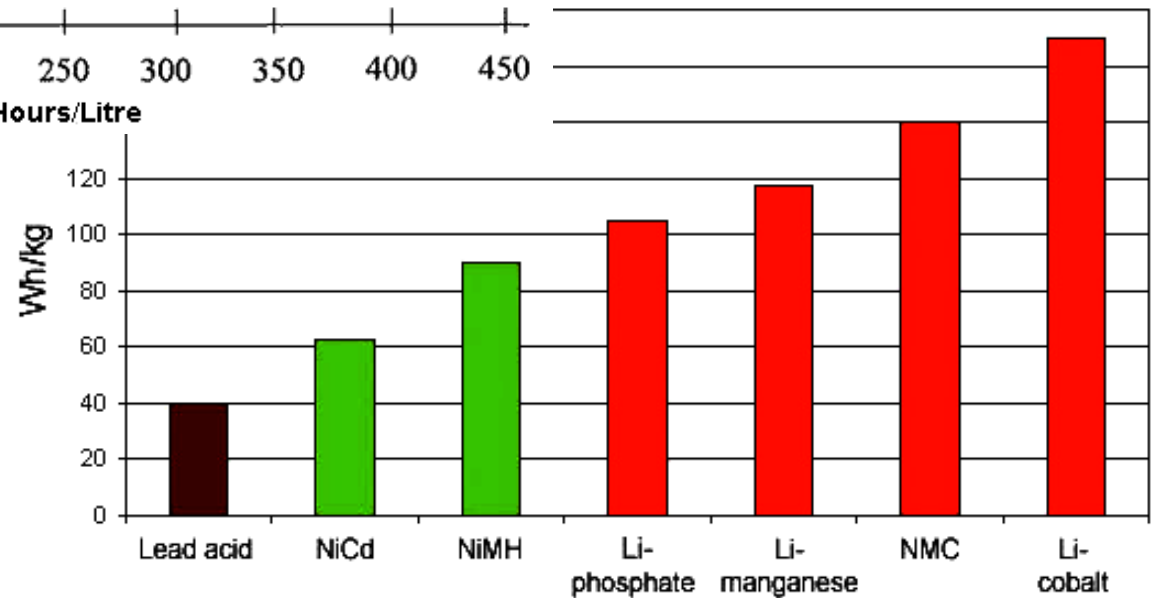
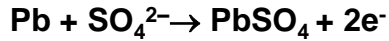
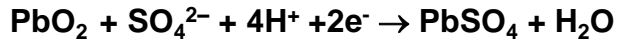
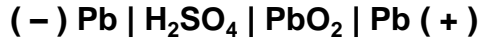


аккумулятори:

