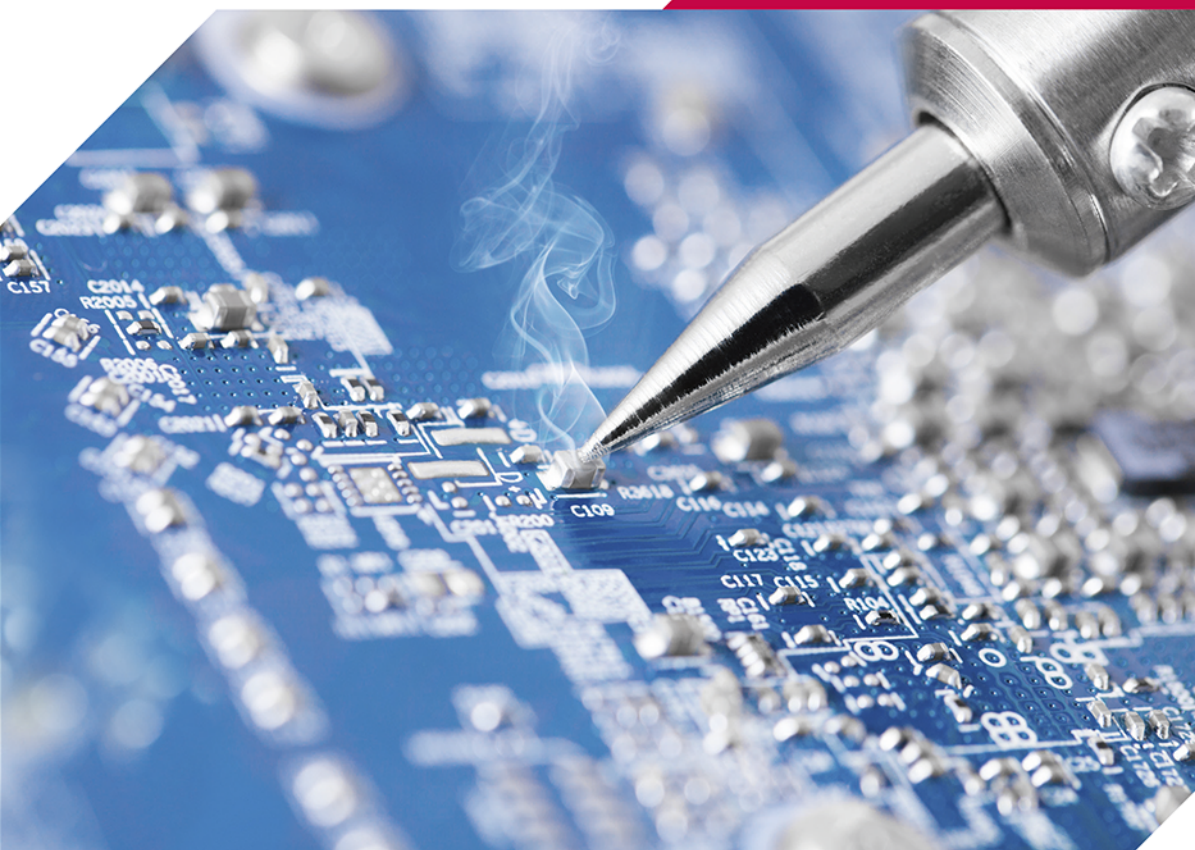


Witold Wrotek



Lutowanie

od podstaw

Helion 

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Helion SA dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Helion SA nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Małgorzata Kulik

Projekt okładki: Studio Gravite / Olsztyn

Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Grafika na okładce została wykorzystana za zgodą Shutterstock.com

Helion SA

ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE

tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/lutopo>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-283-6921-4

