

**1bp, PKM, Grzegorz Mianowski**

Dziękuję wszystkim za przesłane notatki.

## **Lekcja 5 zdalna**

### **Temat: Klejenie. Lutowanie.**

**Klejenie** jest to połączenie metali za pomocą substancji zwanej klejem. Polega ono na rozproszaniu cienkiej warstwy substancji klejącej na uprzednio przygotowanej powierzchni. Klejenie jest nowoczesną technologią łączenia elementów maszyn. Rozwój tej technologii związany jest z produkcją coraz to nowych klejów, o co raz to lepszych właściwościach oraz z rozwojem badań wyjaśniających właściwości klejów i połączeń klejonych.

Proces klejenia składa się z następujących etapów:

#### 1. Oczyszczenia powierzchni metodami chemicznymi lub mechanicznymi;

Powierzchnie łączone powinny być wolne od zanieczyszczeń i dokładnie rozwinięte, aby szczelnie do siebie przystawały. Złe oczyszczenie znacznie zmniejsza wytrzymałość połączenia, dlatego jest tak ważne. Powierzchnie łączone przygotowuje się najpierw mechanicznie, a następnie chemicznie. Przygotowanie mechaniczne ma na celu usunięcie zanieczyszczeń znajdujących się na powierzchni łączonych materiałów jak na przykład: rdzy. Zaś przygotowanie chemiczne polega na wytrawieniu powierzchni łączonych, aby zwiększyć zwilżalność łączonych materiałów.

#### 2. Starannym przygotowaniu masy klejącej;

Niektóre kleje są dwu lub więcej składnikowe wówczas masę klejącą uzyskuje się przez wymieszanie ich w odpowiednich proporcjach. Gdy zaś mamy do czynienia z klejami termoutwardzalnymi wówczas należy substancję ciekłą połączyć z utwardzaczem. Przygotowanie innych klejów polega na

rozpuszczeniu suchego kleju w rozpuszczalniku, lub podgrzaniu go do temperatury, w której staje się ciekły.

### 3. Dokładnego nałożenia warstwy kleju (grubości ok. 0,1 mm) na powierzchnie klejone;

Nakładanie kleju powinno się odbywać za pomocą pędzla, lub natryskowo. Trzeba tu pamiętać, że duża ilość kleju wcale nie gwarantuje większej wytrzymałości, lecz wręcz przeciwnie.

### 4. Utwardzenia skleiny w odpowiedniej temperaturze z zachowaniem właściwego nacisku;

Po nałożeniu substancji klejącej należy ją podsuszyć, a następnie docisnąć. Złączenie nastąpi, gdy klej całkowicie wyschnie, trwa to od kilkudziesięciu sekund nawet do kilku godzin – zależy od kleju.

### 5. Oczyszczenia skleiny.

Polega na usunięciu nadmiaru kleju, który po dociśnięciu stworzył w obszarze sklein wycieki. Po utwardzeniu można je usunąć za pomocą metod mechanicznych (piłowania, skrawania), a gdy klej jeszcze nie wyschł można to zrobić za pomocą tkaniny zanurzonej w rozpuszczalniku.

### **Zalety połączeń klejonych:**

- wykorzystanie pełnej wytrzymałości materiałów łączonych, ponieważ warstwa kleju nie wywołuje naprężeń w materiale i nie osłabia części łączonych;
- uzyskanie zestawu elementów o nienaruszonej powierzchni (bez otworów);
- równomierne rozłożenie naprężeń na całej powierzchni złącza;
- odporność połączeń na korozję;
- zdolność tłumienia drgań;
- klej może także uszczelniać złącze, odgrywając rolę uszczelki;
- możliwość łączenia dowolnych materiałów.

### **Wady połączeń klejonych:**

- możliwość rozwarstwienia połączenia pod wpływem obciążeń;

- mała odporność klejów na zmiany temperatury;
- długi czas utwardzania większości klejów;
- spadek wytrzymałości połączenia wraz z upływem czasu, spowodowany starzeniem się kleju;
- stosunkowo mała wytrzymałość w porównaniu z innymi rodzajami połączeń.

