

REFORMA
2017

Część 1

Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji maszyn i urządzeń elektrycznych

EE.05



Podręcznik do nauki zawodu

- TECHNIK ELEKTRYK
- ELEKTRYK



Branża elektroniczna, informatyczna
i elektryczna

2017
ZAPOWIEDŹ

**PUBLIKACJA DO NOWEJ
PODSTAWY PROGRAMOWEJ**

PREMIERA: SIERPIEŃ 2017



Podręczniki do nowej podstawy programowej

BRANŻA ELEKTRONICZNA, INFORMATYCZNA I ELEKTRYCZNA

TECHNIK MECHATRONIK, MECHATRONIK



Montaż, uruchamianie i konserwacja urządzeń i systemów mechatronicznych. Część 1

TECHNIK MECHATRONIK, MECHATRONIK



Montaż, uruchamianie i konserwacja urządzeń i systemów mechatronicznych. Część 2

TECHNIK ELEKTRYK, ELEKTRYK



Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji maszyn i urządzeń elektrycznych. Część 1

TECHNIK ELEKTRYK, ELEKTRYK



Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji maszyn i urządzeń elektrycznych. Część 2

TECHNIK INFORMATYK



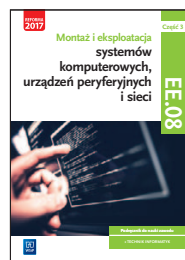
Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 1

TECHNIK INFORMATYK



Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 2

TECHNIK INFORMATYK



Montaż i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i sieci. Część 3



WYDAWNICTWA
SZKOLNE
i PEDAGOGICZNE

wsp.pl | infolinia: 801 220 555 | sklep.wsp.pl

Szanowni Państwo,

z przyjemnością prezentujemy Państwu fragmenty **nowego podręcznika, spełniającego wszystkie wymagania nowej podstawy programowej** kształcenia w zawodach. Jest to publikacja gwarantująca skuteczne przygotowanie do egzaminów zawodowych, napisana językiem zrozumiałym dla ucznia i wzbogacona o atrakcyjny materiał ilustracyjny.

Prawdziwa nowość, warta Państwa uwagi.

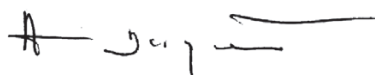
Od 1 września 2017 roku w klasach (semestrach) pierwszych wszystkich typów szkół prowadzących kształcenie zawodowe będzie wdrażana nowa podstawa programowa kształcenia w zawodach, którą przygotowano na podstawie nowej klasyfikacji zawodów. Najważniejsze zmiany polegają na ograniczeniu liczby kwalifikacji do dwóch lub jednej w zawodach dotychczas trójkwalifikacyjnych oraz umożliwieniu absolwentom branżowych szkół I stopnia kontynuacji nauki w szkole II stopnia i uzyskaniu tytułu technika. Modyfikacji ulegają także efekty kształcenia opisane w podstawie programowej. Część z nich znacznie rozszerzono, inne dodano – zarówno w kwalifikacjach, jak i efektach wspólnych dla obszaru czy grupy zawodów. Oznacza to, że skuteczną pracę z uczniem i przygotowanie do nowego egzaminu potwierdzającego kwalifikacje w zawodzie trzeba będzie oprzeć na **podręcznikach zgodnych z nową podstawą programową**, które Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne przygotowują na rok szkolny 2017/2018.

Aby umożliwić Państwu zapoznanie się z naszym podręcznikiem, prezentujemy wykaz zawartych w nim treści oraz fragmenty wybranych rozdziałów.

Wierzymy, że przygotowana przez nas oferta umożliwi Państwu efektywną pracę oraz pomoże w skutecznym przygotowaniu uczniów i słuchaczy do egzaminu – zarówno w części pisemnej, jak i praktycznej.

Zapraszamy do korzystania z naszego podręcznika.

Warto uczyć z nami!



Artur Dzigański

Dyrektor Kształcenia Zawodowego

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna

**REFORMA
2017**

Reforma systemu oświaty wprowadza istotne zmiany do kształcenia zawodowego. To ogromne wyzwanie dla szkół, kadry kierowniczej i nauczycielskiej.

Jesteśmy gotowi, by Was wspierać.

- Przygotowaliśmy ofertę podręczników dostosowanych do nowej podstawy programowej.
- Zapraszamy na szkolenia z obszarów zarządzania, nadzoru pedagogicznego, prawa i inne dostępne w ofercie ORKE.
- Zachęcamy do udziału w konferencjach, e-konferencjach, webinarium odpowiadających na potrzeby kadry nauczycielskiej.
- Pomagamy zwiększyć atrakcyjność i konkurencyjność placówki na rynku dzięki Systemowi Certyfikacji Zawodowych Certup, który uzupełni jej ofertę.
- Wspieramy i edukujemy kadre placówki w zakresie pozyskiwania funduszy europejskich na kształcenie zawodowe.
- Zapewniamy bezpłatne materiały dydaktyczne i metodyczne dla nauczycieli. Sprawdź na: ucze.pl, WSiP.net, zdasz.to.

sklep.wsip.pl

 **KLUB NAUCZYCIELA**
ucze.pl

 wsipnet.pl

WWW.ZDASZ.TO

 **OR
Ke**

Szczegółowe informacje na wsip.pl/szkoly-zawodowe

Dołącz do nas na



facebook.com/ksztalcimyzawodowe

REFORMA
2017

Część 1

Montaż, uruchamianie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych

EE.05

Artur Bielawski
Wacław Kuźma

Podręcznik do nauki zawodu

- TECHNIK ELEKTRYK
- ELEKTRYK



Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia w zawodach na podstawie opinii rzeczoznawców:

Rok dopuszczenia: 2017

Typ szkoły: **technikum, branżowa szkoła I i II stopnia**

Zawód: **technik elektryk i elektryk.**

Kwalifikacja: **EE.05. Montaż, uruchomienie i konserwacja instalacji, maszyn i urządzeń elektrycznych.**

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 2017

Wydanie I (rzut I)

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Zbigniew Dziedzic** (redaktor prowadzący)

Konsultacja: **mgr Joanna Ksieniewicz**

Redakcja językowa: **Anna Rosa**

Redakcja techniczna: **Elżbieta Walczak**

Projekt okładki: **Dominik Krajewski**

Fotoedycja: **Agata Bażyńska**

Skład i łamanie: **Martyna Janus**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna

00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96

KRS: 0000595068

Tel.: 22 576 25 00

Infolinia: 801 220 555

www.wsip.pl

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. 29 *Ustawy o prawie autorskim*. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.

Publikacja, którą nabyłaś / nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegła / przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.



Szanujemy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

I. Podstawowe wiadomości dotyczące maszyn elektrycznych

1.1	Rodzaje i klasyfikacja maszyn elektrycznych	10
1.2	Rodzaje pracy	12
1.3	Temperatura otoczenia i przyrost temperatury	15
1.4	Zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym	16
1.5	Zakłócenia radioelektryczne	18

II. Maszyny prądu stałego

2.1	Pojęcie maszyny prądu stałego i ich klasyfikacja	20
2.2	Zasada działania maszyny prądu stałego	22
2.3	Budowa maszyny prądu stałego	28
2.4	Podstawowe wielkości maszyny prądu stałego – tabliczka znamionowa, tabliczka zaciskowa maszyny	33
2.5	Uzwojenia maszyn prądu stałego	36
2.6	Obwód magnetyczny maszyn prądu stałego	39
2.7	Silniki prądu stałego	42
2.8	Prądnice prądu stałego	46
2.9	Przyczyny uszkodzeń maszyn elektrycznych prądu stałego	50

III. Transformatory

3.1	Pojęcie transformator. Klasyfikacja transformatorów	54
3.2	Zasada działania transformatora	56
3.3	Podstawowe wielkości charakteryzujące transformatory	58
3.4	Budowa transformatora	62
3.5	Stany pracy transformatora	64
	3.5.1. Stan jałowy transformatora	64
	3.5.2. Stan obciążenia transformatora	66
	3.5.3. Stan zwarcia transformatora	70
	3.5.4. Charakterystyki transformatora	72
	3.5.5. Praca równoległa transformatorów	75
3.6	Transformatory energetyczne	78
3.7	Transformatory specjalne	82
	3.7.1. Autotransformator	82
	3.7.2. Przekładniki	84
	3.7.3. Transformator do zmiany liczby faz	86
	3.7.4. Transformator spawalniczy	86
	3.7.4.1. Konserwacja elektrycznych spawarek i zgrzewarek	87
	3.7.5. Transformatory stosowane w układach elektronicznych i automatyki	92
3.8	Typowe uszkodzenia transformatorów	93

