

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „INPE” SEP



**PODRĘCZNIK  
DLA ELEKTRYKÓW**

ZESZYTY MONOTEMATYCZNE

ODZNACZONY m.in. ZŁOTĄ ODZNAKĄ HONOROWĄ SEP

Zeszyt 42

**Michał Świerżewski**

# **Chemiczne źródła prądu elektrycznego**

Kwiecień 2013

# PODRĘCZNIK DLA ELEKTRYKÓW

## praca zbiorowa pod redakcją Jana Strojnego

Zeszyt 42

### Chemiczne źródła prądu elektrycznego

**Autor:** Michał Świerżewski

**Recenzent:** Tomasz Radziejewicz

Tekst dostarczono w kwietniu 2013 r.

#### Od Wydawcy

*Rozwój elektroniki użytkowej i profesjonalne i stale zwiększająca się liczba jej użytkowników oraz elektroniki i automatyki elektroenergetycznej, np. UPSów, przemienników częstotliwości, spowodował zapotrzebowanie na bardzo wydajne i niezawodne przenośne źródła energii, charakteryzujące się dużą trwałością i wysoką gęstością energii. Rośnie też zapotrzebowanie na źródła energii dla szybko rozwijającej się grupy nowych odbiorników, pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Wszystkie te potrzeby są zaspokajane przez chemiczne źródła energii elektrycznej, od pojedynczych paluszkowych baterii i akumulatorów powszechnie stosowanych w elektronice użytkowej przez akumulatory rozruchowe w samochodach, po akumulatory dużej mocy trakcyjne do pojazdów elektrycznych i baterie akumulatorów stacjonarnych przeznaczone do celów przemysłowych i energetycznych.*

*Chemiczne źródła prądu i powszechność ich użytkowania stwarzają poważne zagrożenie skażenia środowiska naturalnego przez pierwiastki i ich związki występujące w ogniwach galwanicznych. Duże zagrożenie środowiska i zdrowia powodują zwłaszcza metale ciężkie zawarte w ogniwach zarówno pierwotnych, jak i wtórnych. Dlatego też, baterie po zużyciu stają się odpadem niebezpiecznym i wymagane jest ich specyficzne traktowanie i w następstwie recykling. Zawartość w materiałach elektrod ogniw takich pierwiastków i ich związków, jak kadm, rtęć, ołów jest ograniczona restrykcyjnymi normami do niezbędnego minimum ale mimo to muszą one być po zużyciu w odpowiedni sposób przechowywane i neutralizowane.*

*W publikacji przywołano najważniejsze przepisy i regulacje związane z użytkowaniem i bezpiecznym utylizowaniem nowoczesnych ogniw i baterii.*

#### Wydawnictwo dotowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

© Copyright by: COSiW SEP – Zakład Wydawniczy „INPE” w Belchatowie

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany, ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Miesięcznik *INPE – Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych*

Rok wyd. XVI

**Podręcznik INPE dla Elektryków – Zeszyty monotematyczne** (bezpłatny dodatek dla prenumeratorów miesięcznika)

ISSN 1234-0081

**Wydawca i Redakcja:** SEP – COSiW w Warszawie, Zakład Wydawniczy „INPE” w Belchatowie, ul. Czaplinska 44, 97-400 Belchatów, tel. 44 633 33 55, fax 44 635 02 02, www.redinpe.com, e-mail: redinpe@neostrada.pl

**Adres dla korespondencji:** ul. Kalinowa 5, 97-400 Belchatów

**Kierownik ZW – Redaktor Naczelny:** Tadeusz Malinowski tel. 44 632 32 61, kom. 785 028 557

**Z-ca Redaktora Naczelnego:** Jan Strojny tel. 695 899 729

**Biurowisko i Księgowość:** Małgorzata Filipiak, tel. 44 633 33 55, kom. 783 976 966

Skład komputerowy: KON Tekst Kraków, www.kon-tekst.pl

Druk: Leyko Kraków

Nakład: do 5500 egz.

