

# Lutowanie

**Lutowaniem** nazywamy metodę spajania metali za pomocą wprowadzania między łączone powierzchnie innego roztopionego metalu lub stopu (czynnika łączącego), zwanego spoiwem. Podczas lutowania części łączone nagzewają się, lecz nie topią w miejscu łączenia. Połączenie trwałe uzyskuje się dzięki przyczepności lutu do materiałów łączonych, dlatego warunkiem otrzymania prawidłowego połączenia jest staranna oczyszczenie (mechaniczne i chemiczne) powierzchni lutowanych.

**Lutowanie** jest jednym z najstarszych sposobów łączenia metali. Jest jedną z nielicznych metod umożliwiających łączenie ze sobą różnych metali i stopów o różnych właściwościach. Lutowanie jest jedyną metodą zapewniającą połączenia właściwej jakości. Największe zastosowanie znajduje w przemyśle elektrotechnicznym, elektronicznym i telekomunikacyjnym do łączenia przewodów elektrycznych. Jest stosowane podczas prac blacharskich, szczególnie do lutowania blach ocynkowanych, np. w produkcji rynien, do zamykania blaszanych puszek z konserwowanymi produktami spożywczymi. Ponadto lutowanie stosuje się w blacharstwie samochodowym, np. przy wypełnianiu wgłębień, wykonywaniu i naprawie chłodnic samochodowych, łączeniu uzwojeń silników elektrycznych, a także w naprawach pękniętych odlewów. Połączenia lutowane dobrze przewodzą prąd i dlatego są stosowane zamiast spawania w przypadkach, gdy spoiny nie muszą przenosić dużych obciążeń, ale powinny zapewnić dobre przewodzenie prądu. Rozróżnia się lutowanie **lutami miękkimi, twardymi, specjalnymi, lutospawanie**.



# Lutowanie miękkie

**Lutowanie miękkie** stosuje się do łączenia części o niedużych naprężeniach w złączu i niewysokiej temperaturze pracy, jak również do uszczelniania połączeń zawalcowanych i innych (np. cienkościennych zbiorników, pojemników, rynien, rurociągów).

Luty miękkie są wykonywane w postaci prętów, drutu, płytek, proszków, a najczęściej pałeczek. Zakres temperatur topliwości od 183° do 270° (stal, miedź, cynk itp. i ich stopy). Stosowane są spoiwa ołowiuowo-cynowe niektóre z nich zawierają ponadto drobne domieszki antymonu, srebra i miedzi, a prawie wszystkie zanieczyszczenia w postaci śladowej zawartości żelaza, bizmutu, arsenu, aluminium, cynku i kadmu. Zawartość poszczególnych składników stopowych spoiwa wynika z jego znaku, i tak na przykład spoiwo:

- PbAg 1,5 Sn 1,5 zawiera ok. 1,5% Sn, ok. 1,5% Ag i ok. 97% Pb i jest stosowane do lutowania przewodów w źródłach światła.
- SnPb37Sb zawiera ok. 63% Sn, 0,2 do 0,5% Sb i ok. 37% Pb. To spoiwo ze względu na małą zawartość ołowiu jest używane dolutowanie i pobielania wewnętrznych części opakowań na produkty spożywcze.
- Do lutowania potrzebne są również **topniki**, bez których lut się utlenia i źle wypełnia szczeliny między łączonymi powierzchniami. Jako topników do lutowania miękkiego stali, miedzi i mosiądzu używa się najczęściej wody lutowniczej, którą tworzy chlorek cynku rozpuszczony w wodzie (np. 300 gramów stopionego technicznego chlorku cynku na 1 litr wody).

Jako topników do oczyszczania chemicznego powierzchni łączonych części używa się także salmiaku, kalafonii, stearyny i specjalnie przyrządzonych past. Oczyszczania mechanicznego powierzchni łączonych dokonuje się piłowaniem, skrobaniem, ścieraniem itp.

Lutowanie wykonuje się za pomocą narzędzia zwanego **lutownicą**. Najważniejszą częścią lutownicy jest końcówka miedziana, która po nagraniu służy do roztopienia cyny i przeniesienia jej na miejsce lutowania.