Copyright © Helion 2020

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
1 NARZĘDZIA I MATERIAŁY	21
1.1. Narzędzia	21
1.2. Materiały do lutowania	29
1.3. Cyna cynie nierówna	31
1.4. Materiały do izolowania	33
1.5. Jaka lutownica i do czego?	36
1.6. Grot do SMD	39
1.7. Omomierz	41
2 DOBRE PRAKTYKI	45
2.1. Co to jest elektryczność statyczna?	45
2.2. Jak dobrać grot do lutownicy?	48
2.3. Czym usunąć zanieczyszczenia z nagrzanego grota?	50
2.4. Czy można przywrócić poprawny kształt grota?	51
2.5. Groty z warstwą ochronną	54
2.6. Temperatura grota	55
2.7. Powtórne wykorzystanie elementów	58
3 PODSTAWY LUTOWANIA	59
3.1. Ustawienie elementów	60
3.2. Zapewnienie właściwego dystansu elementów	62
3.3. Rola topnika	64
3.4. Technika lutowania	66
3.5. 1... 2... 3... kulisty i błyszczący	68
3.6. Zimny lut i lut przegrzany	70
3.7. Oczyszczenie połączenia po lutowaniu	72

4	PRACE DOMOWE	75
4.1.	Podłączenie żyrandola	75
4.2.	Sznur z wtyczką	81
4.3.	Łączenie dwóch przewodów	83
4.4.	Lokalizacja przerw i zwarc w kablach	86
4.5.	Naprawa przerwanego kabla	87
4.6.	Mocowanie do złączy	89
5	DOSKONALENIE UMIEJĘTNOŚCI	91
5.1.	Siatka 10×10	92
5.2.	Jak chronić elementy elektroniczne przed przegrzaniem przy lutowaniu?	97
5.3.	Ludziki z elementów elektronicznych	99
5.4.	Lutowanie rezystorów	102
5.5.	Lutowanie pająków	105
5.6.	Łączenie baterii	107
6	ELEMENTY ELEKTRONICZNE	111
6.1.	Lutowanie elementów do płytek drukowanych	112
6.2.	Lutowanie do płytki wielowarstwowej	115
6.3.	Wlutowywanie kabli do płytki drukowanej	116
6.4.	Lutowanie podstawek pod elementy	119
6.5.	Lutowanie diody	121
6.6.	Lutowanie diody LED	125
6.7.	Lutowanie tranzystorów	128
6.8.	Lutowanie układów scalonych	130
7	NAPRAWY	135
7.1.	Jak za pomocą suszarki znaleźć miejsce przzerwania ścieżki?	136
7.2.	Lokalizacja przerw i zwarc	140
7.3.	Usuwanie zwarc pomiędzy ścieżkami	144
7.4.	Oczyszczanie punktów lutowniczych po zalaniu ich cyną	146
7.5.	Naprawa przerwanych ścieżek	149
7.6.	Dlaczego radio buczy, czyli brak masy	151
7.7.	Wylutowywanie	153
	SKOROWIDZ	157

1

NARZĘDZIA I MATERIAŁY

W książce skupię się na lutowaniu miękkim, czyli w temperaturze nieprzekraczającej 450°C, ograniczonym do elementów elektronicznych i elektrycznych. Lutowanie instalacji CO i CW, a także rynien odbywa się na podobnej zasadzie, ale wymaga stosowania bardziej wydajnych źródeł ciepła.



Do lutowania elementów elektronicznych wystarczy np. lutownica o mocy rzędu 25 – 50 W. W hydraulice i dekarstwie używane są lutownice elektryczne o mocach powyżej 200 W lub palniki gazowe.

1.1. Narzędzia

Lutowanie jest pracą, w której niezbędne są narzędzia. Wiele z nich znajduje się już w domu, a te, które warto dokupić, nie kosztują więcej niż kilkadziesiąt złotych.

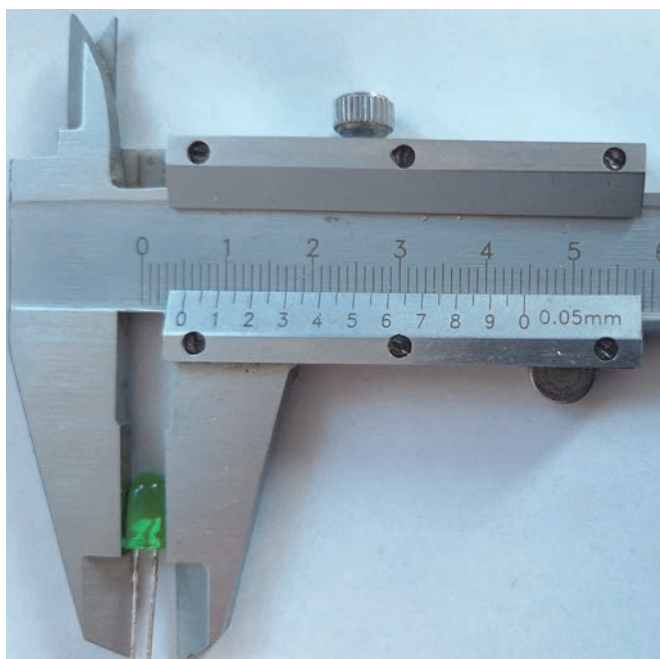
Podstawowym narzędziem jest lutownica. Szerzej kryteriami jej wyboru zajmę się w podrozdziale 1.5.

