

**Wytyczne techniczne dla baterii
i akumulatorów w zakresie ich podlegania
przepisom ustawy z dnia 24 kwietnia 2009 r.
o bateriach i akumulatorach
(Dz. U. Nr 79, poz. 666)**

„Niniejsza informacja zawiera wytyczne dotyczące zasad klasyfikacji baterii i akumulatorów zgodnie z ustawą z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach (Dz. U. Nr 79, poz. 666), zwanej dalej ustawą. W/w ustawa stanowi transpozycję Dyrektywy 2006/66/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 września 2006 r. w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów oraz uchylającej dyrektywę 91/157/EWG (Dz. Urz. UE L 266 z 26.09.2006 r., str. 1).

Niniejsze wytyczne nie są prawnie wiążące, wyrażają jedynie opinię GIOŚ w zakresie praktycznego stosowania przepisów ustawy o bateriach i akumulatorach.”

Spis treści:

1.	Wstęp.....	5
2.	Definicja i rodzaje baterii	14
2.1.	Baterie cynkowo – manganowe z elektrolitem chlorkowym (cynkowo – węglowe)	16
2.2.	Baterie manganowo – cynkowe z elektrolitem alkalicznym (alkaliczne)	17
2.3.	Baterie cynkowo – powietrzne z elektrolitem alkalicznym	19
2.4.	Baterie cynkowo – powietrzne z elektrolitem chlorkowym	20
2.5.	Baterie cynk – tlenek srebra (cynkowo – srebrowe).....	20
2.6.	Baterie cynk – hydroksytlenek niklu	22
2.7.	Baterie cynk – tlenek rtęci (cynkowo – rtęciowe)	22
2.8.	Baterie lit – dwusiarczek żelaza	23
2.9.	Baterie lit – monofluorek węgla	24
2.10.	Baterie lit – dwutlenek manganu	26
2.11.	Baterie lit – tlenek miedzi	27
2.12.	Baterie lit – chlorek tionylu	28
2.13.	Baterie rezerwowe	29
2.13.1.	Baterie aktywowane wodą morską	30
2.13.2.	Baterie ampułowe	31
2.13.3.	Baterie termiczne	32
3.	Definicja i rodzaje akumulatorów	33
3.1.	Akumulatory niklowo – kadmowe	34
3.2.	Akumulatory niklowo – wodorkowe	36
3.3.	Akumulatory litowo – jonowe	38
3.4.	Akumulatory litowo – polimerowe	40
3.5.	Akumulatory srebrowo – cynkowe	42
3.6.	Akumulatory cynkowo – powietrzne	44
3.7.	Akumulatory ołowiowo – kwasowe	45
Załącznik 1	Sposób klasyfikacji baterii i akumulatorów wynikający z przepisów ustawy	48

Spis tabel, schematów i rysunków:

Tabela 1 Fizyczne oznaczenie i wymiary ogniw i baterii cylindrycznych.....	7
Tabela 2 Fizyczne oznaczenie i całkowite wymiary ogniw płytkowych	9
Tabela 3 Fizyczne oznaczenie i wymiary ogniw i baterii prostokątnych.....	9
Tabela 4 Układy elektrochemiczne baterii i ich oznaczenia	14
Tabela 5 Układy elektrochemiczne akumulatorów i ich oznaczenia	33
Schemat 1 Baterie cylindryczne o średnicy i wysokości mniejszej od 100 mm.....	10
Schemat 2 Baterie cylindryczne o średnicy i/lub wysokości większej lub równej 100 mm....	11
Schemat 3 Baterie niecylindryczne o wymiarach mniejszych od 100 mm.....	12
Schemat 4 Baterie niecylindryczne o wymiarach większych lub równych 100 mm.....	123
Rys. 1. Ogniwo.....	6
Rys. 2. Zestaw ogniw	6
Rys. 3. Przykładowe baterie cynkowo – węglowe	17
Rys. 4 Przykładowe baterie alkaliczne.....	18
Rys. 5. Przykładowe baterie cynkowo – powietrzne.....	20
Rys. 6. Przykładowe baterie cynkowo – srebrowe.....	21
Rys. 7. Przykładowe baterie lit – dwu siarczek żelaza.....	24
Rys. 8. Przykładowa bateria lit – monofluorek węgla.....	25
Rys. 9. Przykładowe baterie lit – dwutlenek manganu	27
Rys. 10. Przykładowe baterie lit – chlorek tionylu	29
Rys. 11. Przykładowa bateria aktywowana wodą morską.....	30
Rys. 12. Przykładowe baterie ampułkowe	31
Rys. 13. Przykładowe baterie termiczne	32
Rys. 14. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw niklowo – kadmowych	35
Rys. 15. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw niklowo – wodorkowych.....	37
Rys. 16. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw litowo – jonowych.....	40
Rys. 17. Przykładowe akumulatory litowo – polimerowe	42
Rys. 18. Przykładowe akumulatory srebrowo – cynkowe	43
Rys. 19. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw ołowiowo – kwasowych.....	46

1. Wstęp

Baterie i akumulatory należą do urządzeń, w których energia chemiczna zawartych w nich substancji czynnych przekształca się w energię elektryczną w wyniku zachodzących reakcji chemicznych i są definiowane jako chemicznie źródła prądu. Do chemicznych źródeł prądu zalicza się również superkondensatory i ogniwa paliwowe, których nie obejmuje ustawa o bateriach i akumulatorach.

Podstawą działania chemicznego źródła prądu jest zestaw substancji czynnych i elektrolitu. W bateriach i akumulatorach zestaw ten funkcjonuje w postaci ogniwa zawierającego elektrody dodatnie i ujemne oraz elektrolit w indywidualnej zamkniętej obudowie.

Ogniwa funkcjonują jako źródła prądu stałego i zależnie od rodzaju reakcji chemicznej dzielą się na:

- ogniwa pierwotne, w których wytwarzanie energii elektrycznej następuje w wyniku nieodwracalnej reakcji chemicznej i nie są one przeznaczone do ładowania przez inne źródła elektryczności.
- ogniwa wtórne, w których wytwarzanie energii elektrycznej następuje w wyniku odwracalnej reakcji chemicznej i są one przeznaczone do ładowania przez inne źródła elektryczności.

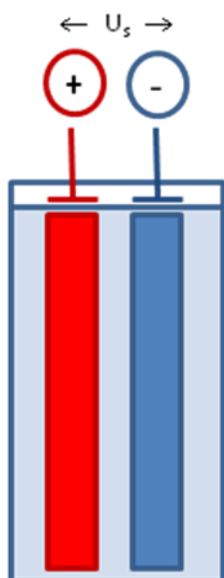
Bateria (pierwotna) jest definiowana jako jedno lub więcej ogniw pierwotnych, łącznie z obudową, końcówkami i oznakowaniem.

Akumulator (elektryczny) to chemiczne źródło prądu umożliwiające wielokrotne magazynowanie i oddawanie energii elektrycznej w wyniku odwracalnych przemian energii.

Każdy system elektrochemiczny zastosowany w ogniwie charakteryzuje się napięciem. Odpowiednio przybliżona wartość napięcia określona jako napięcie nominalne jest stosowana do identyfikowania baterii i akumulatorów.

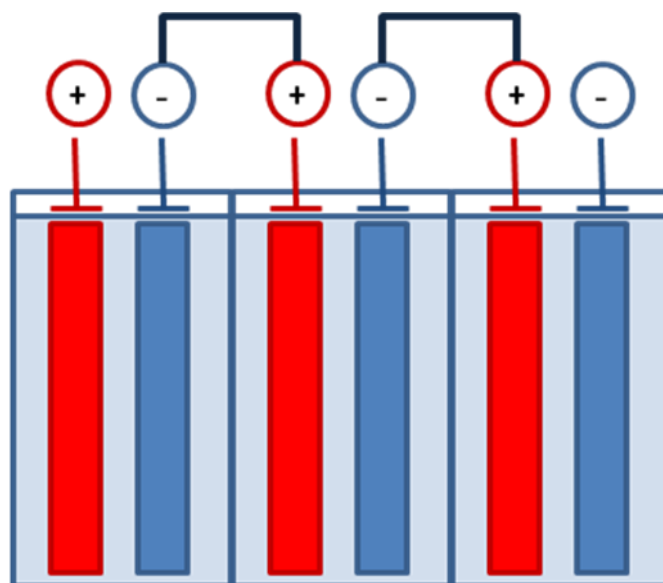
Ze względów praktycznych stosuje się zespoły ogniw łączonych szeregowo dla uzyskania wymaganych wartości napięć.

Rys. 1. Ogniwo



Napięcie ogniwa U_s

Rys. 2. Zestaw ogniw



Napięcie zestawu $n \cdot U_s$

Zestawy są to zespoły baterii lub akumulatorów połączonych ze sobą lub otoczonych zewnętrzną osłoną, nie są przeznaczone do dzielenia na części ani otwierania przez użytkownika.