IV. Maszyny synchroniczne

4.1	Pojęcie maszyna synchroniczna i klasyfikacja maszyn synchronicznych	98
4.2	Budowa maszyny synchronicznej	100
4.3	Zasada działania maszyny synchronicznej	102
4.4	Praca maszyny synchronicznej	103
	4.4.1. Bieg jałowy maszyny synchronicznej	103
	4.4.2. Stan zwarcia maszyny synchronicznej	104

4.4.3. Stan obciążenia maszyny synchronicznej – charakterystyka zewnętrzna i regulacyjna maszyny synchronicznej	105
4.4.4. Podstawowe parametry maszyn synchronicznych	108
4.5 Praca równoległa prądnic synchronicznych	113
4.6 Silnik synchroniczny	116
4.7 Maszyny synchroniczne specjalne	119
4.8 Typowe uszkodzenia maszyn synchronicznych	125

V. Maszyny indukcyjne

5.1 Pojęcie maszyna indukcyjna i klasyfikacja maszyn indukcyjnych	130
5.2 Budowa maszyn indukcyjnych	131
5.3 Zasada działania maszyny indukcyjnej	136
5.4 Podstawowe parametry maszyny indukcyjnej	138
5.4.1. Parametry maszyn indukcyjnych umieszczone na tabliczkach znamionowych	138
5.4.2. Zależności stosowane w obliczeniach silników indukcyjnych	139
5.4.3. Tabliczka zaciskowa	141
5.5 Stany pracy maszyny indukcyjnej	143
5.6 Schemat zastępczy maszyny indukcyjnej	147
5.7 Właściwości maszyny indukcyjnej	149
5.7.1. Moc i moment elektromagnetyczny maszyny indukcyjnej	149
5.7.2. Zależność momentu od poślizgu	150
5.7.3. Bilans mocy czynnej w maszynie indukcyjnej	151
5.8 Praca silnikowa maszyny indukcyjnej	154
5.8.1. Bieg jałowy silnika	154
5.8.2. Stan zwarcia silnika indukcyjnego	155
5.8.3. Stan obciążenia silnika indukcyjnego	155
5.8.4. Praca silnika indukcyjnego przy zasilaniu jednofazowym	157
5.8.5. Praca silnika indukcyjnego trójfazowego przy połączeniu w gwiazdę i w trójkąt	158
5.9 Użytkowanie silników indukcyjnych	160
5.9.1. Rozruch silników indukcyjnych	160
5.9.2. Hamowanie	163
5.9.3. Regulacja prędkości obrotowej	165
5.9.4. Zmiana kierunku wirowania	168
5.10 Typowe uszkodzenia trójfazowych silników indukcyjnych	169
5.11 Typowe uszkodzenia jednofazowych silników indukcyjnych	177

VI. Maszyny komutatorowe prądu zmiennego

6.1 Jednofazowe silniki komutatorowe szeregowo	184
6.2 Komutacja silników jednofazowych	187
6.3 Straty w silnikach jednofazowych	190
6.4 Praca jednofazowego silnika komutatorowego	192
6.5 Jednofazowe silniki komutatorowe repulsyjne	194
6.6 Trójfazowe maszyny komutatorowe	197
6.7 Komutacja wielofazowych maszyn komutatorowych	204
6.8 Typowe uszkodzenia jednofazowych silników komutatorowych prądu zmiennego	206

VII. Elektryczne maszynowe elementy automatyki

7.1 Elektryczne maszynowe elementy automatyki	210
--	-----

VIII. Zasady montażu układów sterowania i zabezpieczeń maszyn elektrycznych

8.1	Układy sterowania maszyn i urządzeń elektrycznych	216
8.2	Montaż układów sterowania maszyn i urządzeń elektrycznych	238
8.3	Zabezpieczenia maszyn i urządzeń elektrycznych	245
8.4	Montaż zabezpieczeń maszyn i urządzeń elektrycznych	269
8.5	Narzędzia do montażu maszyn i urządzeń	278
8.6	Zasady montażu maszyn i urządzeń elektrycznych	283

IX. Inne urządzenia elektryczne

9.1	Urządzenia elektrotermiczne	286
9.2	Konserwacja urządzeń elektrotermicznych	291
9.3	Urządzenia do kompensacji mocy biernej.	296
9.4	Konserwacja baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej.	302
9.5	Zespoły prądowców	304
9.6	Konserwacja zespołów prądowców	315
9.7	Zasilacze bezprzewodowe – UPS	317
9.8	Konserwacja układów zasilania gwarantowanego z zasilaczami UPS	322
9.9	Akumulatory – baterie stacjonarne.	323
9.10	Konserwacja urządzeń prostownikowych i akumulatorów.	331
	9.10.1. Konserwacja i eksploatacja akumulatorów	331
	9.10.2. Konserwacja i eksploatacja urządzeń prostownikowych.	334
9.11	Urządzenia oświetleniowe.	337
9.12	Konserwacja urządzeń oświetleniowych	345
9.13	Elektronarzędzia	348
9.14	Konserwacja elektronarzędzi.	354
9.15	Urządzenia fotowoltaiczne	355
9.16	Konserwacja urządzeń fotowoltaicznych	359
9.17	Odbiorniki elektryczne gospodarstw domowych.	361
9.18	Konserwacja odbiorników elektrycznych gospodarstw domowych (sprzętu AGD)	369
9.19	Urządzenia energoelektroniczne	370
9.20	Konserwacja urządzeń energoelektronicznych	374
9.21	Urządzenia przeznaczone do pracy w strefach zagrożonych wybuchem	377
9.22	Konserwacja maszyn i urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem	386
9.23	Konserwacja urządzeń dźwigowych	387
9.24	Przewody i kable elektroenergetyczne	394

X. Organizacja procesu napraw maszyn elektrycznych

10.1	Dokumentacja techniczna maszyn i urządzeń elektrycznych	402
10.2	Rodzaje napraw maszyn elektrycznych	404
10.3	Przestrzeganie zasad bhp podczas napraw maszyn elektrycznych	405
10.4	Części zamienne maszyn elektrycznych	407
	10.4.1. Części zamienne do maszyn elektrycznych	407
	10.4.2. Części zamienne do urządzeń elektrycznych (elektronarzędzia, AGD).	413
10.5	Materiały stosowane podczas napraw maszyn elektrycznych.	416
	10.5.1. Materiały przewodzące	416
	10.5.2. Materiały izolacyjne	418
	10.5.3. Materiały pomocnicze	424

XI. Technologia napraw maszyn elektrycznych

11.1	Czynności przygotowawcze	426
11.1.1.	Zasady demontażu maszyn	426
11.1.2.	Odwzorowanie uzwojenia naprawianej maszyny	427
11.1.3.	Usuwanie zniszczonych uzwojeń	428
11.1.4.	Zdejmowanie łożysk i przewietrzników	429
11.2	Uzwajanie stojanów	430
11.2.1.	Wykonywanie uzwojeń skupionych	430
11.2.2.	Izolowanie żłobków stojana	432
11.2.3.	Wykonywanie uzwojeń rozłożonych	432
11.3	Uzwajanie wirników	438
11.3.1.	Izolowanie wirników	438
11.3.2.	Sposoby układania uzwojeń w żłobkach	439
11.3.3.	Sposoby wykonywania uzwojeń	445
11.3.4.	Prace wykończeniowe	447
11.3.5.	Naprawa uzwojeń klatkowych	450
11.4	Impregnowanie uzwojeń	453
11.4.1.	Wiadomości ogólne	453
11.4.2.	Przygotowanie lakieru	455
11.4.3.	Impregnacja próżniowa	455
11.4.4.	Impregnacja przez zanurzenie	457
11.4.5.	Lakierowanie powierzchniowe	458
11.4.6.	Impregnacja uzwojeń wirników żywicami epoksydowymi	459
11.5	Obróbka komutatorów	461
11.5.1.	Obróbka wstępna	461
11.5.2.	Wycięcie izolacji międzywycinkowej	462
11.5.3.	Obróbka wykańczająca	464
11.6	Wyważanie wirników	467
11.6.1.	Przyczyny powstawania niewyważenia i zasady wyważania	467
11.6.2.	Kryteria wyważania	469
11.6.3.	Sposoby wyważania dynamicznego	470
11.7	Szczotkotrzymacze i szczotki	471
11.7.1.	Budowa szczotkotrzymaczy	471
11.7.2.	Wymiary szczotek i oprawek szczotkowych	472
11.7.3.	Rodzaje szczotek i sposób doprowadzenia prądu	473
11.7.4.	Zasady doboru szczotek	474
11.7.5.	Docisk szczotek do komutatora	474
11.7.6.	Docieranie szczotek	474
11.8	Kontrola napraw uszkodzonych zespołów	476
11.8.1.	Wprowadzenie	476
11.8.2.	Wykrywanie zwarcí i przerw w uzwojonym stojanie i wirniku	477
11.8.3.	Sposoby wykrywania uszkodzeń wirników klatkowych	479
11.8.4.	Wykrywanie zwarcí w komutatorze	480
11.8.5.	Wykrywanie zwarcí międzyzwojowych w cewkach	481
11.8.6.	Sprawdzanie właściwego połączenia cewek bocznikowych	481
11.8.7.	Wykrywanie zwarcí międzyzwojowych przed przyłutowaniem i po przyłutowaniu zezwojów do komutatora	481
11.8.8.	Sprawdzanie prawidłowości połączenia zezwojów z komutatorem	482
11.8.9.	Połączenie początku pierwszego zezwoju z komutatorem	482
11.8.10.	Sprawdzanie rezystancji wirnika	483
11.8.11.	Sprawdzanie biegunowości uzwojeń stojana	484
11.8.12.	Wykrywanie grup z odwróconymi zezwojami	484