Montaż wymaga dokonywania pomiarów. W warsztacie przydają się **linijka** oraz suwmiarka. Pierwsza pomoże np. w zaznaczeniu, na jakiej długości z przewodu ma zostać zdjeta izolacja (rysunek 1.1). Jest to o tyle ważne, że przewód odizolowany na zbyt dużej odległości może powodować zwarcia. Do zaznaczania przyda się długopis lub cienki flamaster.



Rysunek 1.1. Odizolować przewód trzeba tylko na takiej długości, jaka jest niezbędna do wykonania połączenia

Suwmiarka (rysunek 1.2) służy do pomiaru średnic zewnętrznych i wewnętrznych. Pozwala np. dobrać oprawkę do elementu, wiertło, wkręt itp. Przydaje się też do prac montażowych czy wykonywania obudów.



Rysunek 1.2. Suwmiarka nie jest niezbędna do lutowania, ale oddaje nieocenione usługi podczas montowania układu do obudowy



Aby odczytać wynik pomiaru suwmiarką, należy znaleźć na obu skalach dwie kreski, które idealnie do siebie pasują. Korpus diody LED z rysunku 1.2 ma średnicę 5,24 mm.

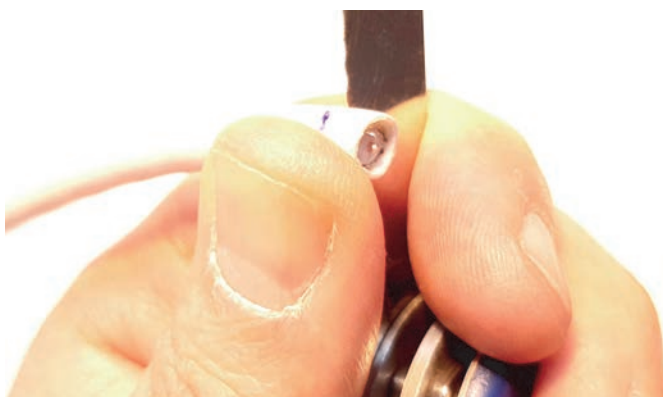


Do wykonywania połączeń używane są kable. Zazwyczaj są one w izolacji z tworzywa sztucznego. Przed lutowaniem należy ją usunąć. W przeciwnym razie będzie się topiła, paliła, dymiła i utrudniała lutowanie.



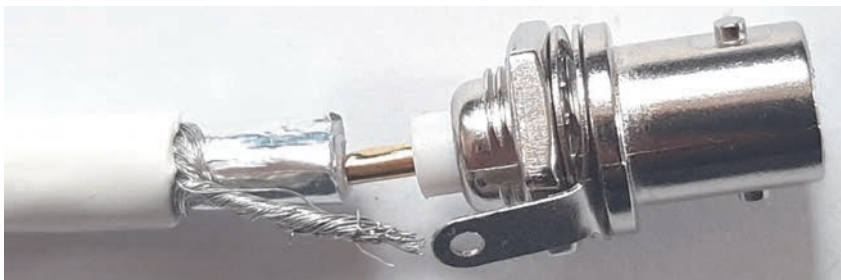
Izolacji nie należy nadtapiać lutownicą. Opary plastiku są szkodliwe.

Izolację można usunąć przy użyciu noża (rysunek 1.3). Jest to rozwiązanie najprostsze. Wystarczy przeciąć izolację, a następnie ściągnąć ją z kabla. Większym wyzwaniem jest odizolowanie przewodu, który ma kilka warstw lub środek wykonany z bardzo cienkich drucików. Jeżeli nie mamy wprawy w operowaniu nożem, można przeciąć kabel za głęboko albo skaleczyć się. Pierwsze operacje proponuję wykonywać wolno i np. opierając kabel na deseczce. Po nabraniu wprawy oraz wyczucia w nacisku na nóż można usuwać izolację na przykład w sposób pokazany na rysunku 1.3.