Ogniwa i zespoły ogniw, pierwotnych i wtórnych (baterii i akumulatorów) występują w różnych kształtach i wymiarach, a system oznaczania (nazewnictwo) pozwala na ich identyfikację.

Do października 1990 roku obowiązywał system oznaczenia kształtu baterii i akumulatorów. Obejmował on trzy grupy kształtów:

- Cylindryczne – oznaczone R (np. R03, R6)
- Płytkowe – oznaczone F (np. F22)
- Prostokątne – oznaczone S (np. S6)

Nowy, wprowadzony od października 1990 system wyróżnia dwie grupy kształtów:

- Cylindryczne – oznaczone R
- Niecylindryczne – oznaczone P

Wymiary ogniw i baterii oraz sposób ich oznaczania określa norma EN 60086-1:2001. Każdy układ elektrochemiczny oznaczony jest literą, która poprzedza określenie kształtu i wielkości baterii lub akumulatora. Najpopularniejsze baterie i akumulatory cylindryczne bardzo często są oznaczone literowo, np.: AAA = R03, AA

= R6, C = R14, D = R20. Dzieje się tak dlatego, że norma nie jest obowiązująca i pomimo, iż weszła ona w życie, to producenci wolą znakować baterie i akumulatory według systemu obowiązującego do 1990 roku lub według systemu ANSI z uwagi na przyzwyczajenia dystrybutorów i nabywców końcowych tegoż sprzętu. Przykładami takowego znakowania są baterie przedstawione na rysunkach 3, 4 oraz 7. W wielu przypadkach oznaczenia producentów są zupełnie różne od przyjętych w normach zasad nazewnictwa. Przykładem takim są akumulatory litowo – jonowe i litowo – polimerowe powszechnie stosowane na potrzeby działania sprzętu teleinformatycznego i telekomunikacyjnego oraz audiowizualnego takiego jak laptopy, telefony komórkowe, nawigacja GPS, cyfrowe aparaty fotograficzne oraz w modelarstwie. Przykładami takowego znakowania są akumulatory przedstawione na rysunkach 16 oraz 17.

Oznaczenia i wymiary obowiązujące do 1990 roku zamieszczono w tabelach 1 – 3.

Tabela 1. Fizyczne oznaczenie i wymiary ogniów i baterii cylindrycznych

Oznaczenie fizyczne	Wymiary nominalne ogniw mm		Wymiary maksymalne baterii mm		Wg ANSI*
	Średnica	Wysokość	Średnica	Wysokość	
R06	10	22	-	-	AAA
R03	-	-	10,5	44,5	
R01	-	-	12,0	14,7	
R0	11	19	-	-	
R1	-	-	12,0	30,2	
R3	13,5	25	-	-	
R4	13,5	38	-	-	AA
R6	-	-	14,5	50,5	
R9	-	-	16,0	6,2	
R10	-	-	21,8	37,3	
R12	-	-	21,5	60,0	
R14	-	-	26,2	50,0	
R15	24	70	-	-	
R17	25,5	17	-	-	
R18	25,5	83	-	-	

R19	32	17	-	-	D
R20	-	-	34,2	61,5	
R22	32	75	-	-	
R25	32	91	-	-	
R26	32	105	-	-	
R27	32	150	-	-	
R40	-	-	67,0	172,0	
R41	-	-	7,9	3,6	
R42	-	-	11,6	3,6	
R43	-	-	11,6	4,2	
R44	-	-	11,6	5,4	
R45	9,5	3,6	-	-	
R48	-	-	7,9	5,4	
R50	-	-	16,4	16,8	
R51	16,5	50	-	-	
R52	-	-	16,4	11,4	
R53	-	-	23,2	6,1	
R54	-	-	11,6	3,05	
R55	-	-	11,6	2,1	
R56	-	-	11,6	2,6	
R57	-	-	9,5	2,7	
R58	-	-	7,9	2,1	
R59	-	-	7,9	2,6	
R60	-	-	6,8	2,15	
R61	7,8	39	-	-	
R62	-	-	5,8	1,65	
R63	-	-	5,8	2,15	
R64	-	-	5,8	2,70	
R65	-	-	6,8	1,65	
R66	-	-	6,8	2,60	
R67	-	-	7,9	1,65	
R68	-	-	9,5	1,65	
R69	-	-	9,5	2,10	
R70	-	-	5,8	3,6	

* American National Standards Institute jest prywatną, pozarządową instytucją non-profit zajmującą się normami technologicznymi w USA.

Tabela 2. Fizyczne oznaczenie i całkowite wymiary ogniów płytkowych

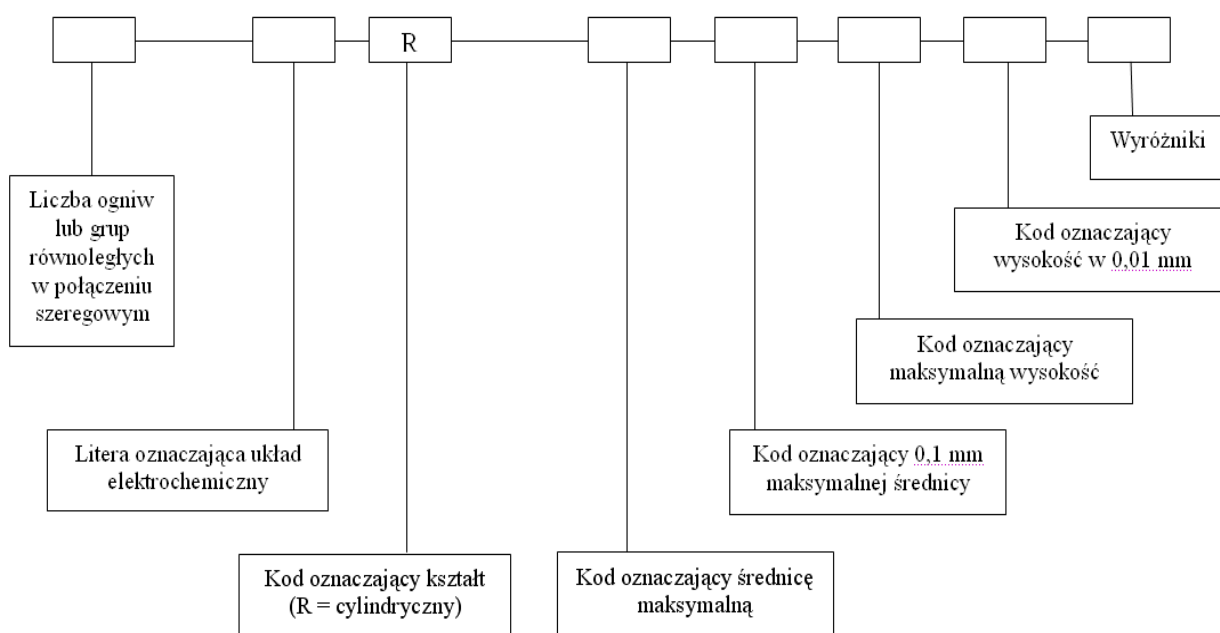
Oznaczenie fizyczne	Wymiary w milimetrach			
	Średnica	Długość	Szerokość	Grubość
F15	23	14,5	14,5	3,0
F16		14,5	14,5	4,5
F20		24	13,5	2,8
F22		24	13,5	6,0
F24		-	-	6,0
F25		23	23	6,0
F30		32	21	3,3
F40		-	-	5,3
F50		32	32	3,6
F70		43	43	5,6
F80		43	43	6,4
F90		43	43	7,9
F92		54	37	5,5
F95		54	38	7,9
F100		60	45	10,4

Tabela 3. Fizyczne oznaczenie i wymiary ogniów i baterii prostokątnych

Oznaczenie fizyczne	Wymiary nominalne mm			Wymiary maksymalne baterii mm		
	Długość	Szerokość	Wysokość	Długość	Szerokość	Wysokość
S4	-	-	-	57,0	57,0	125,0
S6	57	57	150	-	-	-
S8	-	-	-	85,0	85,0	200,0
S10	95	95	180	-	-	-

Oznaczenia i wymiary obowiązujące po 1990 roku zamieszczono na schematach 1 – 4. Znakowanie baterii według schematu pierwszego jest stosowane obecnie tylko dla baterii guzikowych wszystkich typów oraz cylindrycznych litowych pierwotnych i wtórnych. Przykładami takowego znakowania są baterie przedstawione na rysunkach 5, 6, 8 oraz 9.