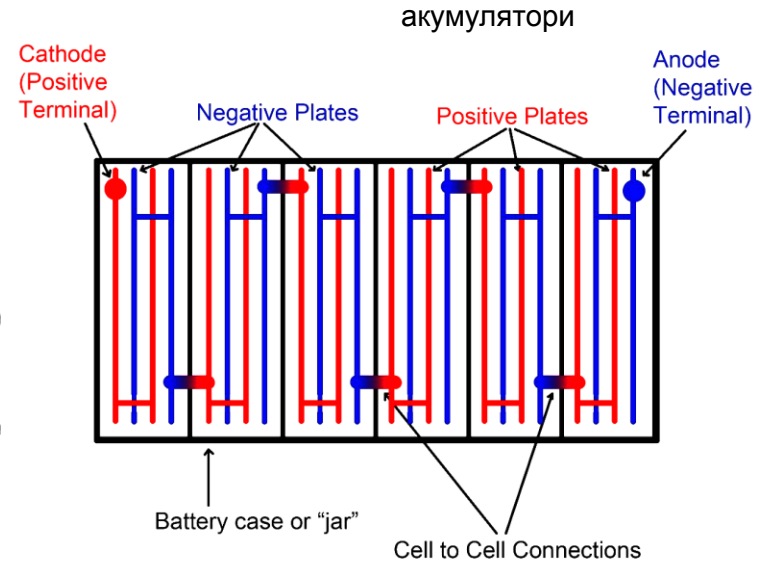
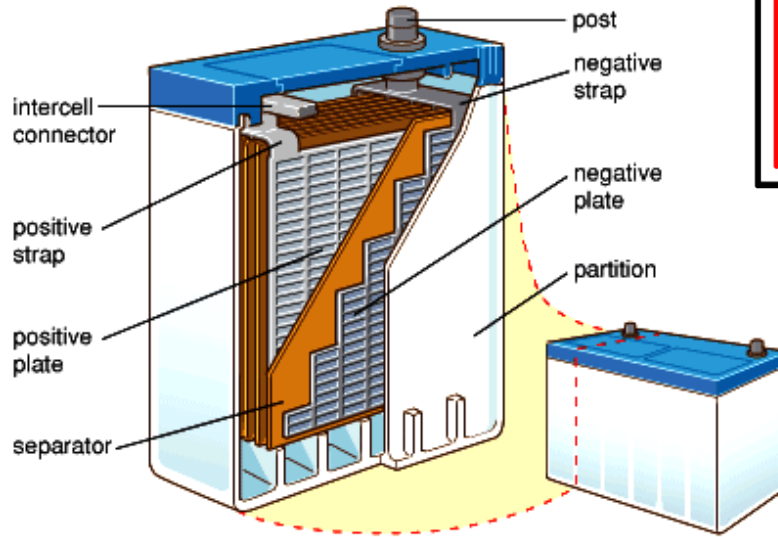
- Pb
- Ni-Cd
- Ni-Fe
- Ni-Zn
- Li
- NiMH
-



Pb акумулятор (1859 р.)



$E = 2 \text{ V}$
батарея: 6 / 12 / 24 V



пластини Pb (сотіві) + PbO₂

27÷40% H₂SO₄

- ++ висока питома потужність (150÷180 Вт/кг) стартерний 450 А
- + високий коефіцієнт корисної дії
- вага велика (стартери, електрокари, стаціонарні)
- низька питома енергія (30÷40 Вт·год/кг)
- вібрація шкодить (PbO₂ обсипається)
- глибокий розряд шкодить утв. PbSO₄ (EDTA)
- мороз шкодить

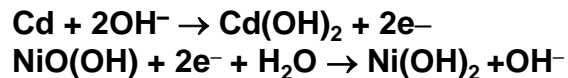
Pb токсичний переробка, податок
H₂ виділення вибухонебезпечний



SiO₂ гель – герметичний
не потребує поповнення електроліту

Ni-Cd акумулятор (1898 р.)

(-) Cd | KOH | NiO(OH) | Ni (+)

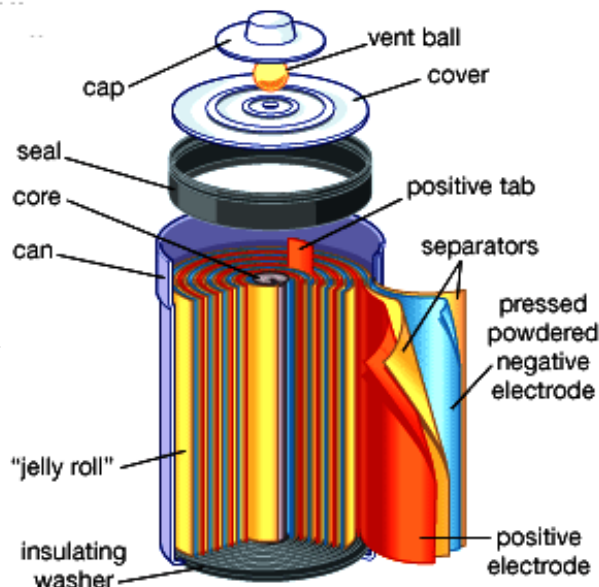


напруга 1,2 V нестандартна

некритичні пристрої

- аварійне освітлення
- UPS
- ліхтарики

> кількість елементів / батр
8 x 1,2 = 9,6



катод – Cd
анод – Ni + NiO(OH)
“рулет” ↑ поверхня

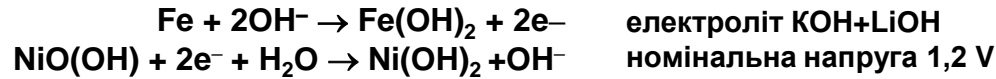
електроліт:
30% KOH (+ LiOH)