11.8.13. Kontrola prawidłowości połączenia początków i końców uzwojeń	485
11.8.14. Kontrola połączenia początków i końców uzwojeń dla właściwego kierunku wirowania	486
11.8.15. Kontrola rezystancji uzwojeń stojana	486
11.9 Montaż naprawionych maszyn	488

XII. Konserwacja, oględziny i pomiary maszyn elektrycznych

12.1 Konserwacja maszyn elektrycznych	494
12.2 Oględziny maszyn elektrycznych	497
12.3 Przyrządy i urządzenia kontrolno-pomiarowe	500
12.4 Dobór układów pomiarowych	504
12.5 Pomiary elektryczne oraz próby maszyn elektrycznych	508
12.5.1. Próba biegu jałowego	508
12.5.2. Próba zwarcia	509
12.5.3. Próba nagrzewania przy bezpośrednim obciążeniu	510
12.5.4. Próba obciążenia	511
12.5.5. Próba przeciążalności	512
12.5.6. Próba komutacji	512
12.5.7. Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej	513
12.5.8. Próba odporności na wilgoć	513
12.5.9. Pomiary parametrów maszyn i urządzeń elektrycznych	513
12.5.9.1. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	513
12.5.9.2. Pomiar prądu upływowego	518
12.5.9.3. Pomiar rezystancji uzwojeń	519
12.5.9.4. Pomiar prędkości obrotowej	521
Załącznik 1	525
Załącznik 2	526
Załącznik 3	528
Załącznik 4	532
Załącznik 5	546
Załącznik 6	547
Załącznik 7	548
Załącznik 8	549
Załącznik 9	553
Załącznik 10	562
Załącznik 11	564
Załącznik 12	565
Literatura	566

Źródła ilustracji i fotografii

Tekst główny: s. 10 – Chint; s. 11 – Siemens, Chint; s. 12 – Hager, Chint, Bemko Sp. z o.o., Bomap Sp. z o.o.; s. 13 – Pollin, Schneider, Entes, Benedic, Schrank Technik, s. 14 – Energotyn; s. 15 – Eaton, s. 18 – Philips, s. 19 – TOYA, s. 20 – TOPEX, EGA; s. 21 – BIALL Sp. z o.o., NWS, Modeco, Energotytan, YAC, OPT, ARwit, EM Group; s. 22 – HEFAJSTOS S.C., Kukko, s. 27 – Dimplex, s. 28 – PrepCure, CEP; s. 29 – R. Kirilenko; s. 30 – Łukasz Kasperski

8.2

Montaż układów sterowania maszyn i urządzeń elektrycznych

ZAGADNIENIA

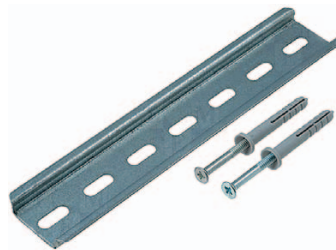
- Rodzaje układów sterowania
- Rodzaje urządzeń i aparatury sterowniczej
- Funkcja urządzeń i aparatury sterowniczej
- Rodzaje obwodów w sterowaniu
- Funkcje obwodów w sterowaniu

Układy sterowania można podzielić na dwie grupy:

- sterowanie procesami łączeniowymi,
- sterowanie pracą urządzenia.

Sterowanie procesami łączeniowymi

Sterowanie procesami łączeniowymi realizuje się za pomocą styczników i przekaźników, które mocuje się zatrzaskowo na szynach TH35 (inne oznaczenie DIN), jak pokazano to na rysunku 8.17, lub – w obwodach wysokoprądowych dużych mocy – za pomocą śrub do ścianki rozdzielnic. Dodatkowo w procesach łączeniowych konieczne jest stosowanie różnego rodzaju przycisków, łączników, lampek i kontrolerek, które mocuje się na przednich obudowach skrzyń rozdzielczych. Producenci wprowadzają na rynek takie ich wersje, aby był możliwy montaż tych urządzeń na szynie TH35.



Rys. 8.17. Szyna TH35 (inne oznaczenie DIN)

Styczniki (rys. 8.18) mają za zadanie łączyć odbiorniki elektryczne dużych mocy w sposób pośredni, tzn. obsługa za pomocą przycisków sterowniczych uruchamia procesy łączeniowe, w których wyniku zadziała stycznik. Zadziałanie stycznika polega na podaniu napięcia na cewkę elektromagnesu, aby przyciągnął on kotwicę wraz z zestykami ruchomymi, które łączą się z zestykami nieruchomymi. W ten sposób styki główne łączą się i podają zasilanie do sterowanego odbiornika, np. silnika. Obwód zasilania odbiornika sterowanego przez styki główne stycznika nazywamy **obwodem głównym**. **Zadaniem obwodu głównego jest włączenie sterowanego odbiornika.**



Rys. 8.18. Styczniki

Z kotwicą są także połączone zestyki ruchome styków pomocniczych. Styki pomocnicze po zadziałaniu stycznika mogą się otwierać (nazywamy je NC) lub zamykać (nazywamy je NO). Styki pomocnicze są wykorzystywane w sterowaniu urządzenia i łączy się je z przekaźnikami, przyciskami, przełącznikami, lampkami oraz zaciskami cewek elektromagnesu styczników. Układ ten nazywamy **układem sterowania**. **Zadaniem układu sterowania jest włączanie i wyłączenie stycznika lub styczników według określonego sposobu – algorytmu.**

Podsumujmy – w styczniku są następujące grupy zacisków:

- zaciski styków głównych;
- zaciski styków cewki elektromagnesu – zasilające;
- zaciski styków pomocniczych.

Zaciski główne styków są oznaczane parami:

1/L1 – 2/T1, 3/L1 – 4/T2, 5/L1 – 6/T3, 7/N – 8/N

Nie wszyscy producenci oznaczają zaciski literowo i alfanumerycznie. Nieraz stosuje się oznaczenia tylko numeryczne, a nieraz tylko literowe (rys. 8.2).

Zaciski cewki elektromagnesu oznacza się: **A1 – A2**

Zaciski styków pomocniczych oznacza się następująco: **NC 1–2 NO 3–4**, przy czym z przodu dodaje się cyfrę porządkową, która określa numer pary styków pomocniczych, np.:

- 13 – 14** styki NO para pierwsza;
- 21 – 22** styki NC para druga;
- 33 – 34** styki NO para trzecia;
- 41 – 42** styki NO para czwarta;
- 53 – 54** styki NC para piąta.

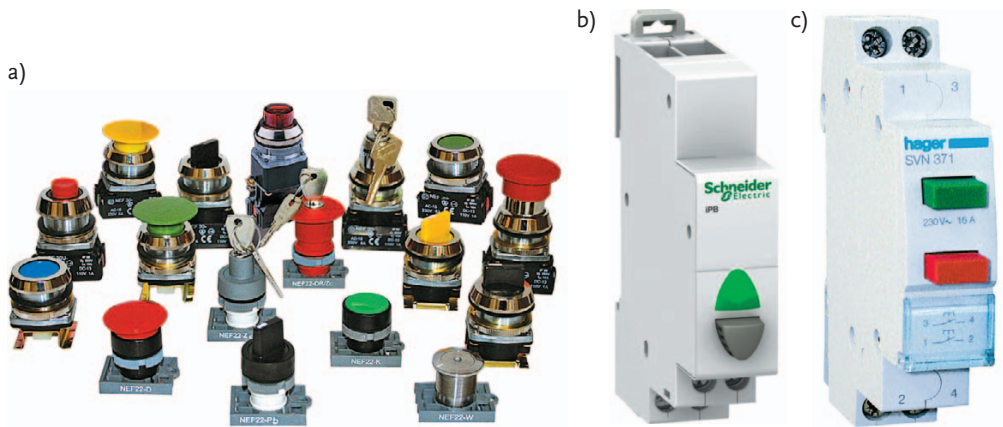
Przewody obwodu głównego zasilające od strony sieci należy podłączać do zacisków 1/L1, 3/L2, 5/L, natomiast przewody od strony odbiornika – do zacisków 2/T1, 4/T2, 6/T3. Przewody te stanowią obwód główny silnoprądowy, więc przekrój przewodów powinien być dobrany do prądu obciążenia. W obwodzie głównym należy także umieścić odpowiednie zabezpieczenia sterowanego urządzenia, takie jak wyłączniki nadmiarowo-prądowe, przekaźniki zabezpieczające, układy rozruchowe.