Schemat 1. Baterie cylindryczne o średnicy i wysokości mniejszej od 100 mm



PRZYKŁAD 1

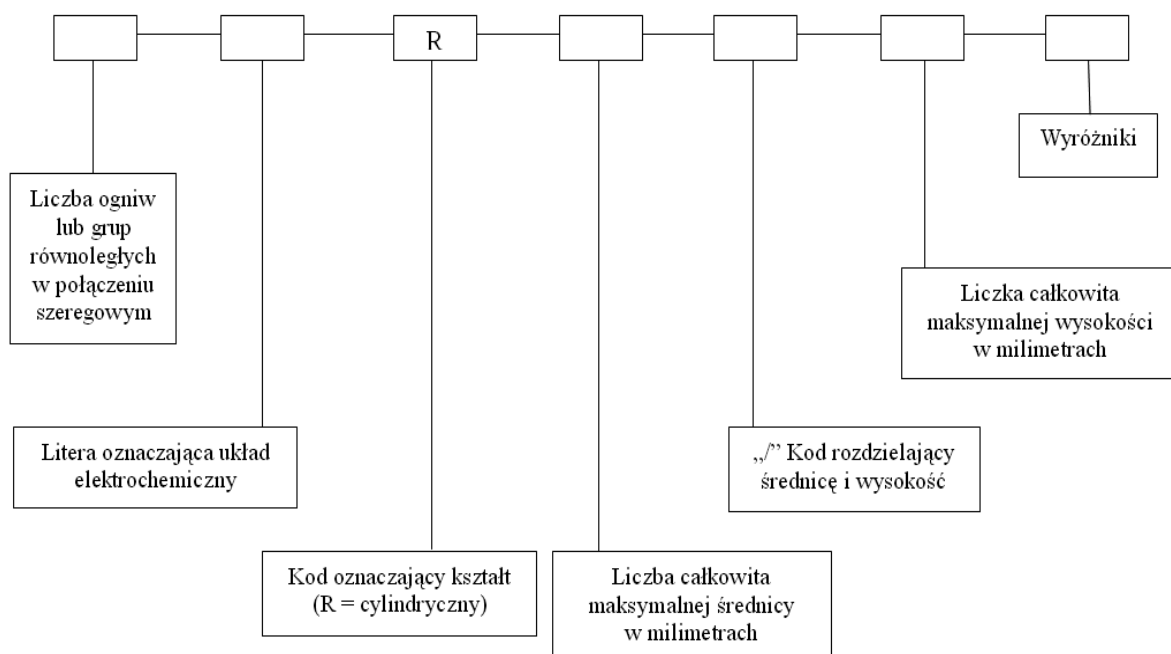
LR1154 Bateria składająca się z ogniwa cylindrycznego lub grupy równoległej o średnicy maksymalnej 11,6 mm i wysokości maksymalnej 5,4 mm, o układzie cynk – wodorotlenek metalu alkalicznego – dwutlenek manganu.

PRZYKŁAD 2

LR27A116 Bateria składająca się z ogniwa cylindrycznego lub grupy równoległej o średnicy maksymalnej 27 mm i wysokości maksymalnej 1,67 mm, o układzie cynk – wodorotlenek metalu alkalicznego – dwutlenek manganu.

Znakowanie baterii według schematu drugiego jest stosowane obecnie sporadycznie.

Schemat 2. Baterie cylindryczne o średnicy i/lub wysokości większej lub równej 100 mm

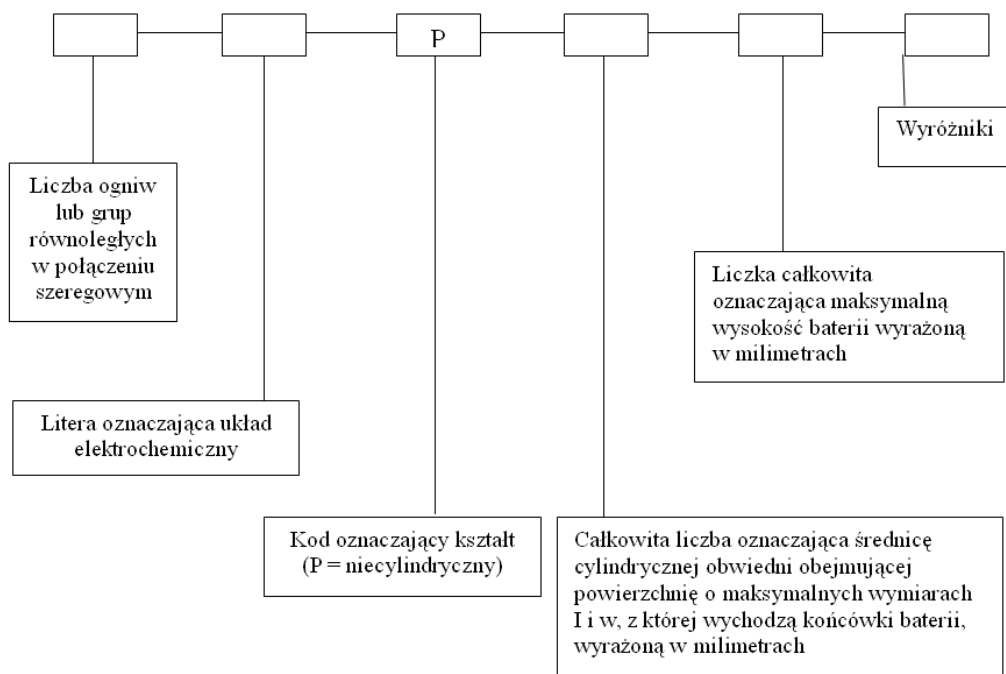


PRZYKŁAD

5R184/177 Bateria cylindryczna składająca się z pięciu ogniw lub grup równoległych, układu cynk – chlorek amonu, chlorek cynku – dwutlenek manganu, połączonych szeregowo, o średnicy 184,0 mm i całkowitej wysokości maksymalnej bez końcówek 177,0 mm.

Znakowanie baterii według schematu trzeciego nie jest stosowane obecnie.

Schemat 3. Baterie niecyldryczne o wymiarach mniejszych od 100 mm

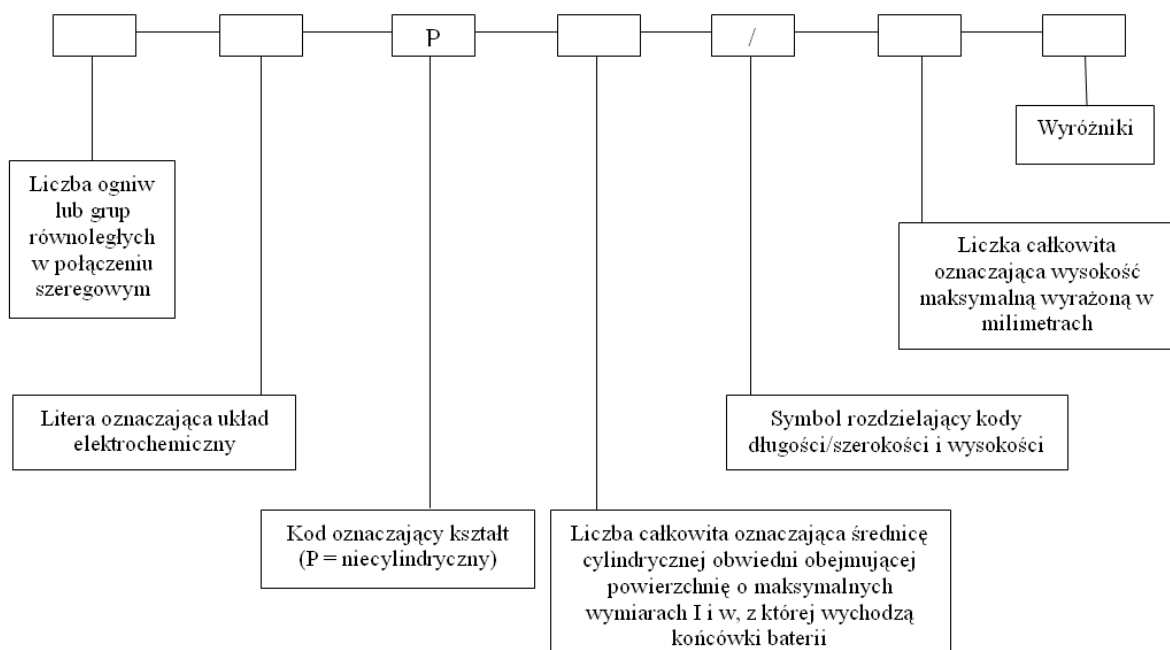


PRZYKŁAD

6LP3146 Bateria składająca się z sześciu ogniw lub grup równoległych, o układzie cynk – wodorotlenek metalu alkalicznego – dwutlenek manganu, połączonych szeregowo, o długości maksymalnej 26,5 mm, szerokości maksymalnej 17,5 mm i wysokości maksymalnej 46,4 mm.

Znakowanie baterii według schematu czwartego nie jest stosowane obecnie.