- невелика питома енергія 40-60 W·h/kg
- + витривалий 2000 циклів
- + стабільна напруга протягом розряду
- + низький вихідний опір (AA: 1,8 A x 1 год)
- - вис. саморозряд 10% /міс
- - ефект пам'яті
- тривале зберігання – рекомендує розряджений

втратив ринок (8% UE)
Li, NiMH дешевші, >місткі, <токсичні



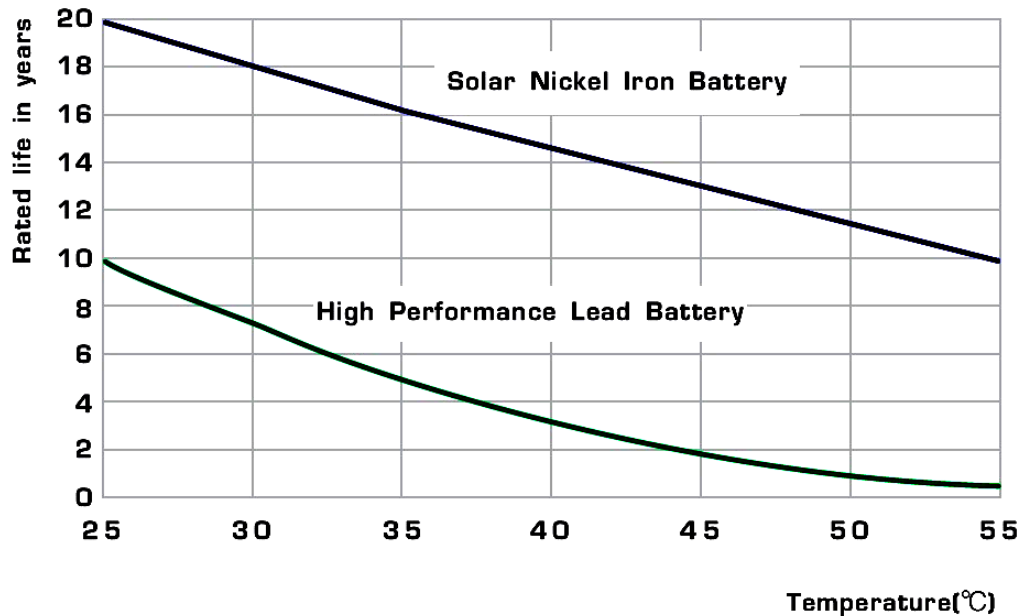
Ni-Fe (лужний) акумулятор (1897 р.) подібний до Ni-Cd



- невисока питома енергія 19-25 Wh/kg
- швидка втрата заряду 20-30% /місяць

дуже надійний (низька розчинність продуктів)

- витримує значний перезаряд
- витримує глибокий розряд
- витримує коротке замикання
- витримує температуру, вібрації
- тривалість роботи > 30 років
- герметичний, не виділяє газів
- низький внутр. опір

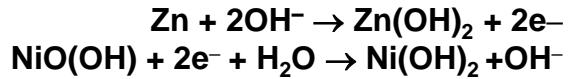


- шахти
- вітрові, сонячні системи
- залізниця, метро



Ni-Zn акумулятор (1901 р.)

