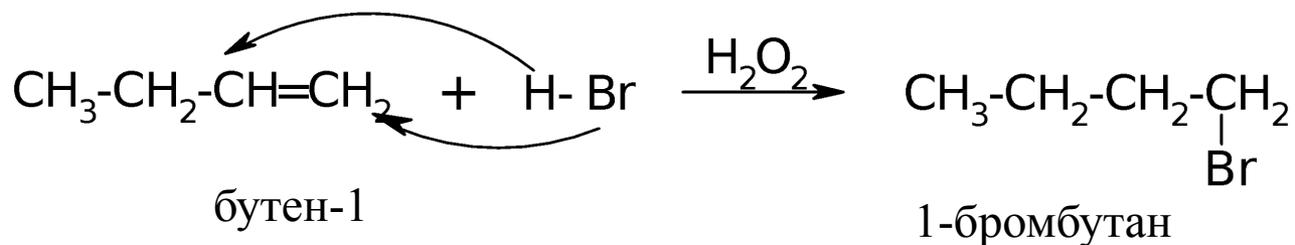
3. Гидрогалогенирование – присоединение галогеноводородов (HCl, HBr, HI), с образованием моногалогенпроизводных.



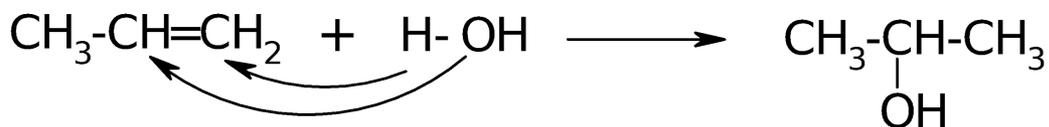
**Правило Марковникова:**

атом водорода присоединяется к более гидрированному атому углерода по месту двойной связи.

4. Перекисный эффект Хараши – присоединение бромоводорода, в присутствии перекиси H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.



5. Гидратация – присоединение воды, протекает в присутствии серной кислоты, с образованием спиртов.

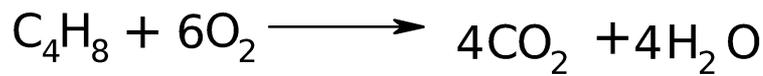


пропилен

изопропиловый спирт

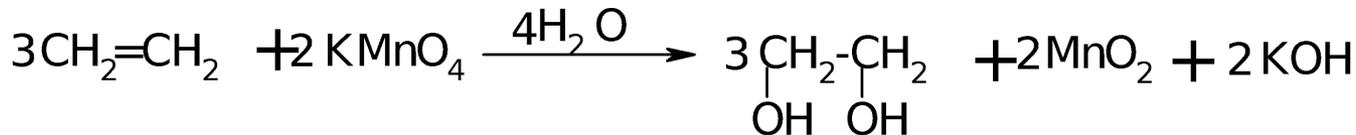
6. Окисление алкенов, в зависимости от окислителя протекает с образованием разных кислородсодержащих продуктов:

а) полное окисление - горение



бутен

б) мягкое окисление протекает с разрывом  $\pi$ -связи – *реакция Вагнера* (1888 г).

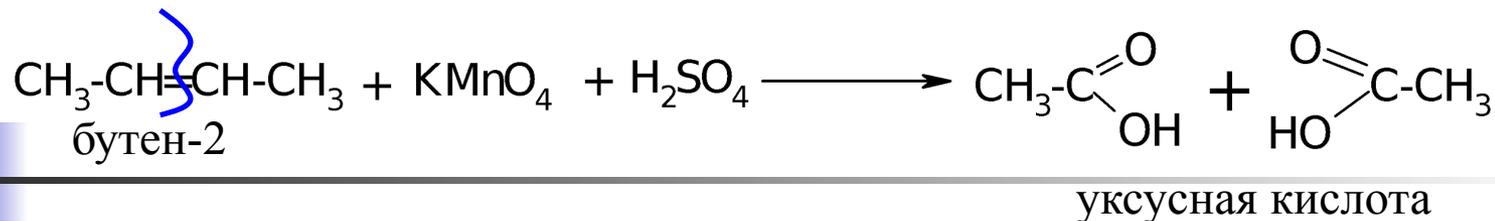


этилен

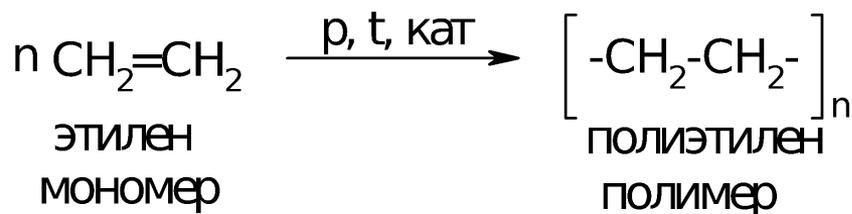
этиленгликоль

Качественная реакция обесцвечивания **фиолетового раствора** перманганата калия, продуктом которой являются двухатомные спирты.

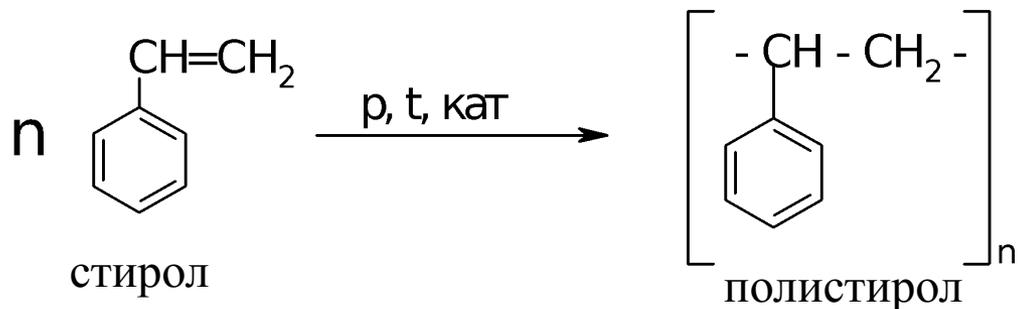
в) жесткое окисление, протекает с разрывом  $\sigma$ - и  $\pi$  –связей, с образованием карбоновых кислот или кетонов.



7. Полимеризация – (открыта *А.М.Бутлеровым*) процесс последовательного соединения одинаковых молекул мономера друг с другом с образованием молекул, называемых *полимерами*.



$n$  - степень полимеризации,  $n = 100 - 10\,000$



# VI. Применение

Алкены не используют в качестве топлива, вследствие высокой химической активности, их выгоднее использовать в качестве исходного сырья для промышленного синтеза.

---

Например, этилен используют для получения более 500 продуктов:

- *полиэтилена* в производстве пластмасс;
- *этилового спирта* – в производстве синтетического каучука;
- *этиленгликоль* – антифриз, взрывчатые вещества;
- *дихлорэтана* – в качестве растворителя;
- *этиленоксида* – синтетические волокна, моющие средства;
- *хлорэтана* - анестезирующее средство;
- *этилен* – средство ускоряющее созревание овощей и фруктов.