Przebieg lutowania jest następujący: po nagraniu lutownicy szybko pociera się jej ostrze o salmiak i przykłada do lutu, który roztopia się i przylepia do ostrza lutownicy. Następnie e lutownicy przykłada się do miejsca lutowanego i pociąga ostrzem wzdłuż szwu. Lutując większe połączenia należy lut trzymać lewą ręką nad spoiną. Lutownica trzymana prawą ręką rozgrzewa materiał łączony i jednocześnie topi lut. Roztopiony lut ścieka i łączy powierzchnie, zastygając między nimi. Gdy zachodzi potrzeba, to lutownicę kilkakrotnie przesuwają wzdłuż szczeliny łączącej. W czasie lutowania należy tak prowadzić lutownicę, żeby nie rozpląwał się po wierzchu, lecz spływał w głąb szwu. Po zalutowaniu usuwa się nadmiar lutu za pomocą skrobaka lub pilnika i przemywa się szew letnią wodą.

# Lutowanie twarde

**Lutowanie twarde.** Temperatura topliwości spoiw leży w granicach 600 – 1080 °C. Stosuje się przy znacznych naprężeniach w złączu i wysokiej temperaturze pracy (ponad 150°C). Jest używane do połączeń ślusarskich, w budowie ram rowerowych, w kołnierzach połączeń rurociągów, do łączenia części mechanizmów precyzyjnych, w produkcji narzędzi skrawających. Jako czynnik odtleniający podczas lutowania ma zastosowanie **boraks**. Lutami twardymi są miedź lub stopy miedzi (mosiądze, brązy, stopy miedzi z fosforem, srebrem, krzemem, manganem), stopy srebra z miedzią, cynkiem i in. oraz prawie czysty nikiel z dodatkiem manganu.

Lutowanie odbywa się następująco: powierzchnie łączone dokładnie czyści się i dopasowuje do siebie. Następnie smaruje się je pędzlem zanurzonym w roztworze boraksu i kładzie się między te powierzchnie blaszkę lutu, a potem wiąże się obie części drutem. Po posypaniu boraksem związanych części nagrzewa się je w ognisku kowalskim, palnikiem gazowym lub lampą lutowniczą tak długo, aż lut się roztopi i zwiąże części łączone. Do podgrzewania można używać także palnika acetylenowego, lecz trzeba bardzo uważać, aby nie przegrzać spoiny. W niektórych przypadkach lut umieszcza się nie między powierzchniami łączonymi, lecz na zewnątrz wzdłuż szwu. Wiązanie drutem łączonych elementów nie zawsze jest konieczne, zwłaszcza podczas nagrzewania palnikiem. Łączone elementy można zamocować w imadle, położyć na stalowej płycie lub stole spawalniczym, ale trzeba wtedy bardzo uważać, aby łączone elementy i lut nie zmieniły swojego położenia podczas lutowania. Po wykonaniu lutowania wyjmuje się połączone części i zostawia je do powolnego ostygnięcia, a następnie przemywa szew wodą zakwaszoną i usuwa nadmiar lutu pilnikiem.

Do oczyszczania chemicznego używa się przeważnie roztworu wodorotlenku sodu, który skutecznie usuwa tlenki z powierzchni przeznaczonej do lutowania.

# Luty dla srebra

- luty miękkie – do lutowania cienkich blach, do reperacji przedmiotów, które tylko raz mogą być żarzone
- luty średnie – w montażu wszelkiego rodzaju przedmiotów
- luty twarde – do wyrobów które muszą być kilkakrotnie wyżarzane , klepane , walcowane już po lutowaniu.

O zastosowaniu odpowiedniego lutu decyduje przede wszystkim jego temperatura topnienia oraz nasze oczekiwania co do jego właściwości – wytrzymałości , odporności na obróbkę mechaniczną . W każdym przypadku temperatura topnienia lutu musi być niższa od temperatury topnienia lutowanego materiału . Przy lutowaniu cienkich i delikatnych przedmiotów różnica w temperaturze topnienia lutu i lutowanego metalu musi wynosić co najmniej 50 st. C .