подібний до Ni-Cd

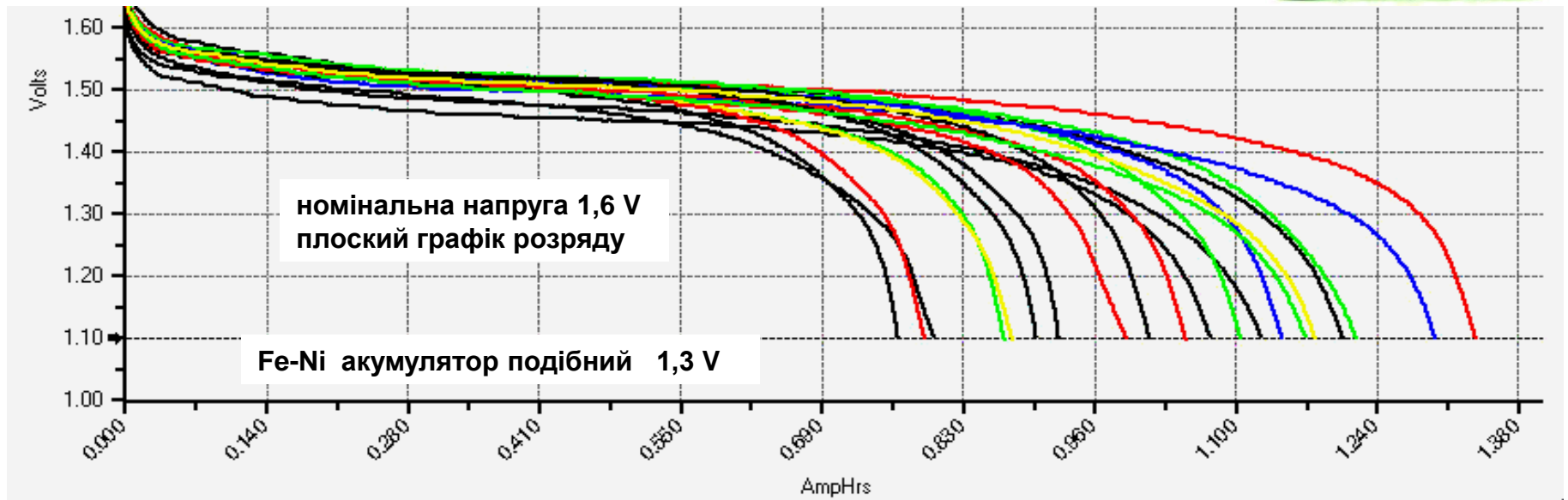


проблема: Zn(OH)_2 розчиняється-осаджується \rightarrow дендрити \rightarrow розрядж
додатки до електрода і електроліту (PO_4), сепаратор полімерний

- висока питома енергія 100 Wh/kg
- витримує значний перезаряд
- витривалий 1000 циклів
- герметичний, не виділяє газів
- низький внутр. опір заміняє Pb

недоліки:

- 1,6 V завелика (ліхтарики)
- розряд нижче 1,3 V шкідливий
- спеціальний зарядний пристрій