Przewody w obwodzie sterowania nie są zbyt obciążone, ponieważ głównym odbiornikiem są cewki elektromagnesów styczników oraz przekaźników. Prądy tam płynące są rzędu kilku amperów. Mimo to zaleca się jednak, aby ten obwód był zabezpieczony przeciwzwarciowo i przeciwprzeciążeniowo. Zabezpieczeniem tym jest zazwyczaj wyłącznik nadmiarowo-prądowy B6 lub bezpiecznik z wkładką topikową 6 A.

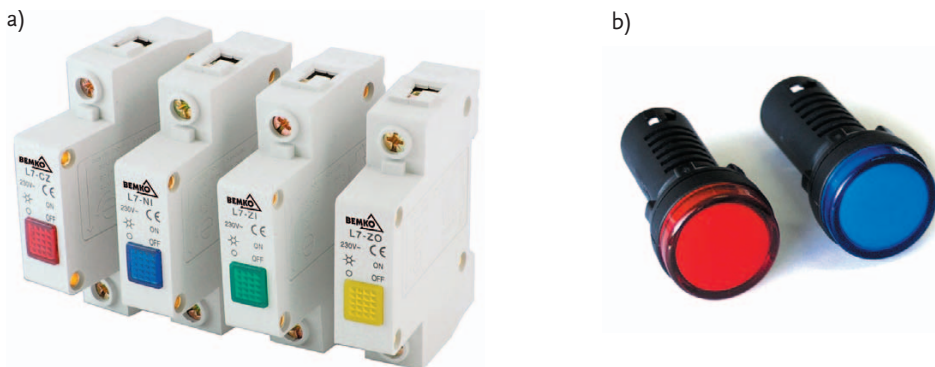
W obwodzie sterowania są umiejscowione przyciski i przełączniki, których zadaniem jest uruchamianie odpowiednich procesów łączeniowych zgodnie z algorytmem, a w konsekwencji – włączenie sterowanego urządzenia (rys. 8.19). Przyciski są wyposażone, podobnie jak styczniki, w styki NO i NC. Zazwyczaj są one oznaczane numerycznie, tak samo jak w stycznikach. U niektórych producentów oznaczenia są jednak inne; należy wtedy posiłkować się schematami wyłoczonymi na tylnej części maszyn lub instrukcją. Dodatkowo przyciski i przełączniki dzieli się na:

- **monostabilne** – jedno położenie stabilne, po naciśnięciu, przekręceniu itp., a następnie po zwolnieniu wracają do stanu początkowego;
- **bistabilne** – dwa położenia stabilne, za każdym razem należy uruchomić łącznik, aby zmienić stan jego styków.

Lampki sygnalizacyjne zaś informują o rodzaju aktualnej pracy urządzenia (rys. 8.20).



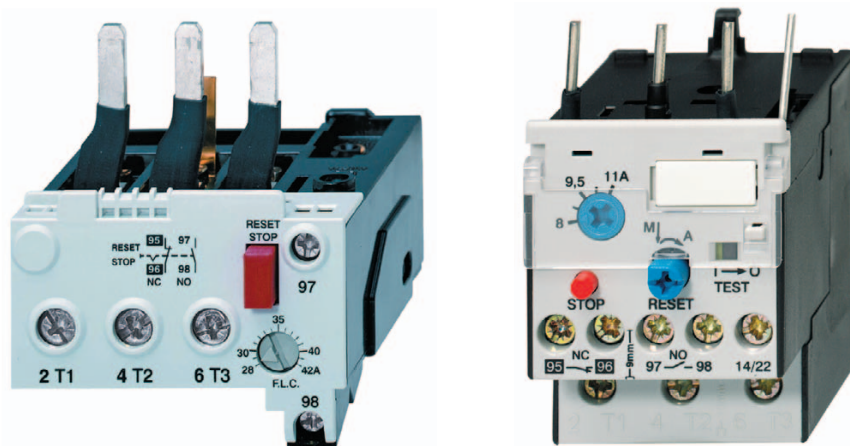
Rys. 8.19. Przyciski, przełączniki sterownicze: a) na obudowę, b) i c) na szynę TH35 (DIN)



Rys. 8.20. Lampki sygnalizacyjne: a) na szynę TH35 (DIN), b) na obudowę



Rys. 8.21. Przekazniki czasowe z opóźnionym załączeniem i opóźnionym wyłączeniem



Rys. 8.22. Przekazniki termiczne

Ostatnią grupę w obwodzie sterowania stanowią przekazniki. Są to przeważnie:

- przekazniki czasowe z opóźnionym załączeniem i opóźnionym wyłączeniem (rys. 6.5);
- przekazniki termiczne (rys. 8.22).

Podczas montażu obwodu sterowania zaleca się stosowanie następującej kolorystyki przewodów:

- czarny – obwody głównego prądu zmiennego;
- **czzerwony** – obwody sterowania w układach prądu zmiennego;
- **ciemnoniebieski** – obwody sterowania w obwodach prądu stałego;
- **pomarańczowy** – obwody blokad – zasilane z zewnętrznych źródeł;
- **jasnoniebieski** – przewód neutralny;
- **żółto-zielony** – przewód ochronny PE.

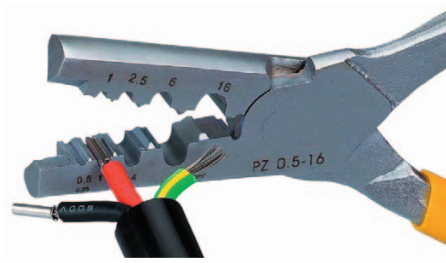
Isolację przewodów stosowanych zarówno do montażu obwodów głównych, jak i sterowania na ich końcach ściąga się za pomocą ściągaczy izolacji (rys. 8.23). Linki LY należy zabrać tulejkami zaciskowymi przy użyciu zaciskacza (rys. 8.24), natomiast przewody DY można stosować bezpośrednio pod zaciski śrubowe. Pod jeden zacisk nie powinno się łączyć więcej niż dwóch przewodów.



Rys. 8.23. Ściągacze izolacji



Rys. 8.24. Tulejki do przewodów LY

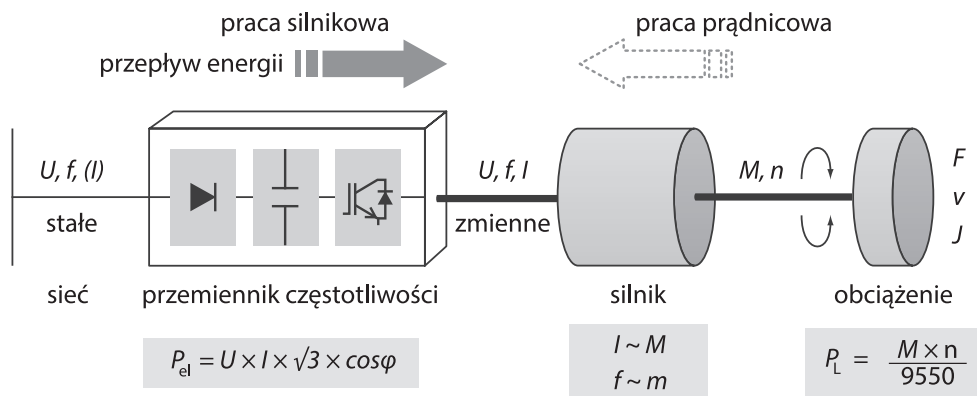


Sterowanie pracą urządzenia

Sterowanie pracą urządzenia w przypadku silników dzieli się na:

- regulację prędkości obrotowej;
- przeprowadzenie rozruchu.

Regulacja prędkości obrotowej oraz rozruch silnika w nowoczesnych układach odbywają się za pomocą układu przekształtnikowego, który jest zaprogramowany na różne warianty pracy. Jest to zazwyczaj urządzenie zamknięte, do którego nie ma dostępu obsługa, tylko wyspecjalizowany serwis. W związku z tym umieszcza się je w oddzielnej rozdzielni. Najczęściej sterowanie prędkością obrotową przeprowadza się za pomocą elektronicznych układów, które zmieniają częstotliwość napięcia zasilającego silnik – nazywamy je przełącznikami częstotliwości (rys. 8.25 i 8.26).