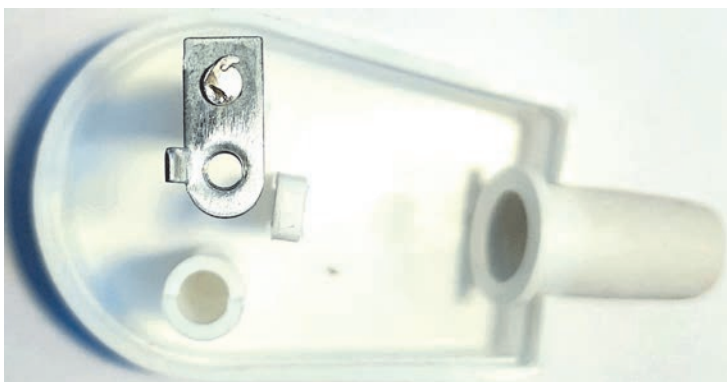
Rysunek 1.3. Usuwanie izolacji z kabla koncentrycznego

Miniaturyzacja w elektronice jest błogosławieństwem dla użytkowników. Dzięki niej w mikroskopijnej obudowie upakowane są urządzenia o olbrzymich możliwościach. Wysoki stopień miniaturyzacji jest również sporym wyzwaniem dla montażyстів. Muszą oni sprawić, by połączenia były właściwie poprowadzone, tzn. zarówno bez zwarć, jak i bez przerw. Oznacza to, że trzeba np. sprawdzić, czy żaden z drucików wchodzących w skład plecionki nie dotyka do żyły kabla (rysunek 1.4). Do tego celu można wykorzystać szkło powiększające lub omomierz.



Rysunek 1.4. Jeden cienki drucik ekranu dotykający do żyły kabla może spowodować zwarcie

Nie wszystkie połączenia elektryczne są lutowane. Nawet jeżeli oblutowany (pobielony) zostanie kabel, który ma zostać podłączony np. do wtyczki, to powierzchnia styków może być pokryta warstwą tlenków. Należy ją przetrzeć papierem ściernym i dopiero do tak przygotowanej powierzchni podłączyć kabel (rysunek 1.5).



Rysunek 1.5. Jasna powierzchnia styku, z której zostały usunięte tlenki



Papier ścierny powinien być o gradacji 100 lub drobniejszej. Oczyszczenie wymaga zaledwie kilku ruchów. Ma ono na celu usunięcie warstwy tlenków; nie może spowodować przerwania antykorozyjnego pokrycia galwanicznego. Jak to pogodzić? Usuwanie tlenków lepiej wykonywać wolniej i delikatniej, kontrolując stan powierzchni, niż szybkim ruchem spowodować rysy.

Elementy elektroniczne montowane w układach prototypowych mogą być lutowane bez skracania wyprowadzeń. Zazwyczaj nie przeszkadza to w działaniu układu. Wyjątkiem mogą być obwody pracujące w zakresie wysokich częstotliwości. Dłuższe wyprowadzenia będą wносить indukcyjności i pojemności pasożytnicze, które zaburzą pracę układu. Jeżeli nie ma takiego niebezpieczeństwa, lepiej jest nie skracać nóżek elementów. Można je będzie wylutować i wykorzystać w kolejnym projekcie.

Gdy docelowy układ zostanie zmontowany i uruchomiony, warto usunąć zbędne końcówki elementów, które wystają z punktów lutowniczych. Konstrukcja będzie mniejsza, a dodatkowo prawdopodobieństwo zwarcia zostanie obniżone. Do obcinania nóżek dobrze jest mieć tzw. **ostre** (nazwa ta może być trochę dziwna, ale gdy użyje się jej w sklepie z narzędziami, z pewnością otrzyma się to, co potrzebne), czyli małe nożyce do cięcia drutów z cienkimi końcówkami (rysunek 1.6).