NiMH акумулятор

подібний / NiCd

негат.електрод утримує H

інтерметалід AB_5

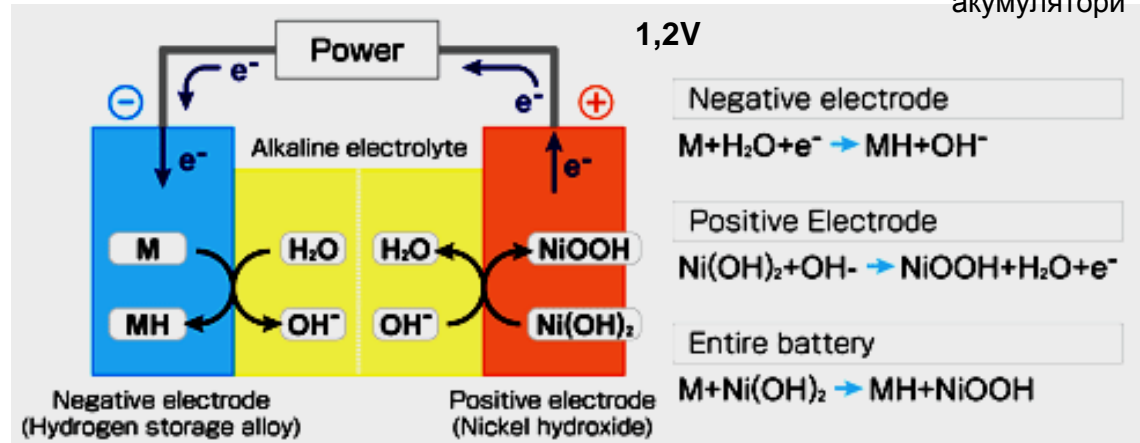
A = мішметал Ce50La25Nd,Pr

B = Ni,Co,Mn, Al

інтерметалід AB_2

A = Ti, V

B = Zr,Ni



- висока питома енергія 60-120 Wh/kg
- швидко заряджається
- витривалий 2000 циклів
- недорогий



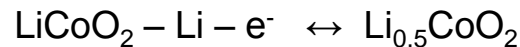
- не витримує глибокого розряду захист – зовнішня електроніка вимикається
- не витримує перезаряджання вбудований захист – каталізатор реакції $H_2 + O_2$ / випускання H_2

• висока швидкість саморозряду 30% /місяць – непридатний для тривалого ввімкнення потовщений сепаратор: довше тримає заряд, менша ємність

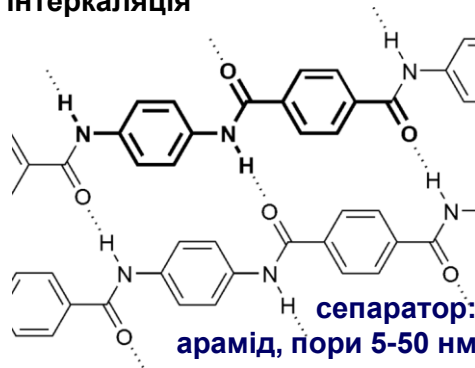
- камери
- ліхтарики
- резервне живлення
- гібридні електромобілі

літєвий акумулятор

(+) LiCoO_2 , $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$, LMn_2O_4 , LiFePO_4 , $\text{LiV}(\text{PO}_4)_2$
 (-) C, Si, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, SnCo,



інтеркаляція

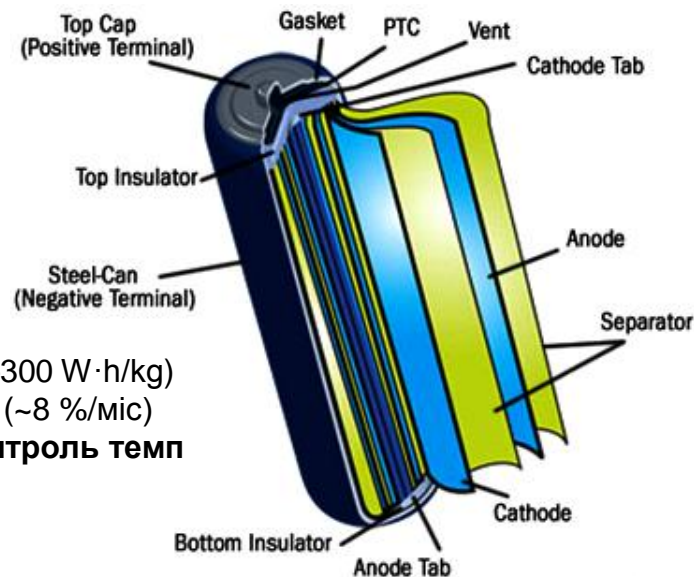
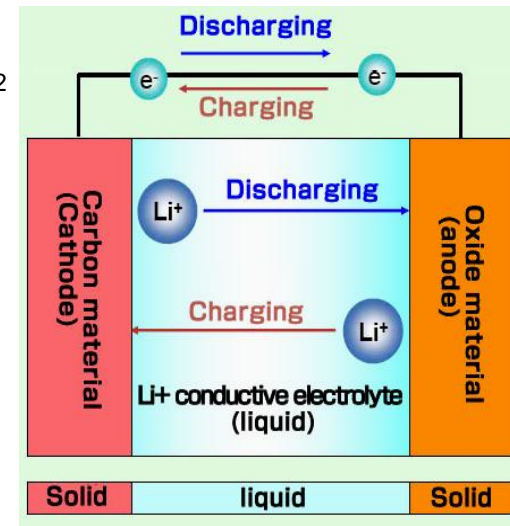