Schemat 4. Baterie niecyldryczne o wymiarach większych lub równych 100 mm



PRZYKŁAD

6P222/162 Bateria składająca się z sześciu ogniw lub grup równoległych, o układzie cynk-chlorek amonu, chlorek cynku – dwutlenek manganu, połączonych szeregowo, o długości maksymalnej 192 mm, szerokości maksymalnej 113 mm i wysokości maksymalnej 162 mm.

Klasyfikacja PKWiU

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 29 października 2008 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Wyrobów i Usług (PKWiU) (Dz. U. Nr 207, poz. 1293 z późn. zm.) wszystkie rodzaje baterii zaliczane są do grupy 27.20.11.

Akumulatory kwasowo – ołowiowe zalicza się do grupy 27.20.21 lub 27.20.22.

Wszystkie pozostałe akumulatory zalicza się do grupy 27.20.23.

2. Definicja i rodzaje baterii

Bateria – źródło energii elektrycznej wytworzonej przez bezpośrednie przetworzenie energii chemicznej, które składa się z jednego lub kilku pierwotnych ogniw nie nadających się do powtórnego naładowania.

Tabela 4. Układy elektrochemiczne baterii i ich oznaczenia

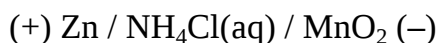
Oznaczenie literowe	Układ elektrochemiczny	Napięcie nominalne [V]
–	(+) Zn / NH_4Cl / MnO_2 (–) lub (+) Zn / ZnCl_2 / MnO_2 (–)	1,5
A	(+) Zn / NH_4Cl / O_2 (–) lub (+) Zn / ZnCl_2 / O_2 (–)	1,4
B	(+) Li / elektrolit organiczny / CF_x (–)	3
C	(+) Li / elektrolit organiczny / MnO_2 (–)	3
E	(+) Li / elektrolit niewodny nieorganiczny / SOCl_2 (–)	3,6
F	(+) Li / elektrolit organiczny / FeS_2 (–)	1,5
G	(+) Li / elektrolit organiczny / CuO (–)	1,5
L	(+) Zn / wodorotlenek metalu / MnO_2 (–)	1,5

P	(+) Zn / wodorotlenek metalu / O ₂ (-)	1,4
S	(+) Zn / wodorotlenek metalu / Ag ₂ O (-)	1,5
Z	(+) Zn / wodorotlenek metalu / (NiOOH) (-)	1,5
M (nieaktualne))*	(+) Zn / wodorotlenek metalu / HgO (-)	1,35

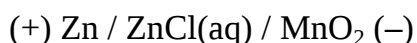
*Baterie z tym układem elektrochemicznym zostały wycofane z produkcji, natomiast mogą występować jako zużyte baterie.

2.1. Baterie cynkowo – manganowe z elektrolitem chlorkowym (cynkowo – węglowe)

Układ elektrochemiczny:

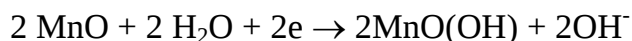
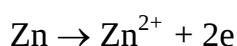


lub



Ogniwa (cylindryczne) baterii zbudowane są z cynkowej elektrody – anody w formie naczynia (kubka) zawierającego stężony wodny roztwór chlorku amonu lub chlorku cynku zaabsorbowanego w substancji porowatej (np. skrobi) oraz elektrody dodatniej-katody ze sproszkowanego dwutlenku manganu z dodatkiem grafitu otaczającego pręt węglowy będący kolektorem – biegunem dodatnim. Naczynie cynkowe jest zamknięte wieczkiem. Ogniwa lub zespoły ogniw o innym kształcie są zbudowane na analogicznej zasadzie i różnią się głównie innymi kolektorami.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne wywołane różnicą potencjałów elektrod po zamknięciu obwodu (połączeniu biegunów):



Substancjami niebezpiecznymi, które mogą zawierać niektóre baterie wyprodukowane kilka lat temu są rtęć (Hg) oraz ołów (Pb) dodawane do cynku. Baterie tego typu to najtańsze baterie powszechnego użytku o napięciu 1,5 V oraz 4,5 V, 6 V, 9 V używane w gospodarstwach domowych. Najczęściej spotykane rozmiary baterii to baterie R1, R03, R6, R14, R20, 3R12, 2R10, 4R25 (6V), 6F22. Wszystkie typy baterii oprócz baterii typów S – dużych baterii prostokątnych, zaliczamy do baterii przenośnych. (załącznik nr 2 ustawy).

Rys. 3. Przykładowe baterie cynkowo – węglowe



Bateria 6F22



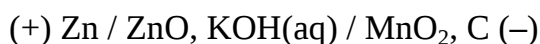
Bateria R6



Bateria 3R12

2.2. Baterie manganowo – cynkowe z elektrolitem alkalicznym (alkaliczne)

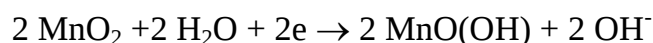
Układ elektrochemiczny:



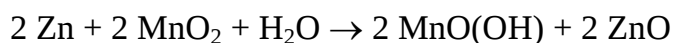
Ogniwa zbudowane są z umieszczonej w stalowym naczyniu katody z dwutlenku manganu z dodatkiem sproszkowanego węgla (grafitu), elektrolitem jest stężony roztwór wodorotlenku potasu z dodatkiem tlenku cynku oraz środkiem zagęszczającym (np. karboksymetyloceluloza). Anodą jest umieszczony w pochewce z syntetycznego separatora pył cynkowy otaczający kolektor prądowy (pręt z brązu).

Analogicznie zbudowane są ogniwa guzikowe, gdzie kolektorami prądowymi są naczynie i wieczko.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



sumarycznie:



Reakcja ta jest w niewielkim stopniu odwracalna po częściowym rozładowaniu ogniwa.

Substancją niebezpieczną jest rtęć dodawana do cynku w ogniwach guzikowych. Podlegają wówczas obowiązkowi oznaczania **Hg** (załącznik nr 4 ustawy).

Baterie alkaliczne stosowane są powszechnie zarówno w sprzętach gospodarstwa domowego jak i w zastosowaniach zawodowych. Baterie są używane w przypadku średnich wyższych poborów prądu, mają większą moc i długi okres przechowywania. Aktualnie można je uznać za baterie najczęściej używane. Typowe rozmiary baterii to: LR03, LR6, LR14, LR20. Rozmiary te oznaczone są również literowo (dotyczy to wszystkich typów baterii i akumulatorów) odpowiednio AAA, AA, C, D. Baterie alkaliczne (manganowo – cynkowe z elektrolitem alkalicznym) zalicza się do baterii przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

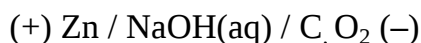
Rys. 4 Przykładowe baterie alkaliczne



Bateria (od lewej) LR20, LR6, LR03, $\frac{2}{3}$ LR03, 6LF22

2.3. Baterie cynkowo – powietrzne z elektrolitem alkalicznym

Układ elektrochemiczny:



Ogniwa miniaturowe, zbudowane są z dwuczęściowej obudowy. Część anodowa zawierająca pył cynkowy z dodatkiem katalizatora (dwutlenku manganu) z dodatkiem porowatego niklu lub metalizowanego porowatego węgla jest zamknięta membraną, która ze strony anody pozwala na kontakt elektrolitu i pyłu cynkowego z powietrzem, a równocześnie zabezpiecza przed wyciekami elektrolitu. Część katodowa zawiera przestrzeń otwartą, zapewniającą przez otwory w obudowie dostęp powietrza do membrany, a poprzez cienką warstwę niklu na powierzchni membrany stykającej się z obudową katody – kolektor (biegun).

Ogniwa przemysłowe dużej pojemności zbudowane są z naczyń z metalicznego cynku wypełnionych porowatym materiałem węglowym nasyconym żelowanym elektrolitem i kolektorem węglowym (małogabarytowym).

Oba rodzaje ogniw mają zaklejone lub zamknięte korkiem (przemysłowe) przestrzenie powietrzne katody. Po otwarciu tych otworów ogniwa ulegają samowyladowaniu w ciągu kilku miesięcy.

Ogniwa miniaturowe stosowane są powszechnie w aparatach słuchowych, zegarkach i pagerach. Są to baterie przenośne (załącznik 2 ustawy).

Ogniwa przemysłowe stosuje się również w telekomunikacji, do ogrodzeń elektrycznych na pastwiskach i domowej sygnalizacji ostrzegawczej (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 5. Przykładowe baterie cynkowo – powietrzne



Bateria PR675



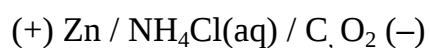
Bateria (od lewej) PR41, PR 48



Bateria (od lewej) PR13,
PR10, PR675 i PR 312

2.4. Baterie cynkowo – powietrzne z elektrolitem chlorkowym

Układ elektrochemiczny:



Ogniwa analogiczne jak ogniwa cynkowo – powietrzne z elektrolitem alkalicznym.

