

# Комплексные соединения палладия в промышленных каталитических системах

Король В.А.



# Катализ.

- Производство аммиака, серной и азотной кислот.
- Гидрогенизация жиров, превращение бензола в циклогексан и др.

# Комплексные соединения палладия. Строение и Свойства.

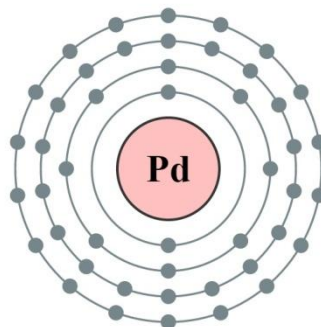
Высочайшая химическая  
стойкость!

Валентность: II(!), III, IV

Координационные числа:

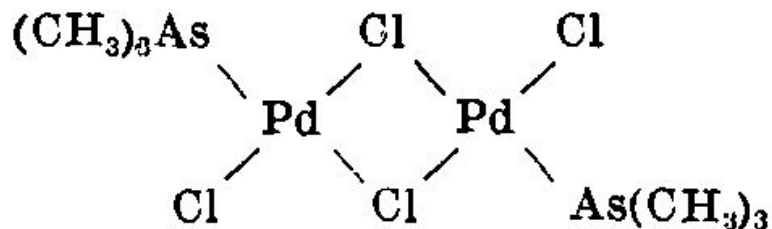
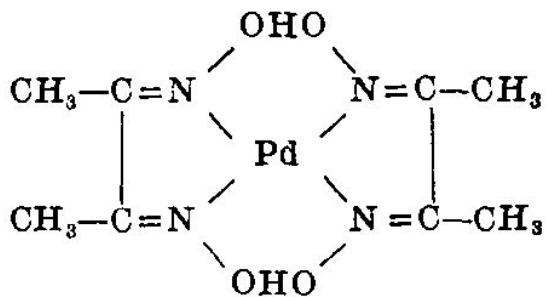
Pd(II) -4

Pd(IV)-6



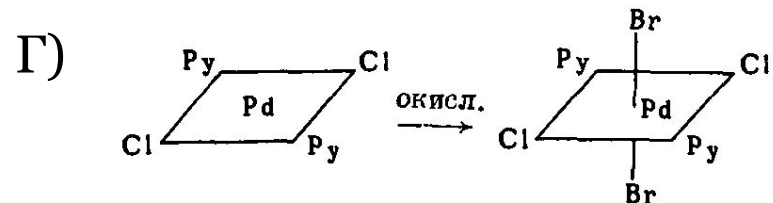
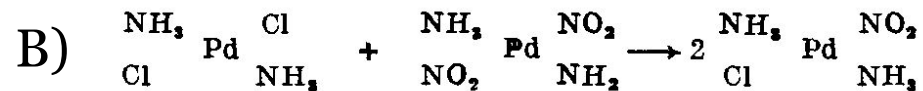
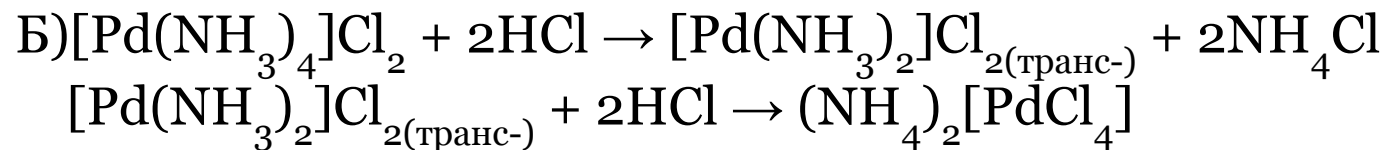
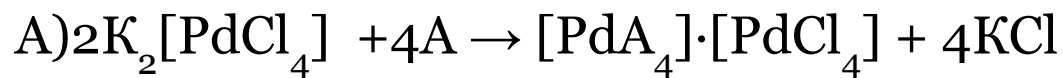
# Типы комплексов палладия.

- Простые; (Сочетание простых солей с соединениями, молекулы которых содержат атомы со свободной электронной парой)
- Комплексы типа двойных солей; ( $K_2[PdCl_4]$ )
- Внутрикомплексные и многоядерные комплексные соединения Pd(II);



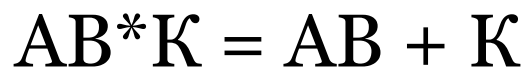
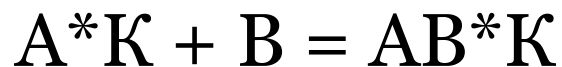
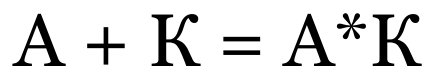
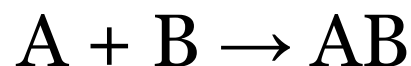
- Сверхкомплексные соединения. ( $[Pd(NH_3)_2Cl_2] \cdot [Pd(NH_3)_2Cl_4]$ )

# Закономерность трансвлияния.





# Реакции промышленного значения с применением катализаторов на основе комплексов палладия



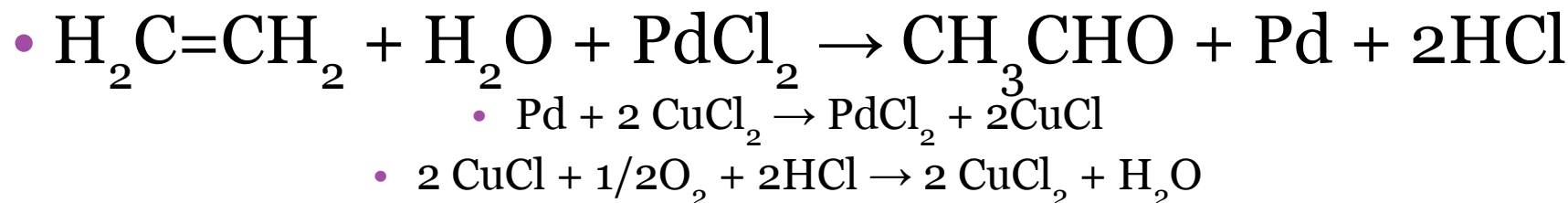
- $T=150^{\circ}\text{C}$ ;  $p=20$  атм.; Реагенты:  $\text{CO}; \text{H}_2; \text{O}_2$ .

# Важнейшие каталитические реакции и катализаторы с использованием палладия или его соединений.

Схема реакции	Целевой продукт, процесс	Катализатор
$\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	Очистка газов и воздуха от CO	Гопкалит, Pt, Pd
$\text{H}_2, \text{CH}_4 \text{ и другие углеводороды} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \text{ и } \text{H}_2\text{O}$	Очистка газов и воздуха	Pt, Pd, CoO, CuO, $\text{V}_2\text{O}_5$ , NiO
$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$	Азотная кислота	Pt в сплаве с Pd, Rh; $\text{Co}_3\text{O}_4$ ; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$
$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$	Ацетальдегид	$\text{PdCl}_2/\text{CuCl}_2$
$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$	Гидрирование ароматических углеводородов	Ni, Co, Pd, Pt
$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 1/2\text{O}_2 + \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Винилцетат	$\text{PdCl}_2/\text{CuCl}_2$



# Вакер-процесс.



- Выход альдегида: 95%
- Побочные продукты:  $\text{CH}_3\text{NOOH}$ (2%),  $\text{CO}_2$ (2%), продукты хлорирования (1%)