електроліт:

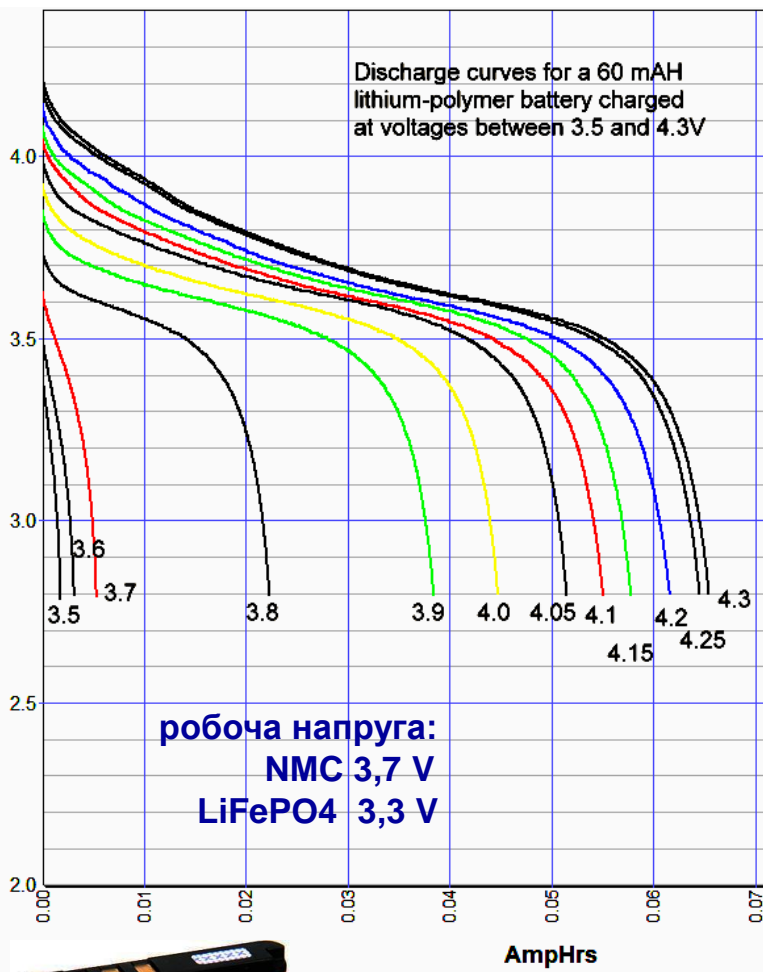
- етиленкарбонат
- диметилкарбонат
- диетилкарбонат
- LiPF_6
- LiBF_4
- LiClO_4

- + малий ефект пам'яті
- + висока питома енергія (150–300 W·h/kg)
- + тривале збереження заряду (~8 %/міс)
- перегрівається, потрібен контроль темп

➤ небезпека пожежі



Discharge curves for a 60 mAH lithium-polymer battery charged at voltages between 3.5 and 4.3V



робоча напруга:
NMC 3,7 V
LiFePO4 3,3 V



батареї акумуляторів містять вбудовану електроніку захисту = smart battery



- вимірює струм, напругу
- прогнозує стан
- дає запит на заряджання
- дає команду вимкнення