## Luty ze srebra próby 0,800

Rodzaj lutu	srebro	miedź	cynk
twardy	15,6	1,00	1,00
średni	10,00	1,24	1,77
miękki	15,00	1,50	2,50
Reperacyjny (b. miękki)	40,00	-	12,50

## Luty srebrne

Próba lutu	Temperatura topnienia	Skład lutu w gramach			
		srebro	miedź	cynk	Kadm
0,490	740	10	6,12	4,28	-
0,520	675	10	3,94	4,33	0,96
0,520	705	10	3,94	0,96	4,33
0,560	680	10	3,92	3,92	-
0,590	725	10	3,98	0,42	2,54
0,640	715	10	3,90	1,72	-
0,680	750	10	3,89	0,81	-
0,720	760	10	2,46	1,66	0,76
0,750	770	10	2,66	0,66	-
0,800	858	10	-	0,45	2,05
0,935	905	10	0,53	0,16 cyny	

Dla obniżenia temperatury topnienia stopów srebra zamiast cynku lub kadmu można również użyć jako stopu pośredniego mosiądzu . Dla przedmiotów srebrnych , które mają być pokryte emalią , używa się twardych lutów o składzie : 7 g czystego srebra , 3 g miedzi lub też 4 g czystego srebra i 1 g miedzi .

W skład lutów srebrnych używanych do lutowania żelaza i stali dodawany bywa mangan w ilości 6-9 % .

Przy sporządzaniu lutów metale zawsze topimy w kolejności ich punktów topnienia od najwyższego do najniższego . Na końcu dodajemy kadm i cynk odrobinę zwiększając (15-20 %) ich ilość w stosunku do podanej w przepisie uwzględniając w ten sposób minimalne wypalenie się podczas topienia . Kadm i cynk najlepiej zawinąć w cienką blaszkę ze srebra co uchroni je przed bezpośrednim działaniem płomienia palnika . Przy bezpośrednim stapianiu nie ochronionego kadmu jego ilość należy zwiększyć o 50 % .

Przy lutowaniu przedmiotów które w dalszym etapie obróbki mają być wyżarzane , farbowane lub emaliowane nie używa się lutów zawierających kadm i cynk gdyż po procesie farbowania w miejscach spojenia powstają trudne do usunięcia ciemne plamy .

# Luty dla metali nieszlachetnych

W skład lutów miękkich wchodzi : bizmut ,cyna ,ołów i kadm – temperatura topnienia w zależności od składu waha się od 60 – 240 ° C

Temperatura topnienia	Skład lutu			
	ołów	cyna	bizmut	Kadm
60	8	4	15	3
80	2	1	4	1
100	3	1	4	-
130	1	1	1	-
160	1	1	4	-
190	1	2	-	-
200	1	1	-	-
240	2	1	-	-

Luty miękkie sporządzamy topiąc ołów następnie dodajemy cynę w postaci małych kawałków i na koniec dodaje się bizmut i kadm . Lut należy dokładnie wymieszać drewnianym patyczkiem . Lutowanie przeprowadza się bezpośrednio płomieniem lub przy użyciu kolby lutowniczej.

Przy lutowaniu miękkim jako lutówkę stosuje się prawie wyłącznie chlorek cynku oraz roztwór wodny salmiaku i chlorku cynku . W niektórych przypadkach (np. przy lutowaniu cynku) jako lutówki używa się 50-procentowego roztworu wodnego kwasu solnego , a przy lutowaniu ołowiem – kalafonii.

Przy lutowaniu wyrobów z mosiądzu , tombaku , brązu lub białego metalu (alpaki) używa się oprócz miękkich lutów srebrnych również lutów twardych zbliżonych swym składem i barwą do składu przedmiotów lutowanych.

Przy lutowaniu mosiądzu jako lutu możemy użyć tego samego mosiądzu z dodatkiem 25-40 % cynku lub cyny . Niestety taki lut jest bardzo kruchy i mało odporny na gięcie i kucie . Niewielki dodatek srebra wpłynie bardzo korzystnie na obróbkę mechaniczną.