Lutowanie jest połączeniem rozłącznym. Po podgrzaniu lut przechodzi w fazę płynną. Pozwala to na przerwanie połączenia. Tyle mówi teoria. Jak jednak wylutować układ scalony, który ma kilkadziesiąt nóżek (rysunek 1.7)? Można posługiwać się grotem, który ma kształt litery T i powoduje jednoczesne nagrzanie wielu punktów leżących wzdłuż tej samej linii. Wymaga to jednak lutownicy o odpowiednio dużej mocy.

Co zrobić, jeśli zajdzie potrzeba wylutowania przekaźnika, który ma wiele nóżek, ale nie o tak znormalizowanym rastrze jak układy scalone? Jest i na to sposób!

Lut trzeba rozgrzać, a następnie usunąć. Służą do tego dwa narzędzia: **odsysarka** oraz **plecionka miedziana**.



Rysunek 1.6. Cienkie zakończenia ułatwiają precyzyjne operowanie narzędziem



Rysunek 1.7. Żeby wylutować taką „stonogę”, trzeba jednocześnie podgrzać wszystkie wyprowadzenia

Odsysarka przypomina strzykawkę (rysunek 1.8). Jej końcówka jest odporna na temperaturę roztopionego lutu. Należy wciskać tłok odsysarki aż do zablokowania jego położenia. Spowoduje to ściśnięcie sprężynki. Po nagraniu punktu lutowniczego trzeba przysunąć do niego końcówkę odsysarki i nacisnąć przycisk zwalniający tłok. Sprężyna rozpręży się i spowoduje energiczne przesunięcie tłoka. W rezultacie do odsysarki zassane zostanie powietrze wraz z płynnym lutom. Jeżeli jednorazowy zabieg nie wystarczy, trzeba go powtórzyć.



Rysunek. 1.8. Odsysarka płynnego lutu

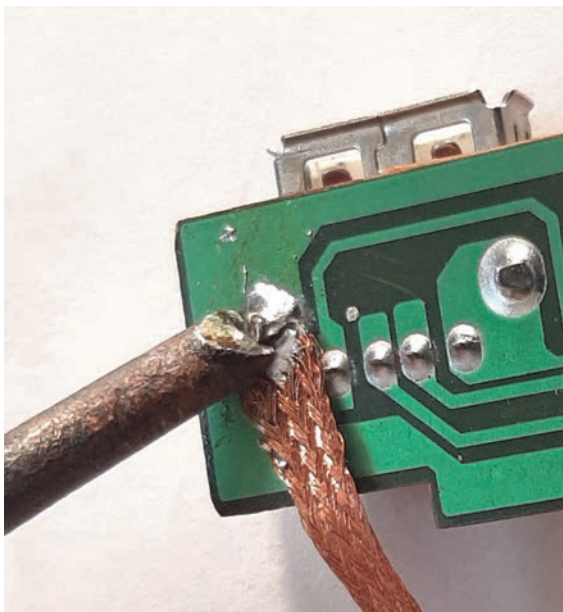


Końcówka odsysarki czasami się zapycha. W korpusie narzędzia zbiera się zastygnięty lut, który może utrudniać przesuwanie tłoka. Obu problemom zaradzi oczyszczanie wnętrza odsysarki. Dostęp do niego uzyskamy po odkręceniu części, do której przymocowana jest końcówka.

Plecionka miedziana ma postać płaskiej taśmy zrobionej z cienkich drucików miedzianych (rysunek 1.9). Po nagraniu punktu lutowniczego należy do niego dotknąć plecionkę, a pochłonie ona płynny lut (rysunek 1.10). Plecionka miedziana służy do usuwania nadmiaru cyny, oczyszczania ścieżek z resztek lutownia, wylutowywania elementów wrażliwych na temperaturę. Zużyty kawałek plecionki trzeba odciąć i korzystać z nowej.



Rysunek 1.9. Plecionka miedziana stanowi uzupełnienie odsysarki



Rysunek 1.10. Roztopiony lut zwilża plecionkę i znika z punktu lutowniczego

Ani odsysarka, ani plecionka nie spowoduje całkowitego usunięcia lutu. Jego pozostawanie jest kłopotliwe zwłaszcza przy naprawach układów. Resztki lutu utrudniają włożenie w płytkę drukowaną nowego elementu. W takim wypadku należy podgrzać lut lutownicą i w otwór na nóżkę elementu włożyć np. igłę od strzykawki lub inny metalowy, ostro zakończony przedmiot (rysunek 1.11). Powinien on mieć uchwyt, który nie nagrzeje się od metalowej końcówki i nie poparzy palców.