**Lutowanie** polega na łączeniu metali, pozostających w stanie stałym, za pomocą roztopionego metalu – spoiwa, zwanego lutem. Luty są to materiały o niższej temperaturze topnienia od materiału części łączonych. Rozróżnia się **luty miękkie** o temperaturze topnienia poniżej 300C i **luty twarde** o temperaturze topnienia powyżej 550C. Przy lutowaniu nie zachodzi nadtopienie łączonych części. Roztopiony lut łączy się z materiałem części łączonych dzięki zjawisku **kohezji** (spójności międzycząsteczkowej) i nieznacznemu **dyfundowaniu** (przenikaniu) w głąb materiału rodzimego.

Rozróżniamy wiele sposobów lutowania

a) miękkie:

- lutowanie za pomocą lutownicy;
- lutowanie piecowe;
- lutowanie kąpielowe;
- lutowanie indukcyjne;
- lutowanie płomieniowe.

b) twarde:

- lutowanie gazowe;
- lutowanie elektryczne oporowe i indukcyjne;
- lutowanie piecowe;
- lutowanie kąpielowe;

Odpowiednie wykonanie złącza zależy od wielu czynników, między innymi:

- **doboru lutu;**

Lut powinien mieć niższą temperaturę topnienia niż lutowane metale oraz powinien dobrze zwilżać łączone części. Zakres temperatury krzepnięcia lutownicy powinien być mały. Bardzo ważne jest aby w obszarze złącza lut tworzył z metalem roztwory stałe.

- **doboru metody lutowania;**

Metodę lutowania dobieramy w zależności od tego co lutujemy np.:

Lutowanie miękkie stosuje się do połączeń obciążonych niewielkimi siłami, w celu otrzymania połączeń szczelnych oraz w szerokim zakresie – w elektrotechnice.

Lutowanie twarde umożliwia łączenie blach, kształtowników, części mechanizmów, elementów narzędzi skrawających itd.

- **przygotowania materiału;**

Podobnie jak w klejeniu również podczas lutowania przygotowanie materiały polega na oczyszczeniu go mechanicznie i chemicznie. Tylko że tu działanie chemiczne polega na odtłuszczeniu lub trawieniu. Odtłuszczenie wykonuje się za pomocą rozpuszczalników organicznych, roztworów alkalicznych, elektrolitycznie lub ultradźwiękowo, w zależności od kształtów i zanieczyszczeń. Trawienie odbywa się za pomocą wodnych roztworów kwasów (siarkowego, solnego, azotowego). Zawsze po trawieniu trzeba zwilżone powierzchnie zobojętnić, zmywając je wodą.

- **doboru parametrów lutowania – temperatury itd.**

Lutospawanie jest to odmiana lutowania twardego, wykonywana w sposób podobny do spawania, ale bez nadtapiania materiałów części łączonych. Zamiast tego złącza lutospawanie są ukosowane. Jako lut stosuje się elektrody lub drut spawalniczy z miedzi lub brązu. Lutospawanie jest stosowane do łączenia materiałów trudno spawalniczych (żeliwo szare, brąz, stале wysokowęglowe) oraz dla uniknięcia naprężeń i odkształceń spawalniczych itd.

## **Rodzaje lutów:**

Luty dzieli się na miękkie, twarde i szlachetne (srebrne).

Luty miękkie są stopami cyny, antymonu i ołowiu o temperaturze topnienia od 180 do 300 °C. Stosuje się również luty niskotopliwe ( $T_t = 70-150$  °C), przeznaczone do łączenia materiałów o niskiej temperaturze topnienia lub elementów, które nie powinny się nagrzewać podczas lutowania.

Luty twarde są stopami miedzi z cynkiem i innymi składnikami. Rozróżnia się luty twarde łatwo topliwe ( $T_t=550-875$  °C) i trudno topliwe ( $T_t = 875-1100$  °C).

Luty srebrne są stopami srebra, miedzi i cynku stosowanymi m. in. do połączeń pracujących w podwyższonych temperaturach, odpornych na korozję oraz w wyrobach precyzyjnych.

Zastosowanie połączeń lutowanych. Za pomocą lutowania można łączyć prawie wszystkie metale w różnych kombinacjach, elementy metalowe z ceramicznymi itd.

## **Zadanie:**

Zapoznaj się z treścią lekcji, sporządź notatkę, na końcu której wypisz po kilka przykładów zastosowania w praktyce klejenia i lutowania. Wyślij na adres:

[grzegorz.mianow@gmail.com](mailto:grzegorz.mianow@gmail.com) w terminie do 28.04. br.

Życzę powodzenia, pozdrawiam Grzegorz Mianowski ☺