Rys. 8.25. Schemat blokowy przełącznika częstotliwości



Rys. 8.26. Przeziennik częstotliwości

Przezienniki częstotliwości umożliwiają zmienną, bezstopniową regulację prędkości obrotowej silników.

Przeziennik częstotliwości przekształca trójfazowe (bądź jednofazowe) zmienne napięcie sieciowe o stałej częstotliwości w napięcie stałe. Napięcie stałe służy do wytworzenia, na potrzeby regulacji prędkości silnika, trójfazowego napięcia o zmiennej wartości i zmiennej częstotliwości.

Do samego rozruchu silników stosuje się także rozruszniki elektroniczne, tzw. softstartery (łagodny rozruch silników elektrycznych) – rysunek 8.27. Wykorzystanie energoelektronicznych układów łagodnego rozruchu to jeden ze sposobów ograniczenia oddziaływania silnika na sieć zasilającą. Bezpośrednie włączenie silnika do sieci skutkuje powstaniem dużych prądów rozruchowych, które niekorzystnie oddziałują na sieć zasilającą. Dodatkowo przy takim sposobie rozruchu silnika występują udary mechaniczne, które przyczyniają się do szybszego zużycia niektórych elementów w układzie napędzanym przez silnik. Zastosowanie softstartera ogranicza te zjawiska, dzięki czemu wydłuża się żywotność urządzeń oraz obniża koszty ich eksploatacji.



Rys. 8.27. Softstartery

Zarówno przemienniki częstotliwości, jak i softstartery to urządzenia na tyle skomplikowane, że przed podłączeniem ich do silnika należy bardzo dokładnie zapoznać się z ich dokumentacją techniczną podaną przez producenta. Nie jest więc możliwe określenie zasad wspólnych dla tej grupy urządzeń, ponieważ poszczególne urządzenia różnią się między sobą.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jak dzieli się sterowanie urządzeń elektrycznych?
2. Jakie obwody elektryczne wyróżnia się w sterowaniu?
3. Za pomocą jakich aparatów przeprowadza się sterowanie?
4. W których obwodach występują poszczególne urządzenia sterujące?
5. Jakie zasady obowiązują podczas montażu obwodów sterowania?
6. Jaką funkcję pełnią poszczególne urządzenia w obwodach sterowania?

8.3

Zabezpieczenia maszyn i urządzeń elektrycznych

ZAGADNIENIA

- Rodzaje urządzeń zabezpieczających w instalacjach niskiego napięcia powszechnego użytku
- Schematy zabezpieczeń w instalacjach niskiego napięcia powszechnego użytku
- Rodzaje urządzeń zabezpieczających w instalacjach niskiego napięcia z silnikami
- Schematy zabezpieczeń
- Zasada działania urządzeń zabezpieczających

Ze względu na sposób doboru oraz stosowane urządzenia zabezpieczenia dzieli się na:

- zabezpieczenia instalacji niskiego napięcia powszechnego użytku;
- zabezpieczenia silników.

Rodzaje urządzeń zabezpieczających w instalacjach niskiego napięcia powszechnego użytku

W instalacjach powszechnego użytku stosuje się odpowiednie urządzenia w celu eliminacji zagrożeń – szczegółowe zestawienie urządzeń zabezpieczających oraz zagrożeń, jakie one eliminują, podano w tabeli 8.1.

Tabela 8.1. Rodzaje urządzeń zabezpieczających oraz eliminowane przez nie zagrożenia

Urządzenie zabezpieczające	Rodzaj eliminowanego zagrożenia
bezpiecznik topikowy	<ul style="list-style-type: none"> • zwarcie • przeciążenie • porażenie prądem elektrycznym
wyłącznik nadmiarowo-prądowy	<ul style="list-style-type: none"> • zwarcie • przeciążenie • porażenie prądem elektrycznym
wyłącznik różnicowo-prądowy	<ul style="list-style-type: none"> • porażenie prądem elektrycznym
ogranicznik przepięć	<ul style="list-style-type: none"> • przepięcie

Z tabeli 8.2 wynika, że zarówno bezpieczniki topikowe (rys. 8.28), jak i wyłączniki nadmiarowo-prądowe spełniają te same funkcje zabezpieczeniowe i mogą być stosowane zamiennie. Różnicą między nimi jest to, że bezpiecznik jest jednorazowego użytku i ma inny czas działania niż wyłącznik nadmiarowo-prądowy, który zazwyczaj działa wolniej.

8.5

Narzędzia do montażu maszyn i urządzeń

ZAGADNIENIA

- Podział narzędzi na podstawowe grupy
- Przeznaczenie narzędzi

Poniżej przedstawiono grupy narzędzi stosowane w montażu maszyn i urządzeń elektrycznych.

Wkrętaki – służą do dokręcania, odkręcania wkrętów (rys. 8.61, rys. 8.63). Ze względu na rodzaj końcówki wkrętaki dzieli się na:

- płaskie,
- płaskie chronione,
- Pozidriv,
- Phillips (krzyżak),
- Torx,
- Torx TR,
- Torx Plus,
- XZN,
- sześciokątne zewnętrzne,
- sześciokątne wewnętrzne (Imbus),
- kwadratowe (Robertson),
- Torq-Set,
- Tri-Wing,
- Spanner.



Rys. 8.62. Wkrętaki

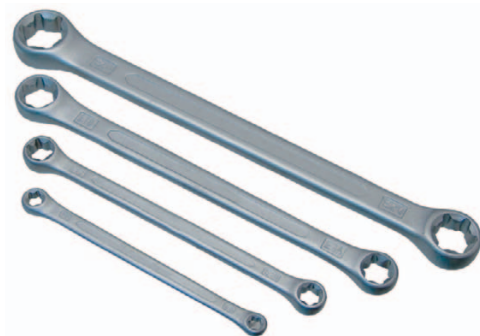


Rys. 8.63. Rodzaje końcówek wkrętek

Klucze – służą do dokręcania lub odkręcania śrub (rys. 8.50). Podstawowe rodzaje kluczy:

- płaskie otwarte,
- półotwarte,
- oczkowe,
- nasadowe,
- dynamometryczne.

Oczkowe



Płaskie otwarte



Oczkowo-płaskie



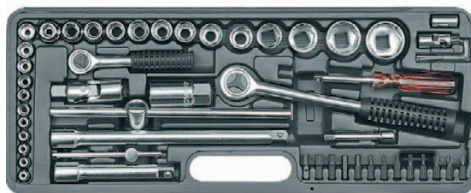
Półotwarte



Dynamometryczny



Nasadowe



Rys. 8.64. Klucze

Szczypce – służą do przycinania przewodów, a także innych prac związanych z ich układaniem (rys. 8.65-8.69). Podstawowe rodzaje szczypiec:

- uniwersalne (tzw. kombinerki),
- boczne płaskie,
- boczne okrągłe,
- boczne półokrągłe.



Rys. 8.65. Szczypce boczne tnące



Rys. 8.66. Szczypce boczne okrągłe



Rys. 8.67. Szczypce boczne płaskie



Rys. 8.68. Szczypce boczne półokrągłe



Rys. 8.69. Szczypce uniwersalne



Ściągacze izolacji – służą do ściągania izolacji z przewodów (rys. 8.70).



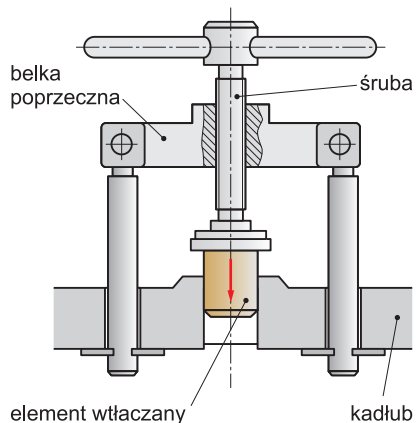
Rys. 8.70. Ściągacze izolacji

Zaciskarki do końcówek (konektorów) – służą do zaciskania tulejek na przewodach typ LY (rys. 8.71).



Rys. 8.71. Przykłady zaciskarek

Ściągacze łożysk – służą do demontażu łożysk (rys. 8.72).



Rys. 8.72. Ściągacz do łożysk

Narzędzia do montażu łożysk – do montażu łożysk na zimno stosuje się tzw. zestawy montażowe, w skład których wchodzi (rys. 8.73):

- pierścienie udarowe,
- tuleje udarowe,
- młotek bezodrzutowy.