# Inne luty

Luty dla mosiądzu:

1. mosiądz 86 % , cynk 10 % , srebro 4 %
2. miedź 50 % , cynk 46 % , srebro 4 %
3. mosiądz 70 % , cynk 30 % - lut twardy
4. mosiądz 64 % , cynk 31 % , cyna 5 % - lut miękki .

Do wyrobów z białego metalu (nowe srebro) używa się lutu o składzie :  
biały metal 77 % , cynk 10 % , mosiądz 13 % .

Do lutowania miedzi używa się lutu o składzie :  
miedź 58 % , ołów 42 % .

Do wyrobów pozłacanych używa się lutu o składzie :  
miedź 48 % , cyna angielska żółta 48 % , cyna 4 % .

Luty glinowe mają skład :

1. cynk 94 % , miedź 2,5 % , glin 3,5 %
2. cynk 87 % , miedź 5 % , glin 8 %

Dla przedmiotów lanych :  
cynk 90 % , miedź 2 % , glin 8 %

Lutówka do lutów glinowych składa się z :

20 % fluorku sodu , 10 % fluorku litu , 25 % fluorku potasu , 25 % kwasu borowego i 20 % topionego boraksu .

Inne rodzaje lutowania:

- płomieniowe
- kąpielowe
- piecowe
- indukcyjne
- oporowe
- reakcyjne
- dyfuzyjne
- ultradźwiękowe
- świetlne
- laserowe
- eletronowe
- strumieniem gorącego gazu
- lutowanie

## Jak lutować ?

Rodzaj i ilość lutu zależne są od rodzaju i powierzchni lutowanego przedmiotu . Do przedmiotów które mają być wielokrotnie lutowane najpierw używamy lutów twardych , następnie lutów miękkich. Musimy pamiętać o ewentualnej dalszej obróbce mechanicznej i używać odpowiednich lutów . Lut w postaci paseczka cienko walcowanej blachy lub cienkiego drutu tnjemy na małe kawałki zwane palejkami. Osoby bardziej doświadczone mające trochę praktyki w lutowaniu nakładają lut bezpośrednio z paska. Lutowanie przeprowadzamy na cegle szamotowej , węgla drzewnym lub specjalnej ceramicznej płytce . Oczyszczone miejsce lutowania smarujemy lutówką i lekko równomiernie ogrzewamy palnikiem – powoduje to łagodne podsuszenie lutówki . Następnie zwiększamy moc płomienia i ogrzewamy lutowany przedmiot . Nie wolno ogrzewać punktowo ponieważ grozi to przepaleniem (stopieniem) lutowanego przedmiotu. Poruszamy palnikiem równomiernie ogrzewając cały przedmiot , a szczególnie okolice lutowanego miejsca . Po uzyskaniu odpowiedniej temperatury nakładamy pęsetą palejkę lutu i ogrzewamy aż do momentu rozpułnienia się lutu . Lutowany przedmiot musi być rozgrzany równomiernie w przeciwnym przypadku lut popłynie w cieplejsze miejsce i nie połączy lutowanych części . Przy lutowaniu elementów o podobnej grubości ogrzewanie jest stosunkowo proste. Znacznie trudniej lutuje się cienki drut do grubej blachy. W takim przypadku najpierw delikatnie ogrzewamy drut, nakładamy odrobinę lutu i ogrzewamy aż do momentu lekkiego nadtopienia lutu na drucie. Następnie płomień palnika kierujemy na blachę ogrzewając całą jej powierzchnię, po czym koncentrujemy płomień w miejscu lutowania cały czas lekko poruszając palnikiem. W momencie, kiedy blacha osiągnie właściwą temperaturę przykładamy drut z nałożonym lutem. Uwaga! Nie ogrzewamy drutu tylko cały czas płomień kierujemy na blachę. Drut bardzo szybko przejmie ciepło od rozgrzanej blachy i po roztopieniu lut przepłynie na blachę zalewając miejsce lutowania spoiną . Określenie „właściwa temperatura” jest trochę mało precyzyjne ,ale po nabraniu doświadczenia właściwą temperaturę będziemy rozpoznawać po kolorze ogrzewanego metalu .