Rysunek 1.11. Cienka, ostra końcówka umożliwia udrażnianie otworów w płytkach drukowanych

Po zakończeniu lutowania, a przed podłączeniem zasilania trzeba sprawdzić, czy nie został popełniony błąd. Zwarcie może bowiem spowodować nieodwracalne uszkodzenie elementów. Kontrolę należy przeprowadzić optycznie lub z użyciem przyrządu pomiarowego.

Ponieważ nawet ślad cyny o grubości włosa może wywołać zwarcie, kontrolę jakości połączeń trzeba wykonywać przy użyciu szkła powiększającego i w dobrym oświetleniu.

W niektórych przypadkach można posłużyć się omomierzem. Zasady korzystania z niego opisałem w podrozdziale 1.7.

Przydatnymi narzędziami są również **imadło** oraz **pilnik gładzik**. Pierwsze ułatwia zamocowanie płytki drukowanej np. podczas wiercenia w niej otworów czy lutowania elementów. Drugie pozwala na wygładzenie krawędzi płytek drukowanych, obciętych końcówek itp.

1.2. Materiały do lutowania

Jeżeli powierzchnie, które mają być lutowane, zostały zabezpieczone np. przez natłuszczenie, dobrze jest je przygotować do lutowania. W tym celu należy je odtłuścić, przecierając szmatką zwilżoną np. denaturatem. Topnik również może usunąć zanieczyszczenia, ale warto jako zasadę przyjąć lutowanie materiałów, które są maksymalnie oczyszczone.



Szmatka nie powinna pylić i zostawiać nitek. Jeżeli o tym zapomnimy, usunięcie zanieczyszczeń może trwać dłużej niż odtłuszczenie.



Końcówki lutownicze, które wykonywane są na prasach, mają nawiercane otwory pokryte cienką warstwą oleju pochodzącego z maszyn.



Drugim materiałem jest lut. Najczęściej używane są stopy cyny. W zależności od składu stopu zmienia się temperatura topnienia lutowania.



Niektóre stopy zawierają w swoim składzie trujący ołów. Mają one oznaczenie np. S-Sn60Pb40, które informuje, że w stopie jest około 60% cyny (symbol chemiczny Sn) oraz około 40% ołowiu (symbol chemiczny Pb). Oparów ołowiu nie należy wdychać. Szkodliwe jest również jego spożywanie. Po pracy należy umyć ręce i pod żadnym pozorem w czasie lutowania nie dotykać nimi ust.



Toksyczne działanie ołowiu polega na tym, że kumuluje się w organizmie człowieka. Pierwszymi objawami zatrucia są: słodki smak w ustach, bóle głowy, zaparcia, utrata apetytu.

Lutowanie nie jest groźne dla życia. Do zatrucia ołowiem dochodzi podczas długotrwałej ekspozycji na niego. Miało to np. miejsce w starożytnym Rzymie. Ołów był tam używany do budowy rur, cystern na wodę. Powodzeniem cieszyły się ołowiane miski. Wszystko to dlatego, że ołów jest metalem miękkim i łatwym do obróbki. Badacze stwierdzili („Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie” 2010, 56, 2, 118–128; Inga Krzywy, Edward Krzywy, Magdalena Pastuszek-Gabinowska, Andrzej Brodkiewicz, „Ołów — czy jest się czego obawiać?”; https://www.pum.edu.pl/__data/assets/file/0006/38157/56-02_118-128.pdf), że ołów był używany do produkcji kul do proc i kapapult, trumien, obręczy do beczek, drutu. Był również stosowany do wytwarzania farb malarskich oraz dodawany do wina (w postaci octanu ołowiu), aby poprawić jego smak (tzw. cukier ołowiowy). Dopiero tak intensywne i długotrwałe narażenie na działanie ołowiu oraz spożywanie go powoduje zatrucie. Nie jest on jednak obojętny dla zdrowia i należy z nim obchodzić się ostrożnie.



Czysta cyna ma temperaturę topnienia 231,9°C, zaś ołów 327,5°C. Dodatek niskotopliwych metali do stopu ma na celu obniżenie temperatury topnienia. To z kolei przyczynia się do mniejszej liczby przegrzanych elementów oraz oszczędności energii.