## SPIS TREŚCI

1.	Wstęp	6
2.	Pojęcia i definicje użyte w opracowaniu	7
3.	Ogniwa galwaniczne	10
3.1.	Wprowadzenie	10
3.2.	Podział i oznakowanie ogniw galwanicznych	11
3.3.	Rezystancja wewnętrzna ogniwa	13
3.4.	Energia zmagazynowana w ogniwie	14
3.5.	Pojemność elektryczna ogniwa	15
3.6.	Łączenie ogniw w baterie	16
4.	Ogniwa pierwotne (ogniwa I rodzaju)	19
4.1.	Ogniwo Leclanchégo	19
4.2.	Ogniwa cynkowo-manganowe z elektrolitem chlorkowym	19
4.3.	Ogniwa cynkowo-manganowe z elektrolitem alkalicznym	20
4.4.	Ogniwa cynkowo-powietrzne z elektrolitem alkalicznym	21
4.5.	Ogniwa cynk-tlenek srebra	22
4.6.	Ogniwa cynkowo- rtęciowe (cynk-tlenek rtęci)	23
4.7.	Ogniwa litowe	23
4.7.1.	Ogniwa litowe z nierozpuszczalnymi katodami	26
4.7.2.	Ogniwa litowe z rozpuszczalnymi katodami	29
4.7.3.	Ogniwa litowe z ciekłymi katodami	30
4.7.4.	Ogniwa lit-dwutlenek manganu	31
4.8.	Podsumowanie	31
4.9.	Wskazówki eksploatacyjne	31
5.	Ogniwa odwracalne (ogniwa II rodzaju) – akumulatory	34
5.1.	Najważniejsze rodzaje akumulatorów	34
5.2.	Akumulatory nikłowo-kadmowe Ni-Cd	35
5.3.	Akumulatory nikłowo-wodorkowe Ni-MH	37
5.4.	Akumulatory litowe	38
5.4.1.	Akumulatory litowe ze stałymi elektrodami i ciekłym elektrolitem	39
5.4.2.	Akumulatory litowo-jonowe	40

5.4.3. Akumulatory litowo-polimerowe	41
5.4.4. Akumulatory litowo-siarkowe Li-S	42
5.4.5. Akumulatory litowo-manganowe Li-Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	42
5.4.6. Akumulatory litowo-żelazowo-fosforanowe	42
5.5 Akumulatory cynkowo-powietrzne	43
5.6. Akumulatory wysokotemperaturowe	44
5.7. Akumulatory ołowiowo-kwasowe	46
5.7.1. Działanie i budowa	46
5.7.2. Akumulatory ołowiowo-kwasowe WRLA i AGM	51
6. Zasady instalowania akumulatorów	54
6.1. Pomieszczenia i obudowy	54
6.2. Zapobieganie wybuchowi	55
6.3. Wymagania dotyczące wentylacji	57
6.4. Pomiary i detektory wodoru	63
6.5. Akumulatory w technologii WRLA i AGM	68
6.6. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym	70
7. Montaż baterii akumulatorów	76
8. Eksploatacja baterii akumulatorów	79
8.1. Ładowanie i rozładowywanie akumulatorów	79
8.2. Temperatura pracy	82
8.3. Przeglądy okresowe	86
8.4. Bezpieczeństwo pracy	87
9. Zagrożenia środowiska i ludzi	88
10. Recykling baterii	90
Literatura	91

# Chemiczne źródła prądu

## STRESZCZENIE

Opracowanie przedstawia zasady działania i budowy chemicznych źródeł prądu elektrycznego. Nabierają one coraz większego znaczenia w związku z rozwojem elektroniki użytkowej, np. laptopów, aparatów komórkowych, tabletów, fotograficznych aparatów cyfrowych oraz elektroniki energetycznej, np. UPSów, czy przetworników częstotliwości. W początkowych rozdziałach opisano zasadę działania i budowę oraz przeznaczenie różnego rodzaju ogniw pierwszego rodzaju czyli nieładownych. W dalszych rozdziałach są opisane ogniwa drugiego rodzaju ładowne, czyli akumulatory. Wiele miejsca poświęcono ogniwom najnowszej generacji opartych na nowych materiałach elektrodowych zwłaszcza na litie i jego związkach. Opisano działanie i budowę wciąż najpopularniejszych akumulatorów kwasowo-ołowiowych w wykonaniu z elektrolitem płynnym oraz w technologiach VRLA i AGM. Opisano zasady instalowania i eksploatacji akumulatorów kwasowych oraz urządzenie akumulatorni. Na zakończenie opisano wpływ pierwiastków i ich związków stosowanych w ogniwach na skażenie środowiska naturalnego oraz zagadnienia utylizacji baterii i akumulatorów.

Problematyka jest przedstawiona w oparciu o krajową literaturę techniczną, akty prawne, normy i materiały firmowe z uwzględnieniem prawodawstwa UE.

## Chemical sources of electricity

### ABSTRACT

This book presents the principles of chemical sources of electricity.

The first chapter is devoted to the principles of functioning of noncharging galvanic cells as well as their constructions, selections and maintenance. The subsequent chapters cover the issues of constructions, charging, discharging and maintenance of rechargeable batteries (accumulators). The author also reviews protection from electric shock and explosions in hazardous atmospheres composed of air and hydrogen. The final chapter gives the information on utilizing the disposed galvanic cells and accumulators.

All issues are presented on the basis of Polish terminology and literature, official recommendations and standards and take into account, the corresponding EU regulations.