Rys. 8.73. Przykładowe zestawy montażowe do łożysk

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień podstawowe grupy narzędzi stosowane do montażu maszyn i urządzeń elektrycznych.
2. Podaj przeznaczenie poszczególnych narzędzi.

8.6

Zasady montażu maszyn i urządzeń elektrycznych

ZAGADNIENIA

- Pojęcie proces montażu
- Zasady montażu maszyn i urządzeń elektrycznych

Procesem montażu nazywamy całokształt operacji wykonywanych w określonej kolejności służącej ustaleniu wzajemnego położenia gotowych części oraz ich łączenia i mocowania w celu uzyskania podzespołów, zespołów lub mechanizmów, a następnie – całej maszyny.

W procesie montażu uwzględnia się właściwości obróbki mechanicznej współpracujących części, dokładność ich wykonania, wymaganą dokładność łączenia w podzespoły i zespoły oraz wymagania jakościowe dotyczące całego wyrobu. W zależności od sposobów uzyskiwania żądanych wymiarów, w trakcie składania kilku części, montaż może odbywać się zgodnie z zasadą:

- całkowitej zamienności,
- częściowej zamienności,
- selekcji,
- dopasowywania,
- regulowania.

Montaż według zasady całkowitej zamienności polega na montażu części składowych wykonanych bardzo dokładnie, czyli o bardzo wąskich tolerancjach wymiaru. Podczas montażu dowolnych części zawsze osiąga się wymaganą dokładność, bez konieczności dopasowywania lub doboru części. Wymiar montażowy uzyskuje się zawsze w granicach założonej tolerancji. W razie niewielkiej tolerancji wymiaru montażowego tolerancje poszczególnych części, wchodzących w skład łańcucha wymiarowego, muszą być mniejsze, tak aby ich suma równała się tolerancji wymiaru montażowego. Montaż według zasady całkowitej zamienności jest stosowany w produkcji masowej i seryjnej.

Stosowanie tej zasady montażu ma duże znaczenie podczas wymiany części w trakcie napraw, skraca ich trwanie, gdyż eliminuje czynność dopasowywania części. Taki montaż jest bardzo prosty i przebiega zawsze w tym samym czasie.

Montaż według zasady częściowej zamienności polega na montażu części składowych o większej tolerancji wymiarowej, co obniża koszt wykonania części. W praktyce większość części ma wymiary rzeczywiste pośrednie między wymiarem granicznym górnym a dolnym. Liczba części o wymiarach granicznych nie przekracza ułamka procenta. Metoda ta jest bardziej ekonomiczna od poprzedniej, ale nie we wszystkich przypadkach osiąga się przy jej stosowaniu żądaną dokładność montażu.

Montaż według zasady selekcji polega na podziale obrobionych części, stanowiących zespół, według ich rzeczywistych wymiarów. Części segreguje się na grupy w granicach wąskich tolerancji i oznakowuje się każdą grupę, a następnie dobiera do montażu według ich odchyłek wymiarowych. Ta metoda jest szeroko stosowana w produkcji. Koszt wykonania

części jest niższy, ale pomiary, grupowanie i oznakowanie części powodują powstanie dodatkowych kosztów. Operacje związane z tą metodą są przy tym bardzo pracochłonne. Podczas montażu zwraca się uwagę na oznakowanie części, żeby nie pomylić grup wymiarowych, które oznacza się przeważnie symbolami literowymi lub kolorami.

Montaż według zasady dopasowywania polega na tym, że wymaganą dokładność wymiaru montażowego uzyskuje się dzięki dopasowaniu jednej z części składowych przez obróbkę jej powierzchni w czasie montażu, czyli zastosowanie tzw. kompensacji technologicznej. Zaletą tej zasady jest możliwość wykonania części składowych o dużych tolerancjach, lecz samo dopasowywanie części stanowi kosztowną operację – co jest wadą. Tę zasadę stosuje się w produkcji jednostkowej i ewentualnie małoseryjnej.

Montaż według zasady regulowania (kompensacji) polega na tym, że wymaganą dokładność wymiaru montażowego uzyskuje się przez dodanie do łańcucha wymiarowego elementu wyrównawczego, czyli tzw. części kompensacyjnej w postaci tulejki, podkładki, lub przez zmianę położenia w łańcuchu wymiarowym jednej określonej części, czyli przez zastosowanie regulowanego elementu wyrównawczego.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co to jest montaż?
2. Jakie są zasady montażu?
3. Czym charakteryzują się opisane zasady montażu?

IX. Inne urządzenia elektryczne

- Urządzenia elektrotermiczne
- Konserwacja urządzeń elektrotermicznych
- Urządzenia do kompensacji mocy biernej
- Konserwacja baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej
- Zespoły prądowórcze
- Konserwacja zespołów prądowórczych
- Zasilacze bezprzewodowe – UPS
- Konserwacja układów zasilania gwarantowanego z zasilaczami UPS
- Akumulatory – baterie stacjonarne
- Konserwacja urządzeń prostownikowych i akumulatorów
- Urządzenia oświetleniowe
- Konserwacja urządzeń oświetleniowych
- Elektronarzędzia
- Konserwacja elektronarzędzi
- Urządzenia fotowoltaiczne
- Konserwacja urządzeń fotowoltaicznych
- Odbiorniki elektryczne gospodarstw domowych
- Konserwacja odbiorników elektrycznych gospodarstw domowych (sprzętu AGD)
- Urządzenia energoelektroniczne
- Konserwacja urządzeń energoelektronicznych
- Urządzenia przeznaczone do pracy w strefach zagrożonych wybuchem
- Konserwacja maszyn i urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem
- Konserwacja urządzeń dźwigowych
- Przewody i kable elektroenergetyczne

9.1

Urządzenia elektrotermiczne

ZAGADNIENIA

- Rodzaje urządzeń elektrotermicznych
- Przeznaczenie urządzeń elektrotermicznych
- Budowa i zasada działania urządzeń elektrotermicznych

Urządzenia elektrotermiczne to elektryczne urządzenia grzejne przeznaczone do przekształcania energii elektrycznej w ciepło, a następnie – do wykorzystania go w procesach grzejnych.

Urządzenia elektrotermiczne składają się z następujących elementów:

- grzejnego – podstawowy element urządzeń elektrotermicznych przekształcający energię elektryczną w ciepło;
- zasilającego;
- sygnalizacyjno-pomiarowego;
- regulacyjnego;
- dodatkowego wyposażenia elektrycznego i nieelektrycznego usprawniającego pracę urządzenia (np. człony studzące, dogrzewające płomieniowo, rekuperacji ciepła i inne).

Urządzenia elektrotermiczne mogą wchodzić w skład innych urządzeń lub pracować samodzielnie (autonomicznie).

Ze względu na metodę grzania (elektrotermiczną) rozróżnia się następujące rodzaje urządzeń elektrotermicznych:

- rezystancyjne (oporowe) – patrz: s. 287;
- promiennikowe – patrz: s. 287-288;
- elektrodowe – patrz: s. 289;
- łukowe – patrz: s. 289;
- indukcyjne – patrz: s. 289-290;
- elektronowe – ich zasada działania polega na powstawaniu ciepła w wyniku pochłaniania przez wsad energii kinetycznej wiązki elektronowej, która jest przyspieszana w polu elektrycznym;
- pojemnościowe – ich zasada działania jest związana z efektami polaryzacji i przewodnictwa w ośrodkach dielektrycznych i półprzewodnikowych, do których energia elektromagnetyczna wielkiej częstotliwości jest doprowadzana za pośrednictwem elektrod;
- plazmowe – ich zasada działania polega na wykorzystaniu energii strumienia plazmy niskotemperaturowej;
- mikrofalowe – ich zasada działania jest związana z efektem polaryzacji w ośrodkach dielektrycznych i półprzewodnikowych, do których energia elektromagnetyczna wielkiej częstotliwości jest doprowadzana falowodem;
- fotonowe (laserowe) – ich zasada działania polega na pochłanianiu promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez lasery, których aktywne ośrodki są wzbudzone kosztem energii elektrycznej;

- jarzeniowe (jonowe) – ich zasada działania polega na wykorzystaniu niskociśnieniowego anormalnego wyładowania jarzeniowego jako źródła ciepła oraz aktywatora procesów fizycznych i chemicznych podczas wytwarzania i modyfikacji warstw wierzchnich;
- ultradźwiękowe – ich zasada działania polega na wykorzystaniu zamienianych na ciepło drgań mechanicznych powstających w wyniku absorpcji energii ultradźwiękowej.

Urządzenia rezystancyjne, promiennikowe, elektrodowe, łukowe i indukcyjne opisano poniżej i na następujących stronach.