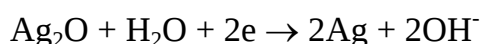
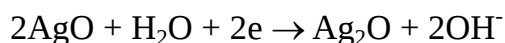
2.5. Baterie cynk – tlenek srebra (cynkowo – srebrowe)

Układ elektrochemiczny:

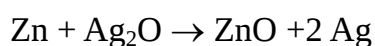


Ogniwa (guzikowe) zbudowane są z umieszczonej w obudowie masy ujemnej składającej się z proszku cynku i żelowanego elektrolitu zasadowego z dodatkiem tlenku cynku, oddzielonego separatorem od elektrody dodatniej z tlenku srebra z dodatkiem grafitu.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



sumarycznie:



Spotyka się niewielkie dodatki rtęci do elektrody ujemnej. Konieczne jest wówczas znakowanie **Hg**, jeżeli zawierają do 2 % rtęci (załącznik 4 ustawy).

Baterie cynkowo – srebrowe stosowane są głównie do zasilania zegarków, kalkulatorów, aparatów słuchowych, w minigrach elektronicznych. Charakteryzują się stabilnym napięciem pracy, niskim samowyladowaniem przez wysoką energię objętościową i masową. Baterie należą do grupy baterii przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

Rys. 6. Przykładowe baterie cynkowo – srebrowe



Bateria (od lewej) SR54, SR399, SR344

2.6. Baterie cynk – hydroksytlenek niklu

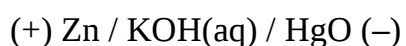
Układ elektrochemiczny:



Baterie wprowadzone do standardu IEC – tj. Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (ang. *International Electrotechnical Commission*) w roku 2007. IEC to globalna organizacja opracowująca i publikująca międzynarodowe normy z zakresu technik elektrycznych i elektronicznych oraz dziedzin z nimi związanych. Służy to za podstawę do opracowania norm krajowych. Praktycznie baterie te są rzadko spotykane w handlu. Napięcie 1,5 V, rozmiary dotychczas spotkane to R03 (AAA) oraz R6 (AA). Zalicza się je do baterii przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

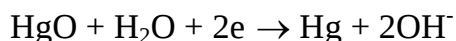
2.7. Baterie cynk – tlenek rtęci (cynkowo – rtęciowe)

Układ elektrochemiczny:

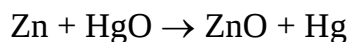


Ogniwa występują w dwóch odmianach: cylindrycznej i guzikowej. Ogniwa zbudowane są ze sprasowanej anody, amalgamowanego proszku cynku z dodatkiem elektrolitu, chłonnego separatora nasyczonego 30 – 40 % roztworem wodorotlenku potasu z dodatkiem tlenku cynku (ewentualnie wodorotlenku sodu) oraz katody, którą stanowi tlenek rtęci z dodatkiem grafitu i niewielkiej ilości dwutlenku manganu. W obudowie guzikowej elektrody mają formę tabletek, w obudowach cylindrycznych – walców. Ogniwa w trakcie pracy nie wydzielają gazów.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



sumarycznie:



Ogniwa rtęciowe charakteryzują się dużą pojemnością energetyczną, stosunkowo niewielkim spadkiem napięcia podczas pracy, odpornością na zwarcia oraz długim okresem przechowywania.

Stosowane były w sprzęcie fotograficznym, pomiarowym i w kalkulatorach. Nadal stosowane bywają do zasilania sprzętu specjalnego (nie podlegają wtedy wymaganiom ustawy). Nie mogą być wprowadzane do obrotu, ale mogą występować jako baterie zużyte. Mogą być oznaczone symbolem **Hg**.

2.8. Baterie lit – dwusiarczek żelaza

Układ elektrochemiczny:



Ogniwa aktualnie produkowane są w rozmiarze FR6. Zbudowane są z hermetycznej obudowy zawierającej układ zwijanej anody litowej, oddzielonej separatorem z elektrolitem organicznym od współzwijanej katody, którą stanowi siarczek żelaza naprasowany na siatkę metalową. Napięcie nominalne ogniwa wynosi 1,5 V, ale bez obciążenia 1,8 V.

W ogniwach zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Baterie FR6 są polecane do pracy w niskich temperaturach i pod wysokimi obciążeniami prądowymi. Szczególnie polecane są do wykorzystania przy impulsowych poborach energii – w lampach błyskowych.

Charakteryzują się wówczas 2 – 3 krotnie większą energią niż baterie alkaliczne. Przy wyladowaniu ciągłym ich pojemność elektryczna jest od 1,5 do 2 razy większa niż pojemność baterii alkalicznych. Baterie należą do grupy baterii przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

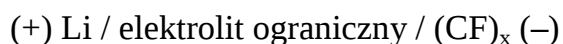
Rys. 7. Przykładowe baterie lit – dwu siarczek żelaza



Bateria FR6

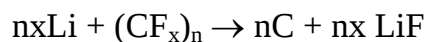
2.9. Baterie lit – monofluorek węgla

Układ elektrochemiczny:



Ogniwa (monetowe) zbudowane są z anody z metalicznego litu zatłoczonej do obudowy stalowej, chłonnego separatora nasyczonego elektrolitem organicznym (np. PC – DME) oraz z pastylkowej katody z monofluorku węgla.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Baterie monetowe występują w różnych wielkościach i są powszechnie stosowane w kalkulatorach, zegarkach, grach elektronicznych, podtrzymaniu pamięci.

Spotyka się również baterie cylindryczne oraz zestawy baterii (np. 6 V) zamienne z bateriami CR. Używane są do aparatów fotograficznych i urządzeń radiowych. Charakteryzują się dość długim okresem przechowywania i stosunkowo wysoką energią objętościową i mocową. Nie są przeznaczone do ciągłej pracy przy dużym poborze prądu. Zakres pracy baterii lit – monofluorek węgla wynosi od -40°C do $+60^\circ\text{C}$.

Do zastosowań specjalnych stosuje się baterie o bardzo dużej pojemności do kilkuset amperogodzin.

Baterie lit – monofluorek węgla należą do baterii przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

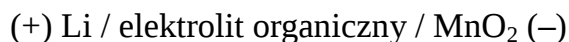
Rys. 8. Przykładowa bateria lit – monofluorek węgla



Bateria BR2320

2.10. Baterie lit – dwutlenek manganu

Układ elektrochemiczny:



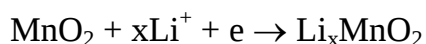
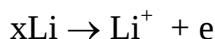
Ogniwa baterii lit – dwutlenek manganu są produkowane zarówno jako baterie monetowe, cylindryczne do niskich oraz impulsowych wyładowań oraz baterie pryzmatyczne (wieloogniowe).

Ogniwa monetowe zbudowane są z katody (dwutlenek manganu), chłonnego separatora nasączonego elektrolitem, anody litowej i płaskiej obudowy stalowej składającej się ze szczelnie zamkniętego naczynia z wieczkiem.

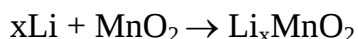
Ogniwa cylindryczne do niskich wyładowań zbudowane są z centralnej cylindrycznej anody litowej, oddzielonej o zewnętrzną cylindryczną katodę chłonnym separatem. W bateriach tych uzyskuje się maksymalne wykorzystanie objętości cylindrycznego naczynia. Obudowa wyposażona jest w zawór bezpieczeństwa.

Ogniwa cylindryczne do impulsowych wyładowań wysokimi prądami zbudowane są z cienkiej anody litowej i pastowanej katody oddzielonej chłonnym separatem, spiralnie zwiniętych w obudowie wyposażonej w zawór bezpieczeństwa. Podobnie zbudowane są ogniwa pryzmatyczne.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



sumarycznie:



Baterie lit – dwutlenek manganu mogą pracować w zakresie temperatur od -20°C do $+60^\circ\text{C}$. Zastosowanie tych baterii jest bardzo szerokie i obejmuje zasilanie

pamięci w komputerach, zegarkach i zegarach, kalkulatorach, aparatach fotograficznych, kamerach, zabawkach, itp. (załącznik nr 2 ustawy). Baterie pryzmatyczne są stosowane w armii (nie podlegają ustawie).

Rys. 9. Przykładowe baterie lit – dwutlenek manganu



Bateria (od lewej) CR2032, CR 2428,
CR1616

Bateria CR123

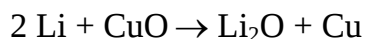
2.11. Baterie lit – tlenek miedzi

Układ elektrochemiczny:



Baterie praktycznie nie występują na rynku. Budowa ogniwa jest analogiczna jak w przypadku innych baterii litowych. Energia tych baterii (pojemność elektryczna) silnie zależy od wielkości pobieranego prądu i jest większa od baterii alkalicznych jedynie przy niskich obciążeniach. Napięcie ogniwa zależy w dużym stopniu od obciążenia oraz temperatury i wynosi od 1,2 do 1,5 V. Napięcie bez obciążenia wynosi 2,25 V.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Zastosowanie tych ogniw pomimo bardzo długiego okresu przechowywania (10 lat) okazało się zbyt ograniczone i zaprzestano ich produkcji.