Dużą popularnością cieszy się lutowie mające postać drutu wypełnionego wewnątrz topnikiem. W zależności od producenta może ono nosić nazwę: tinol, staniol, spoiwo lutownicze, stop lutowniczy. Różni się one nie tylko nazwą, ale i średnicą (rysunek 1.12) oraz składem chemicznym.



Rysunek 1.12. Cienkie lutowie lepiej sprawdzi się przy montażu układów elektronicznych. Z grubszego będzie wygodniej korzystać podczas lutowania instalacji CO i CW

1.3. Cyna cynie nierówna

Wybór lutowia ma zasadniczy wpływ na liczbę przegrzanych elementów, szybkość pracy oraz jakość połączeń.

Zasadniczym składnikiem stopów lutowniczych jest **cyna** — miękki metal o barwie srebrzystej. Dodatek ołowiu miał na celu obniżenie temperatury topnienia stopu.

Od 1 lipca 2006 roku obowiązuje dyrektywa unijna **RoHS** (ang. *Restriction of Hazardous Substance* — ograniczenia dotyczące substancji niebezpiecznych). Zgodnie z nią w stopach lutowniczych nie może występować ołów. Okazało się jednak, że sprawdza się on na tyle dobrze jako składnik lutowia, że 24 stycznia 2008 roku na drodze decyzji Komisji Europejskiej przyznano trzy wykluczenia — odpowiednio dla: stopów kadmu i ołowiu w materiałach lutowniczych oraz tlenku ołowiu.



Stop o składzie 60% cyny i 40 % ołowiu jest **eutektykiem**. Oznacza to, że ma temperaturę topnienia niższą niż każdy ze składników oddzielnie. Wynosi ona od 183 do 190°C.

Wybierając lutowie, warto zwrócić uwagę na to, aby miało jak najniższą temperaturę topnienia (tabela 1.2).

Tabela 1.2. Temperatury topnienia wybranych stopów lutowniczych

Stop lutowniczy	Temperatura topnienia [oC]
Sn ₆₂ Pb ₃₆ Ag ₂	179
Sn ₆₃ Pb ₃₇	183
SnAg _{3,5} Bi _{3,0}	206 – 213
SnBi _{7,5} Ag _{2,0}	207 – 212
SnAg _{2,6} Cu _{0,8} Sb _{0,5}	216 – 222
SnAg _{3,8} Cu _{0,7}	217
SnAg _{3,5}	221
SnCu _{0,7}	227

Drugim parametrem jest średnica lutowia. Najczęściej można spotkać drut o średnicy: 0,25, 0,56, 0,70, 1,0, 1,2, 1,5 i 2,0 mm. Przy lutowaniu elementów elektronicznych im lutowie jest cieńsze, tym lepiej. Precyzyjniej można je podawać, szybciej się topi. Grubsze lutowie jest doskonałe w zastosowaniach, w których zachodzi potrzeba oblutowania końcówek kabli zasilających, połączenia rurek miedzianych itp.

Trzecim parametrem jest ilość lutowia. Zazwyczaj sprzedawane jest na kilogramy (rysunek 1.13). Zużycie zależy od liczby wykonywanych połączeń. Najmniejsze opakowanie w kształcie fiolki o masie 15 g zawiera 3 mb lutowia o średnicy 1 mm. Wykonanie jednego punktu lutowniczego wymaga zużycia około 5 mm lutowia. Zatem 3 mb powinny wystarczyć na polutowanie około 600 punktów.



Rysunek 1.13. Lutowia jest zaledwie 100 gramów, ale dzięki temu, że ma średnicę 0,38 mm wystarcza go na wykonanie wielu precyzyjnych punktów lutowniczych

SKOROWIDZ

A

ACV, 140
adhezja, 9
anoda, 125

C

cyna, 30, 31
czyścik, 18, 51

D

dioda, 106, 121
dyfuzja, 9

E

elektronika, 5
elektrotechnika, 5
elektryczność statyczna, 45
Elwik, 55
Ernst Sachs, 7
ERSA, 55
eutektyk, 31