Nagrzewanie rezystancyjne (oporowe)

Nagrzewanie rezystancyjne (oporowe) to najbardziej rozpowszechniona metoda elektrotermiczna, która polega na wykorzystaniu efektu Joule'a – podczas przepływu prądu elektrycznego przez element grzejny wydziela się ciepło.

W nagrzewaniu rezystancyjnym wykorzystuje się prąd przewodzenia, czyli przemieszczanie się elektronów swobodnych w ośrodku przewodzącym pod wpływem pola elektrycznego (rys. 9.1). Wyróżnia się przede wszystkim układy zasilane prądem o częstotliwości sieciowej oraz prądem stałym. Możliwa jest też praca przy większych częstotliwościach.

Stosuje się dwie metody nagrzewania oporowego:

1. **Nagrzewanie bezpośrednie** – wykorzystuje nagrzewanie materiału (wsadu), przez który (bezpośrednio) przepływa prąd elektryczny. Elementem grzejnym jest w tej metodzie wsad. Metodę tę stosuje się do nagrzewania prętów, walców i taśm.
2. **Nagrzewanie pośrednie** – częściej stosowane niż bezpośrednie, wykorzystuje ciepło wytwarzane w elementach grzejnych, które przenosi się do odbiornika ciepła (obszaru, który chcemy ogrzać). Podstawowe materiały stosowane do wykonywania elementów grzejnych to:
 - stopy rezystancyjne (np. stopy ferrochromalowe);
 - metale wysokotopliwe (np. wolfram, molibden);
 - materiały niemetalowe (np. karborund, grafit).



Rys. 9.1. Piec akumulacyjny typ DOA/3.02

Nagrzewanie promiennikowe

Nagrzewanie promiennikowe jest oparte na zjawisku promieniowania temperaturowego i luminescencyjnego emitowanego przez specjalne źródło promieniowania, głównie w podczerwieni, ale również w nadfiolecie i świetle widzialnym (rys. 9.2).

Podczas nagrzewania promiennikowego energia cieplna przemienia się w energię promienistą pochłanianą przez ciało nagrzewane, w którym zamienia się z powrotem w energię

cieplną. Wadą tej metody jest znaczne pochłanianie energii przez zewnętrzną warstwę materiału, który jest nagrzewamy. Dlatego sprawdza się ona najlepiej podczas nagrzewania cienkich warstw, np. w trakcie suszenia lakieru.

Do nagrzewania promiennikowego stosuje się tzw. **promienniki**. Promienniki składają się z elementów emitujących promieniowanie i nim kierujących.



Rys. 9.2. Promiennik podczerwieni

Urządzenia promiennikowe dzieli się na;

- **atmosferyczne** – wyposażone w promienniki, np. nagrzewnice, suszarki, piece;
- **próżniowe** – stosowane m.in. podczas obróbki cieplnej metali i oczyszczania próżniowego metali.



Rys. 9.3. Kocioł elektrodowy

Nagrzewanie elektrodowe

Nagrzewanie elektrodowe polega na wytwarzaniu ciepła podczas przepływu prądu elektrycznego przez ośrodek ciekły (elektrolit), który jest połączony ze źródłem energii za pośrednictwem elektrod (rys. 9.3). Celem nagrzewania elektrodowego jest bezpośrednie dostarczenie energii do ośrodka ciekłego lub do ciał w nim zanurzonych.

Ośrodkami grzejnymi są: woda, roztwory wodne, roztopione sole, szkła i elektrolity. Do zasilania tych urządzeń stosuje się napięcie przemienne 50 Hz lub napięcie stałe.

Małe kotły grzewcze stosuje się do ogrzewania domów i pomieszczeń. Są to urządzenia o mocach 15–1000 kW. Kotły średnie wykorzystuje się do obróbki cieplnej metali; i mają moce rzędu kilku MW. Natomiast kotły duże, o mocach rzędu kilkudziesięciu MW, stosuje się np. do wytopu szkła.

Nagrzewanie łukowe

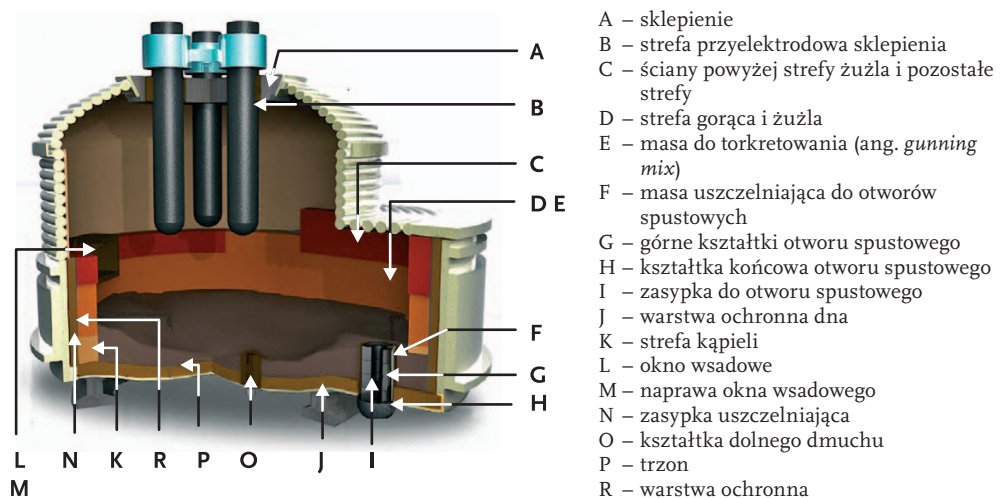
Nagrzewanie łukowe polega na wykorzystaniu efektu Joule'a w gazach dopływających swobodnie do przestrzeni wyładowczej.

Urządzenia łukowe dzieli się na dwa rodzaje:

- **pośrednie**, w których łuk elektryczny płonie pomiędzy elektrodami w pewnej odległości od wsadu; ciepło na wsad przenosi się głównie przez promieniowanie;
- **bezpośrednie**, w których łuk płonie pomiędzy elektrodami a wsadem; ciepło na wsad przenosi się bezpośrednio za pośrednictwem łuku; wsad stanowi jedną z elektrod.

Nagrzewanie łukowe, ze względu na wysoką temperaturę wyładowania łukowego (5000–6000 K), stosuje się w procesach wymagających topienia metali, materiałów trudno-topliwych oraz w procesach chemicznych wymagających wysokich temperatur (rys. 9.4).

Moce pieców łukowych osiągają wartości kilkudziesięciu MW.



Rys. 9.4. Łukowy piec elektryczny chłodzony wodą z dolnym spustem

Nagrzewanie indukcyjne

Nagrzewanie indukcyjne polega na wytwarzaniu ciepła podczas przepływu prądów wirowych wywołanych zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej w elementach sprzężonych magnetycznie (rys. 9.5).

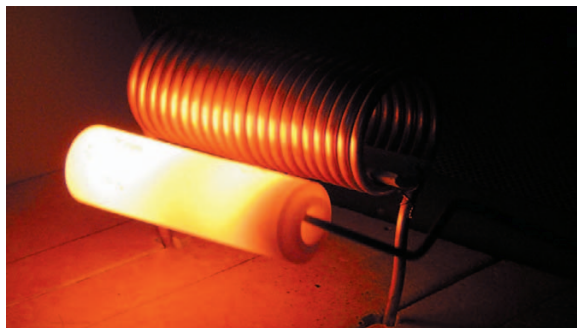
Podczas nagrzewania indukcyjnego jest wykorzystywana właściwość pola magnetycznego polegająca na przekazywaniu energii bez bezpośredniego kontaktu.

Nagrzewanie indukcyjne może być:

- **bezpośrednie** – ciepło wydziela się bezpośrednio we wsadzie;
- **pośrednie** – ciepło z tygła przewodzącego jest przekazywane do materiału znajdującego się w tyglu.

Nagrzewanie indukcyjne stosujemy do:

- topienia stali i metali kolorowych;
- podgrzewania, wyżarzania, hartowania.



Rys. 9.5. Nagrzewnica indukcyjna bezkontaktowa

Moc urządzeń indukcyjnych dochodzi do kilkudziesięciu MW, a ich sprawność sięga 70%.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Do czego służy urządzenie elektrotermiczne?
2. Z jakich elementów składa się urządzenie elektrotermiczne?
3. Wymień rodzaje urządzeń elektrotermicznych.
4. Na czym polega zasada działania urządzenia rezystancyjnego?
5. Na czym polega zasada działania urządzenia elektrodowego?
6. Na czym polega zasada działania urządzenia łukowego?
7. Na czym polega zasada działania urządzenia indukcyjnego?