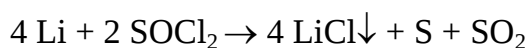
2.12. Baterie lit – chlorek tionylu

Układ elektrochemiczny:



Ogniwa tego rodzaju posiadają płynną katodę spełniającą również rolę elektrolitu organicznego rozpuszczającego sól litu LiAlCl_4 . Kolektorem prądu jest grafit, który nie reaguje chemicznie. Konstrukcyjnie ogniwa zbudowane są z anody litowej w formie spiralnej lub warstwy na ścianie stalowej obudowy, elektrolitu – katody i kolektora. Ogniwa ze spiralną elektrodą używane są do średnich obciążeń, a z anodą cylindryczną do obciążeń niskimi prądami.

W ogniwie zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Baterie te charakteryzują się stabilną napięciowo i energetycznie pracą w szerokim zakresie temperatur od -30°C do $+70^\circ\text{C}$, kilkuletnim okresem przechowywania i wysokimi wskaźnikami gęstości objętościowej i wagowej energii. Ze względu na pasywację powierzchni elektrody występuje w nich po okresie przechowywania tzw. zjawisko „zwłoki napięciowej”. Baterie te charakteryzują się

najwyższym nominalnym napięciem wśród baterii pierwotnych wynoszącym 3,6-3,7 V.

Baterie te są stosowane praktycznie do celów zawodowych i specjalnych. Ich wykorzystanie to systemy kontroli, bezpieczeństwa i uzbrojenia. Należą do baterii przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 10. Przykładowe baterie lit – chlorek tionylu



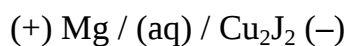
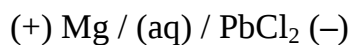
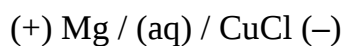
Bateria 3ER 14505-3

2.13. Baterie rezerwowe

Baterie rezerwowe są szczególnym rodzajem chemicznych źródeł prądu stosowanych w urządzeniach wymagających względnie krótkiego czasu zasilania i wysokiej niezawodności. W wielu urządzeniach powszechnie stosuje się akumulatory, których istotną wadą jest konieczność okresowego ich doładowywania. Zastosowanie rezerwowej baterii pierwotnej pozwala z jednej strony na eliminację tej obsługi z drugiej zaś na zapewnienie długiego okresu jej przechowywania w stanie gotowym do użycia szacowanego na 10 – 20 lat. Ponadto charakteryzuje się ona krótkim czasem aktywacji niezależnie od temperatury początkowej baterii.

2.13.1. Baterie aktywowane wodą morską

Układy elektrochemiczne:



Baterie te zbudowane są z cienkich folii stopów magnezu oddzielonych od katody wykonanej np. z chlorków higroskopijnym separatorem z dodatkiem NaCl. Katodę zazwyczaj stanowi siatka nasycona lub naprasowana chlorkiem. Elektrolitem jest woda. Bateria jest nieaktywna w stanie suchym.

Stosowane są w ratownictwie morskim – tratwach i kamizelkach ratunkowych, bojach radiowych i meteorologicznych, sprzęcie wojskowym. Należą do baterii przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 11. Przykładowa bateria aktywowana wodą morską



Bateria 2RF8

2.13.2. Baterie ampułowe

Układy elektrochemiczne:

(+) Zn / KOH / AgO (–)

(+) Zn / H₂SO₄ / PbO₂ (–)

(+) Cd / H₂SO₄ / PbO₂ (–)

(+) Pb / HClO₄ / PbO₂ (–)

(+) Pb / HBF₄ / PbO₂ (–)

Wszystkie typy baterii ampułowych mają elektrolit oddzielony od elektrod. Ogniwa zaczynają działać po rozszczelnieniu zbiornika z elektrolitem (np. ampułki) i zapoczątkowaniu reakcji elektrodowej. Zastosowanie militarne – specjalne. Należą do baterii przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 12. Przykładowe baterie ampułkowe



Przekrój baterii MBR – 07, bateria MBR – 07

2.13.3. Baterie termiczne

Układy elektrochemiczne:

(+) Li-Al / FeS_2 (-)

(+) Li / NiCl_2 (-)

W bateriach termicznych elektrolitem są pozostające w stanie stałym niskotopliwe sole (najczęściej halogenki). Po stopieniu ich ładunkiem wybuchowym (termicznym) topią się i pełnią rolę elektrolitu. Zastosowanie militarne – specjalne. Należą do baterii przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy)

Rys. 13. Przykładowe baterie termiczne



Różne typy baterii termicznych

3. Definicja i rodzaje akumulatorów

Akumulator – źródło energii elektrycznej wytworzonej przez bezpośrednie przetworzenie energii chemicznej, które składa się z jednego lub kilku wtórnych ogniw nadających się do powtórnego naładowania.

Tabela 5. Układy elektrochemiczne akumulatorów i ich oznaczenia

Oznaczenie literowe	Układ elektrochemiczny	Napięcie nominalne [V]
K niklowo – kadmowe	(+) NiO(OH) / KOH(aq) / Cd (–)	1,2
H niklowo – wodorkowe	(+) NiO(OH) / KOH(aq) / MH (–)	1,2
I litowo – jonowe	(+) MLi / elektrolit organiczny / C (–) gdzie dodatkowa litera oznacza metal bazowy elektrody C – kobalt N – nikiel M – mangan V – wanad T – tytan	3,6 – 3,7
ołowiowo – kwasowe Dowolne wg producenta	(+) Pb/H ₂ SO ₄ /PbO ₂ (–)	2,0

Występują również do zastosowań przemysłowych lub specjalnych inne rodzaje akumulatorów, np.:

- srebrowo – cynkowe
- srebrowo – kadmowe
- cynkowo – powietrzne
- niklowo – żelazowe

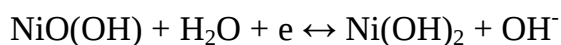
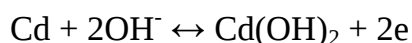
3.1. Akumulatory niklowo – kadmowe

Układ elektrochemiczny:

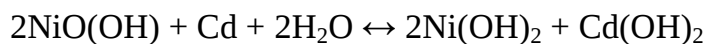


Ogniwa te występują we wszystkich rodzajach i kształtach jako guzikowe, cylindryczne, prostokątne, bądź pryzmatyczne. W akumulatorach niklowo – kadmowych elektrody wykonane są z zasadowego tlenku niklu(III) NiO(OH) (katoda) i metalicznego kadmu (anoda). Elektrody mogą mieć formę tabletek, płyt na różnych nośnikach oraz spiralnie zwiniętych taśm.

Reakcje zachodzące podczas pracy akumulatora niklowo – kadmowego:



sumarycznie:



Akumulatory niklowo – kadmowe cechują się dość dużą wydajnością prądową, ale występuje w nich uciążliwy efekt pamięci. Powinny być rozładowywane i ładowane w pełnych cyklach. Są odporne na przeładowanie i głębokie wyładowanie, mogą pracować w szerokim zakresie temperatur od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Akumulatory te były do niedawna stosowane na szeroką skalę w różnych elektrycznych i elektronicznych urządzeniach przenośnych. Obecnie są prawie całkowicie wyparte przez ogniwa Ni – MH i litowo – polimerowe. Mają mniejszą pojemność na jednostkę objętości niż podobne ogniwa Ni – MH.

Akumulator Ni – Cd jest do dziś najtrwalszym ogniwem miniaturowym (przy poprawnym użytkowaniu). Częste doładowywanie powoduje występowanie efektu pamięci i tym samym szybkiego zużycia ogniwa. Są niedrogie, jednakże niższa pojemność i większa masa w stosunku do przechowywanej energii oraz szkodliwość

dla środowiska powodują, że są wypierane przez nowsze typy akumulatorów niklowo – wodorkowych.

Czynnik szkodliwy – kadm. Akumulatory podlegają obowiązkowi oznakowania **Cd** jeżeli zawierają powyżej 0,002 % wagowo kadmu (załącznik nr 4 ustawy).

Akumulatory tego typu są nadal używane w specjalnych zastosowaniach (np. elektronarzędzia), a także w warunkach zagrożenia wybuchem. Są odporne na ciężkie warunki pracy, wysoką temperaturę i przeładowania. Znajdują zastosowanie jako baterie lotnicze.