G

grot, 38, 48
czyszczenie, 50
miedziany, 39
temperatura, 55

I

imadło, 29

K

kalafonia, 10, 52
katoda, 125
koszulki termokurczliwe, 33
krokodylki, 36

L

LED, 125
linijka, 21
lut, 6
cynowo-miedziany, 11
cynowo-ołowiany, 11
cynowo-srebrny, 11
przeegrzany, 70, 71
twardy, 12
aluminiowy, 12
kobaltowy, 12
miedziano-fosforowy, 12
miedziany, 12
nikłowy, 12
pallad, 12
srebrny, 12
złoty, 12
zimny, 5, 9, 57, 68, 70, 71

lutowanie, 5, 8
 miękkie, 11
 twarde, 12
lutowie, 6
lutownica elektryczna, 11
lutownica transformatorowa, 38

M

MOSFET, 130
multimetr, 122

O

odsysarka, 25
OHM, 141
okulary ochronne, 15
omomierz, 41

P

pajęczek, 60
palnik, 11
papier ścierny, 25
pęseta do lutowania, 14
pętla masy, 115
pilnik gładzik, 29
plecionka miedziana, 25, 27
płytki
 drukowana, 7, 112
 wielowarstwowa, 115
 uniwersalna, 7
poła lutownicze, 8
połączenie równoległe, 109
połączenie szeregowo, 107
przelotki, 116
punkt lutowniczy, 69

R

RoHS, 31
RTCK, 34
RTDS, 34
RTMK, 34
RTS, 34
rurki termokurczliwe, 34

S

SMD, 38, 39
soldermaska, 149
spawanie, 13
stacja lutownicza, 37
stop lutowniczy, 32
suwmiarka, 21, 22

Ś

ścieżki, 8

T

taśma izolacyjna, 34
temperatura topnienia, 32
topnik, 6, 9, 18, 64
 tranzystor, 128

W

Weller, 55
wlutowanie, 116
wyładowanie elektrostatyczne, 46

Z

zimny lut, 5, 9, 57, 68, 70, 71
zwory, 131

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion 

Naucz się lutować jak profesjonalista

- Poznaj technikę lutowania od podstaw
- Wyposaż warsztat w odpowiednie narzędzia
- Naucz się łączyć różne elementy elektroniczne

Nawet najbardziej zaawansowane układy elektryczne i elektroniczne nie mogłyby działać, gdyby ich elementy nie były ze sobą odpowiednio połączone. Najpopularniejszą i najsukcesowniejszą metodą łączenia obwodów jest lutowanie. Zapewnia nie tylko właściwe połączenie elektryczne, lecz również odpowiednio wytrzymałe spojenie mechaniczne, a tym samym umożliwia stabilne mocowanie elementów na płytce drukowanej. I choć zalety lutowania jako techniki łączenia elementów metalowych znane są ludzkości od starożytności, to prawdziwą popularność zawdzięcza ono dopiero pojawieniu się współczesnej elektroniki, a wzrost znaczenia — jej gwałtownemu rozwojowi.

Jeśli chcesz poznać technikę lutowania i nauczyć się prawidłowo stosować ją w praktyce, sięgnij po odpowiednie źródło wiedzy! Książka *Lutowanie od podstaw* krok po kroku wprowadzi Cię w tajniki sztuki łączenia elementów, przedstawi niezbędne narzędzia i dobre praktyki, nauczy unikać typowych błędów popełnianych przez początkujących oraz pokaże najlepsze sposoby lutowania różnych elementów elektrycznych i elektronicznych. Nauczysz się też dzięki niej, jak wykonać proste prace elektryczne w swoim domu, a nawet jak naprawić typowe usterki występujące w urządzeniach AGD.

- Przygotowanie do lutowania
- Niezbędne narzędzia i materiały
- Dobre praktyki i typowe błędy
- Praktyczne porady dotyczące lutowania
- Typowe prace i naprawy elektryczne
- Ćwiczenia poprawiające umiejętności
- Lutowanie elementów elektronicznych
- Usuwanie usterek elektronicznych

Zostań prawdziwym mistrzem lutownicy!

**Helion**

**helion.pl**

**HELION SA**
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
helion@helion.pl

Sprawdź nasze szkolenia!

**SZKOLENIA**

AKADEMIA IT & BUSINESS

HELIONSZKOLENIA.PL

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej! ►



ISBN 978-83-283-6921-4



9 788328 369214

INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU

Cena: 37,00 zł