9.2

Konserwacja urządzeń elektrotermicznych

ZAGADNIENIA

- Zasady eksploatacji urządzeń elektrotermicznych
- Oględziny i przeglądy urządzeń elektrotermicznych
- Zakres badań urządzeń elektrotermicznych

Zasady eksploatacji urządzeń elektrotermicznych

Ogólne zasady, które należy przestrzegać podczas eksploatacji urządzeń elektrotermicznych:

1. Dokumentacja techniczno-eksploatacyjna urządzeń elektrotermicznych powinna zawierać:
 - komplet dokumentacji fabrycznej;
 - dokumenty przyjęcia urządzeń do eksploatacji;
 - instrukcje eksploatacji urządzeń;
 - książki i raporty pracy urządzeń;
 - protokoły prób i pomiarów.
2. Osoba, która jest odpowiedzialna za dokumentację techniczno-eksploatacyjną, powinna ją na bieżąco uaktualniać.
3. Podstawę przyjęcia urządzenia elektrotermicznego do eksploatacji jest protokół przyjęcia zawierający potwierdzenie, że urządzenie nadaje się do użytku.

Oględziny, przeglądy i remonty urządzeń elektrotermicznych

Oględziny urządzeń elektrotermicznych przeprowadza się w czasie ruchu oraz w czasie postoju urządzeń, nie rzadziej niż raz na kwartał.

W czasie oględzin urządzeń podczas ruchu należy sprawdzić:

- stan ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej;
- wskazania aparatury kontrolno-pomiarowej;
- działanie i szczelność układu chłodzenia oraz temperaturę wody chłodzącej;
- temperaturę powierzchni obudowy i stan wymurówki;
- działanie aparatury sygnalizacyjnej, sterowniczej i zabezpieczającej;
- stan napędów, instalacji i torów wieloprądowych wraz z wyposażeniem;
- stan połączeń mechanicznych i elektrycznych;
- działanie urządzeń załadowniczych i wyładowniczych;
- stan układu z atmosferą ochronną i technologiczną;
- poziom hałasu i drgań;
- przestrzeganie programów pracy urządzeń elektrotermicznych;
- czystość urządzeń elektrotermicznych.

Wszystkie nieprawidłowości wykryte podczas oględzin należy usunąć lub poddać urządzenie dodatkowemu przeglądowi, który obejmuje:

- szczegółowe oględziny w zakresie wymienionych parametrów;
- sprawdzenie działania wszystkich podzespołów urządzenia elektrotermicznego, ze szczególnym uwzględnieniem elementów pracujących w wysokich temperaturach;
- badania stanu technicznego;
- wymianę zużytych części i usunięcie stwierdzonych uszkodzeń.

Po przeprowadzeniu przeglądu urządzenia elektrotermicznego może zostać podjęta decyzja o przekazaniu urządzenia do remontu lub o wycofaniu z eksploatacji.

Jeżeli uszkodzenie zagraża bezpieczeństwu obsługi lub otoczenia albo stwierdza się uszkodzenie lub zakłócenie uniemożliwiające eksploatację urządzeń elektrotermicznych, należy wstrzymać ich działanie.

Urządzenie należy wyłączyć z eksploatacji w następujących przypadkach:

- wzrost temperatury czynnika chłodzącego ponad wartość określoną w dokumentacji fabrycznej;
- uszkodzenie układu z atmosferą ochronną i technologiczną;
- uszkodzenie instalacji chłodzenia;
- uszkodzenie instalacji sterowania i automatycznej regulacji;
- nadmierne drgania i nadmierny poziom hałasu.

Zakres badań urządzeń elektrotermicznych

Urządzenia elektrotermiczne są urządzeniami przeznaczonymi do obróbki termicznej i topienia metali. Urządzenia te, w zależności od sposobu i zasad wytwarzania energii cieplnej, dzieli się na piece i nagrzewnice oporowe, piece łukowe i łukowo-oporowe, piece i nagrzewnice indukcyjne, piece elektrodowe oraz suszarki elektryczne.

W skład urządzeń elektrotermicznych, oprócz właściwego pieca (nagrzewnicy, suszarki), który przetwarza energię elektryczną na energię cieplną, wchodzi wiele urządzeń pomocniczych, dla których mają zastosowanie wymagania, warunki i sposób wykonywania pomiarów omówione w innych częściach podręcznika. W niniejszej części omówiono tylko te pomiary, które nie zostały uprzednio uwzględnione; mają one zastosowanie podczas badań okresowych w czasie eksploatacji urządzeń elektrotermicznych.

Zakres badań urządzeń elektrotermicznych:

- pomiar rezystancji izolacji obwodów sterowania, sygnalizacji i innych elementów;
- pomiar rezystancji izolacji napędu elektrycznego, stanowiącego wyposażenie urządzeń elektrotermicznych;
- pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora i dławika piecowego;
- pomiar poboru mocy elektrycznej (bez wsadu) i czasu nagrzewania dla pieców rezystancyjnych (oporowych) i indukcyjnych suszarek elektrycznych oraz nagrzewnic rezystancyjnych (oporowych).

Pomiar rezystancji izolacji obwodów sterowania, sygnalizacji i innych elementów

Warunki i sposób wykonywania pomiaru

Pomiary rezystancji izolacji obwodów sterowania, sygnalizacji i innych elementów należy wykonywać zgodnie z zasadami omówionymi w rozdziale podręcznika poświęconym instalacjom elektroenergetycznym.

Ocena wyników pomiaru

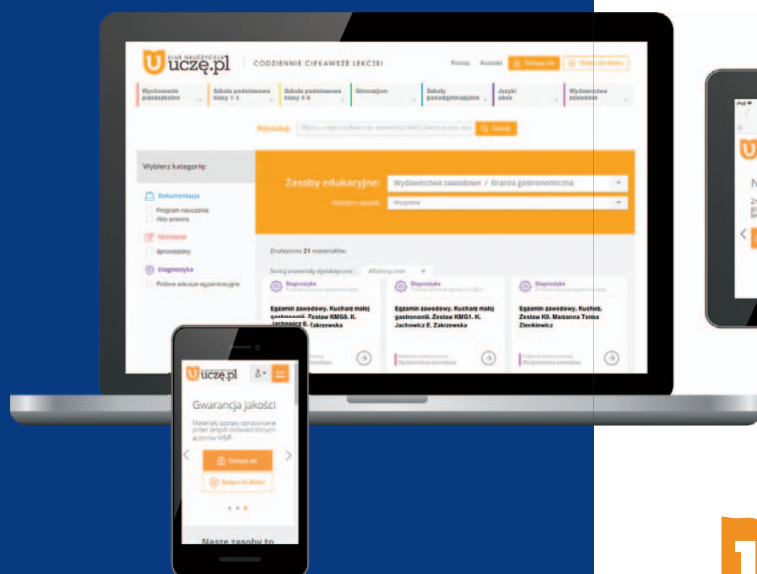
Wyniki pomiarów rezystancji izolacji mierzone miernikiem rezystancji izolacji (megaomomierz) o napięciu probierczym 1000 V powinny być dla instalacji i elementów do 1 kV nie mniejsze niż 1000 Ω na 1 V napięcia znamionowego, jeżeli tej wartości nie określił wytwórca pieców i nagrzewnic elektrycznych.

Klub Nauczyciela **uczę.pl** cenną pomocą dydaktyczną!



Co można znaleźć w Klubie Nauczyciela?

- podstawy programowe
- programy nauczania
- materiały metodyczne: rozkłady materiału, plany nauczania, plany wynikowe, scenariusze przykładowych lekcji
- materiały dydaktyczne i ćwiczeniowe
- klucze odpowiedzi do zeszytów ćwiczeń





System Certyfikacji Zawodowych WSiP

Profesjonalny i kompleksowy system kształcenia i certyfikacji
w obszarze uczenia się przez całe życie – *lifelong learning*.

Wyróżnij się zawodowo!

Kursy:

- zawodowe
- języków obcych zawodowych (angielski, niemiecki)
z różnych branż

Walidacja i certyfikacja kompetencji zawodowych

- Zawody wpisane do Międzynarodowego Standardu Klasyfikacji Zawodów ISCO
- Umiejętności zawodowe najbardziej poszukiwane na rynku pracy w Polsce i Europie
- Najpopularniejsze branże i zawody
- Profesjonalne materiały edukacyjne opracowane przez lidera rynku publikacji zawodowych w Polsce
- Sieć akredytowanych placówek szkoleniowych i egzaminacyjnych
- Akredytowani wykładowcy i egzaminatorzy

Więcej informacji na stronie www.certup.pl



WYDAWNICTWA
SZKOLNE
i PEDAGOGICZNE

wsip.pl | infolinia: 801 220 555 |