Akumulatory niklowo – kadmowe guzikowe, cylindryczne i pryzmatyczne należą do akumulatorów przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

Akumulatory stosowane wyłącznie do celów zawodowych i przemysłowych należą do grupy akumulatorów przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 14. Przykładowe akumulatory i baterie ogniwo niklowo – kadmowych



Akumulator (od lewej) KRH 33/91,
KRH 35/62, KRH 33/62, KRH 23/43,
KRH 15/51



Bateria lotnicza 20KSX25P

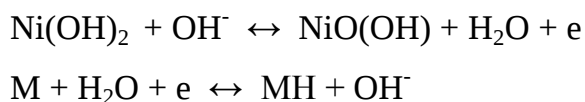
3.2. Akumulatory niklowo – wodorkowe

Układ elektrochemiczny:

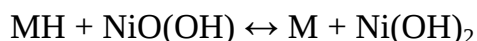


Ogniwa występują we wszystkich rodzajach obudowy (guzikowe, cylindryczne, pryzmatyczne i prostokątne) i mają budowę analogiczną jak akumulatory niklowo – kadmowe.

W akumulatorze niklowo – wodorkowym zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Sumarycznie reakcje zachodzące podczas procesu ładowania i rozładowania akumulatora typu nikiel – wodorek metalu można opisać równaniem:



Tak jak w przypadku akumulatora niklowo – kadmowego, w akumulatorze niklowo – wodorkowym, elektrodę dodatnią stanowi ulegający przemianie redoks układ $\text{Ni(OH)}_2/\text{NiOOH}$, a jako separator używane są odporne na działanie alkaliów włókniny polipropylenowe lub poliamidowe. Elektrolitem jest wodny roztwór KOH o stężeniu 6 – 8 mol/dm³, z domieszką LiOH o stężeniu 0,5 – 2 mol/dm³. Elektrodę ujemną w akumulatorach stanowi układ M/MH (wieloskładnikowy stop metali odwracalnie absorbujący wodór). W produkowanych obecnie akumulatorach niklowo – wodorkowych najczęściej stosuje się stopy typu AB₅, pochodne związku LaNi₅.

Akumulatory tego typu nie zawierają toksycznych związków kadmu jak w przypadku akumulatorów niklowo – kadmowych. Posiadają jedną z najwyższych gęstości energii (70 – 90 Wh/kg).

Ze względu na napięcia znamionowe wynoszące 1,2 V akumulatory niklowo – wodorkowe mogą być bezpośrednim zamiennikiem akumulatorów niklowo – kadmowych. Pojemność akumulatorów niklowo – wodorkowych jest blisko dwukrotnie wyższa od pojemności akumulatorów niklowo – kadmowych. Akumulatory niklowo – wodorkowe w stosunku do akumulatorów niklowo – kadmowych mają pewne ograniczenia. Dotyczy możliwości pracy w niskich i wysokich temperaturach oraz rozładowania prądami o wysokim natężeniu.

Akumulatory niklowo – wodorkowe znalazły zastosowanie głównie w telefonach bezprzewodowych, zabawkach, sprzęcie gospodarstwa domowego, elektronarzędziach i kamerach cyfrowych.

Akumulatory niklowo – wodorkowe guzikowe, cylindryczne i pryzmatyczne należą do akumulatorów przenośnych (załącznik nr 2 ustawy).

Akumulatory stosowane wyłącznie do celów zawodowych i przemysłowych należą do grupy akumulatorów przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 15. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw niklowo – wodorkowych



Akumulator (od lewej) HR20,
HR14, HR6, HR03



Bateria akumulatorów niklowo – wodorkowych

3.3. Akumulatory litowo – jonowe

Układy elektrochemiczne:

(+) MLi / elektrolit organiczny / C (–)

gdzie litera M oznacza metal bazowy elektrody

C – kobalt

N – nikiel

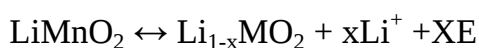
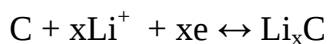
M – mangan

V – wanad

T – tytan

Akumulatory litowo – jonowe mają obudowy hermetyczne zawierające zabezpieczające układy kontrolne. Materiały elektrodowe są nanoszone na bardzo cienkie folie (miedzianą i aluminiową), przedzielone separatorem.

W akumulatorze litowo – jonowym zachodzą następujące reakcje chemiczne:



gdzie M = Mn, Co, Ni

Akumulatory litowo – jonowe charakteryzują się wysokim napięciem pracy wynoszącym od 3,3 – 3,8 V, pracują w szerokim zakresie temperatur od –20 °C do +80 °C i w zależności od konstrukcji posiadają jedną z najwyższych mocy właściwych > 10 000 W/kg oraz energię właściwą do ok. 180 Wh/kg. Ponadto charakteryzują się dużą niezawodnością i cyklicznością sięgającą ponad 1000 cykli przy 100% DOD (Depth of Discharge, czyli tzw. głębokości rozładowania).

Jako materiał katodowy w ogniwach litowo – jonowych powszechnie stosuje się spinele. Są to materiały z grupy tlenków metali przejściowych, takich jak mangan, kobalt czy nikiel o budowie warstwowej, gdzie w przestrzeniach

międzyplaszczynowych lokują się jony litu. Jako katodę najczęściej stosuje się interkalowane litem spinele: kobaltowy o wzorze LiCoO_2 oraz manganowy o wzorze LiMn_2O_4 . Ostatnio na rynku spotkać można również ogniwa litowo – jonowe, w których materiałem katodowym jest litowany fosforan żelaza o strukturze oliwinu LiFePO_4 . W zależności od zastosowanego materiału katodowego ogniwa litowo – jonowe nieznacznie różnią się napięciem. Najczęściej stosowanym materiałem anodowym jest wciąż grafit, ale wykorzystuje się również inne materiały węglowe o mniej uporządkowanej strukturze, które posiadają podstawowy element budowy grafitu – płaszczyzny grafenowe. Lit metaliczny jest niezwykle reaktywny, dlatego elektrolitami są układy soli litu w rozpuszczalnikach niewodnych.

Obecnie ogniwa litowo – jonowe są szeroko rozpowszechnione i znajdują zastosowanie zarówno w prostych, jak i w bardziej skomplikowanych przenośnych urządzeniach teleinformatycznych i telekomunikacyjnych oraz audiowizualnych, takich jak radioodbiorniki, odtwarzacze CD, kamery wideo, laptopy, czy defibrylatory oraz jako źródło zasilania elektrycznych urządzeń transportowych, np.: samochodów czy skuterów. Jednak najszerze zastosowanie znalazły w branży telefonii komórkowej, którą praktycznie zdominowały.

Akumulatory litowo – jonowe na obudowie są opisane wyrażeniem Li – ion. Producenci sami znakują przyjętymi przez siebie symbolami modele akumulatorów, które mogą być przeznaczone do konkretnej serii wyrobów lub do konkretnego modelu sprzętu.

Akumulatory litowo – jonowe należą do akumulatorów przenośnych (załącznik nr 2 ustawy) z wyjątkiem akumulatorów używanych do celów zawodowych i przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 16. Przykładowe akumulatory i baterie ogniwo litowo – jonowych



Akumulator litowo – jonowy do laptopa



Bateria akumulatorów litowo – jonowych



Akumulator litowo – jonowy

3.4. Akumulatory litowo – polimerowe

Akumulatory litowo – polimerowe w odróżnieniu od tradycyjnych akumulatorów litowo – jonowych z elektrolitem ciekłym, wykorzystują elektrolit w postaci stałej, którego podstawowymi składnikami jest polimer z rozpuszczoną w nim solą litu. Użycie stałego polimeru podnosi odporność ogniwo w przypadku zwarcia lub przeładowania i eliminuje problem ewentualnego wycieku elektrolitu, co w znaczącym

stopniu podnosi bezpieczeństwo użytkowania tych akumulatorów.

Do budowy akumulatora litowo – polimerowego wykorzystywane są stopy metalicznego litu oraz polimery przewodzące. W działaniu jest podobny do akumulatora litowo – jonowego. Ze względu na obecność polimerów nowa technologia umożliwia konstruowanie giętkich, bardzo cienkich i płaskich elastycznych ogniw (nawet o grubości milimetrowej). Ogniwa te są jednak nieodporne i łatwo je uszkodzić w wyniku niewielkiego nawet przeładowania, dlatego układy elektroniczne kontrolujące proces ładowania są bardzo złożone.

Akumulatory te charakteryzują się wysoką gęstością energii i stosunkowo dużą elastycznością w projektowaniu kształtów i rozmiarów. Dla zapewnienia bezawaryjnej i bezpiecznej pracy akumulatory lub pakiety akumulatorowe (zestawy ogniw) muszą być wyposażone w elektroniczny układ zarządzania pracą baterii – BMS (Battery Management System).

Akumulatory litowo – polimerowe są stosowane w urządzeniach przenośnych: telefonach komórkowych, aparatach i kamerach cyfrowych, palmtopach, odtwarzaczach multimedialnych i innych urządzeniach teleinformatycznych i telekomunikacyjnych oraz audiowizualnych. Ze względu na wyjątkowo korzystny stosunek pojemności do masy oraz znikomy współczynnik samorozładowania stanowią bardzo atrakcyjne źródło zasilania w modelarstwie, np. zdalnie sterowane samoloty i helikoptery.

Akumulatory litowo – polimerowe na obudowie są opisane wyrażeniem Li – poly lub Li-po. Producenci sami znakują przyjętymi przez siebie symbolami modele akumulatorów, które mogą być przeznaczone do konkretnej serii wyrobów lub do konkretnego modelu sprzętu.

Prace prowadzone wspólnie przez branżę samochodową i elektrochemiczną zmierzają do opracowania akumulatora litowo – polimerowego jako źródło napędu samochodów elektrycznych i samochodów z napędem hybrydowym.

Akumulatory litowo – polimerowe należą do akumulatorów przenośnych (załącznik nr 2 ustawy) z wyjątkiem akumulatorów używanych do celów zawodowych i przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

Rys. 17. Przykładowe akumulatory litowo – polimerowe



Akumulator do telefonu komórkowego



Akumulator dla modelarstwa

3.5. Akumulatory srebrowo – cynkowe

Układ elektrochemiczny:



W akumulatorze tym zachodzą reakcje chemiczne przedstawione sumarycznie:



Pod względem budowy akumulatory srebrowo – cynkowe różnią się znacznie od akumulatorów należących do innych układów elektrochemicznych. W wykonanym z tworzywa sztucznego lub metalowym naczyniu akumulatorowym umieszczone są elektrody – cienkie płyty o grubości od 0,5 mm do 2 – 3 mm. Między elektrodami nie ma swobodnej przestrzeni. Aby uniknąć zwarcia elektrody ujemnej z sąsiadującą elektrodą dodatnią, pomiędzy nimi umieszcza się kilkuwarstwowy separator. Elektrody akumulatora srebrowo – cynkowego nie mają zazwyczaj nośnika materiałów czynnych, a jako kolektor prądowy służy drut srebrny umieszczony w materiale elektrody w postaci kilku pętli ze skręconymi ze sobą końcami. Tak

zbudowana elektroda jest lekka, a drut srebrny stanowi zaledwie ok. 10 % ogólnego jej ciężaru. Czasem elektrody są wykonane na nośniku ze srebrnej siatki ciętociągnionej lub tkanej siatki z miedzi lub jej stopów, która powlekana jest cienką warstwą srebra. Elektrode dodatnią (srebrową) sporządza się przez sprasowanie bardzo drobnego proszku czystego srebra. Elektrode ujemną (cynkową) wykonuje się w różny sposób. Najczęściej elektrody te sporządza się przez sprasowanie tlenku cynku lub jego mieszaniny z pyłem cynkowym. Niekiedy przed sprasowaniem masę zwilża się roztworem wodorotlenku potasu (KOH) w celu uzyskania konsystencji pasty, którą rozsmarowuje się na cienki papier. Akumulatory srebrowo – cynkowe montuje się z elektrodami w stanie wyładowanym, tj. zawierającymi proszek srebra i tlenek cynkowy. Odmienną technologią jest montaż elektrod naładowanych na sucho, tzn. zawierających tlenek srebra i metaliczny cynk. Stosowane są wyłącznie do celów specjalnych i zawodowych (załącznik nr 1 ustawy).

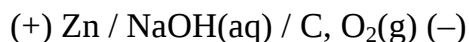
Rys. 18. Przykładowe akumulatory srebrowo – cynkowe



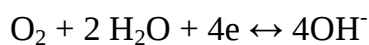
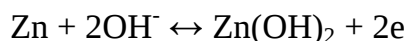
Akumulator (od lewej) C1, C5, C10, C45

3.6. Akumulatory cynkowo – powietrzne

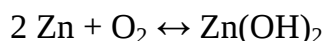
Układ elektrochemiczny:



W ogniwie tym zachodzą następujące reakcje chemiczne:



sumarycznie:



Akumulatory cynkowo – powietrzne zbudowane są z elektrody cynkowej, porowatej membrany z węgla aktywnego oraz stężonego roztworu wodnego wodorotlenku potasu, spełniającego rolę elektrolitu. Akumulator cynkowo – powietrzny jest stosunkowo nowym typem akumulatora, będącym wciąż w fazie badań. Budowa jest zbliżona do pierwotnych ogniw cynkowo – powietrznych.

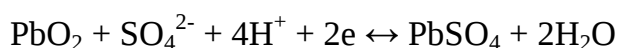
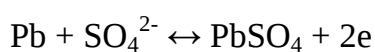
Klasyczny akumulator cynkowo – powietrzny składa się z zestawu wymiennych elektrod cynkowych spełniających rolę anody, oraz porowatej membrany z węgla aktywnego, będącego jednocześnie przegrodą między elektrolitem a powietrzem atmosferycznym. Każde ogniwo generuje siłę elektromotoryczną równą 1,65 V. Moc pojedynczego ogniwa zależy od sumarycznej powierzchni elektrod cynkowych. Akumulator ten pracuje w systemie otwartym, tj. do jego pracy wymagany jest dostęp powietrza. Akumulatory należą do akumulatorów przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy).

3.7. Akumulatory ołowiowo – kwasowe

Układ elektrochemiczny:



W akumulatorze kwasowo – ołowiowym zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Typowy akumulator samochodowy jest zbudowany z 6 ogniw ołowiowo – kwasowych połączonych szeregowo. Każde ogniwo generuje siłę elektromotoryczną (SEM) równą 2,1 V. Rezystancja wewnętrzna akumulatora jest bardzo mała, umożliwiając przepływ bardzo dużych prądów. Z tego powodu znalazły zastosowanie jako akumulatory rozruchowe silników spalinowych. Pojedyncze ogniwo składa się z anody wykonanej z metalicznego ołowiu, katody wykonanej z PbO₂ oraz elektrolitu – którym jest wodny, ok. 37% roztwór kwasu siarkowego z różnymi dodatkami.

Akumulator ołowiowy jest zdecydowanie najlepszy jako źródło zasilania rozrusznika samochodowego, lub źródło mocy rezerwowej. Niestety elektrody są z ołowiu, co jest korzystne przy ładowaniu i rozładowaniu, ale oznacza to również dużą masę tego typu źródła prądu. Najczęściej spotykanymi w obecnej chwili są akumulatory bezobsługowe, całkowicie szczelne z zaworami regulacyjnymi, z wewnętrzną rekombinacją gazów. Dostępne są również specjalne typy akumulatorów ołowiowych, gdzie elektrody są nawinięte spiralnie, z cienkim separatorem między nimi i cylindryczną obudową. Typy te mają bardzo małą rezystancję wewnętrzną, która umożliwia pobór bardzo dużych prądów w krótkim czasie.

Wadą akumulatorów ołowiowych jest ryzyko wycieku z nich kwasu siarkowego oraz parowanie wody powodujące zbyt duże jego stężenie w elektrolicie i konieczność okresowego uzupełniania. Oba problemy rozwiązuje się stosując szczelne,

nierozbieralne obudowy, w których elektrolit jest uwięziony w separatorze z maty szklanej (AGN) lub stosując elektrolity żelowe. Elektrolity żelowe są nadal wodnymi roztworami kwasu siarkowego, jednak dodaje się do nich środka żelującego (np.: żywice silikonowe). Oba typy akumulatorów – uszczelnione i żelowe nazywa się "bezobsługowymi" – gdyż w zasadzie nie wymagają one kontrolowania składu i ilości elektrolitu.

Akumulatory ołowiowe należą do akumulatorów przemysłowych (załącznik nr 1 ustawy), lub samochodowych, w tym również do zastosowania w innych pojazdach, zgodnie z art. 6 pkt 4 ustawy. Podlegają obowiązkowi znaczenia **Pb** (załącznik 4 ustawy).

Akumulatory serii Cyclon nie mogą być stosowane jako akumulatory przenośne z uwagi na napięcie nominalne ogniwa wynoszące 2 V oraz niestandardowe wyprowadzenia końcówek akumulatora.

Rys. 19. Przykładowe akumulatory i baterie ogniw ołowiowo – kwasowych



Akumulator motocyklowy



Bateria akumulatorów kwasowo –
ołowiowych trakcyjnych stosowana
np. w pociągach lub tramwajach



Akumulator do np. UPS



Akumulator serii Cyclon

Opracował: dr inż. Maciej Kopczyk

Materiał ten został przygotowany przy pomocy i wsparciu Instytutu Metali
Nieżelaznych Oddział w Poznaniu Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw
ul. Forteczna 12, 61-362 Poznań

Załącznik 1

Sposób klasyfikacji baterii i akumulatorów wynikający z przepisów ustawy

