

„**Převařená kyselina**“ - ZnCl – je často používané tavidlo v klempířské výrobě. Má značné čistící schopnosti. Po zahřátí uvolňuje kyselé výpary. Po zapájení se zbytky musí ze spoje odstranit opláchnutím. Není vhodné pro pájení elektronických součástek a citlivých elektrických komponentů. Zbytky tavidla jsou elektricky vodivé.

**MTL401** je mírně aktivovaná kalafuna. Zbytky po pájení jsou nevodivé. Kyselost tavidla je stejná asi jako u kalafuny. Vykazuje dobrou roztékavost a neobsahuje halogeny.

**MTL408** je určeno pro ruční pájení zoxidovaných kovů pájkami Sn40Pb60, Sn63Pb30, Sn32Pb48Bi a některých dalších slitin s bismutem. Patří mezi vysoce účinná tavidla. Lze naředit přípravkem RMTL-64.

**MTL451, MTL461B** jsou tavidla bezzbytková s vysokou čistící schopností. Proto stačí malé množství tavidla a zbytky pak není nutné u běžného použití odstraňovat.

**MTL458, MTL468** jsou bezzbytková tavidla na bázi přírodních a syntetických pryskyřic. Zbytky po pájení jsou nepatrné.

**MTL888** je tavidlo určené pro pájku Sn19Ag1,9 pro pájení hliníkových vývodů, plechů, fólií a hliníkem pokovených povrchů. Povrch pájeného předmětu nejprve očistíme od povrchových nečistot oškrábnutím (nožem). Bezprostředně nanese tavidlo a pájíme. Hmotnější kusy hliníku předejdeme. S použitím tohoto tavidla lze pájet i slitiny hliníku, ty ale vyžadují větší zručnost. Při pájení hliníku vždy používáme speciální pájku (Sn19Ag1,9), jinak při použití běžných prostředků nemá spoj trvanlivost. Dbáme také, aby hrot páječky nebyl znečištěný olověnou pájkou. Při spojování mědi a hliníku nejprve samostatně přepájíme díly pájkou na hliník a poté je spájíme dohromady. Lze naředit ředidlem RMTL-64.

**L3** je bezzbytkové tavidlo určené pro pájení SMT prvků.

**X32-10i** je běžné bezoplachové tavidlo pro normální aplikace (strojní, ruční pájení).

**X33-06i** je tavidlo pro pájení čisté mědi pro strojní aplikace.

**X33-04** je bezoplachové tavidlo pro strojní pájení při extrémních nárocích na čistotu.

**ECOSOL** je vodou ředitelné bezoplachové tavidlo pro strojní pájení.

**FLUX-PEN** je jakýsi fix s náplní bezoplachového tavidla.

**RED JELLY** je pájecí gel.

**PROZONE** představuje vodou nebo alkoholem ředitelný čistící prostředek na odstranění zbytků tavidel.

### Další přípravy

**Odsávačka cínu** je zařízení na odstranění zbytků roztavené pájky. Používá se v elektronice při opravách zařízení. Odsávačky jsou buď ruční (s pístem ovládaným pružinou), nebo s elektrickou vývěvou. Pak mívají vyhřívaný hrot.

**Odsávací knot** tvoří tenké holé měděné lanko napuštěné tavidlem. Přiloží se na spoj a zahřeje. Roztavená pájka je knotem odsáta.

**Horkovzdušná jehla** je zdrojem úzkého proudu velmi horkého vzduchu. Používá se buď při pájení přetavením k ohřevu pastových pájek, nebo při čištění součástek. Pájka se horkým vzduchem roztaví a odfoukne.

### Postup při pájení

Pájené předměty před zahájením pájení očistíme od zbytků oxidů, rzi a mastnot. Po očištění nanese na pájený povrch tavidlo a přiložíme pájedlo. Teprve po rozezhřátí předmětu přiložíme pájku, a to do místa, kde se hrot pájedla dotýká pájeného předmětu. Pájka přestupuje na ohřátý povrch a roztéká se. Teprve nyní, pokud potřebujeme „ocínovat“ větší plochu, začneme pomalu pohybovat hrotem pájedla po povrchu předmětu. Hrot musíme posouvat tak pomalu, aby s ním tekutá pájka neztratila kontakt.

Teprve když máme všechny plochy, které budeme spojovat, opájené, položíme předměty na sebe do potřebné polohy. Pájedlo přemístíme tak, aby spolehlivě ohřívalo celou



plochu spoje. Po zahřátí přidáme do spoje pájku. Když je spoj dobře prohřátý a pájka zatekla dovnitř, pájedlo opatrně oddálíme. Po dobu chladnutí pájky nesmíme spojením pohnout, ani nesmíme spoj prudce ochlazovat, např. foukáním. Cín obsažený v pájce by zkrystalizoval a ztratil pevnost. Spoj by nebyl pevný.

Po vychladnutí pájené místo dobře očistíme od zbytků tavidla. Můžeme také odstranit přebytky pájky. Pájka ve spoji musí být lesklá, bez kráterků a děr se zbytky tavidla. Z povrchu pájky nesmí vyčnívat žádné hroty ani výstupky. Vrstva pájky musí být co nejtenčí. Přílišná tloušťka nemá dostatečnou pevnost. Pájka musí zcela pokrýt celé spojované místo.

Spojování pájkou často nezaručuje požadovanou pevnost. Spájené spoje nebývají odolné proti vibracím a výkyvům teplot. Při mrazech pod  $-40^{\circ}\text{C}$  cín přechází samovolně do práškové formy a rozpadá se. Pokud potřebujeme mechanickou pevnost, je vhodné pájený spoj kombinovat například s nýtováním. Při připojování vodičů pájením musíme konce vodičů zajišťovat proti mechanickému uvolnění (omotáním, ohnutím). Pokud počítáme s pohybem vodiče, musí být upraven tak, aby se pohyb nepřenášel na pájený spoj.

Při pájení větších počtů vodičů nebo menších předmětů používáme cínové lázně. Jsou to vyhřívané nádoby, v kterých je roztavená pájka. Pájený předmět očistíme, nanese na něj tavidlo a ponoříme do roztavené pájky. Ihned po vyjmutí přebytečnou pájku z předmětu setřeme (bavlněným hadrem) a necháme pomalu vychladnout. Předmět prudce nezchlazujeme. Po vychladnutí opět odstraníme zbytky tavidla.

### **Osazování desek plošných spojů**

Součástky se na desky plošných spojů připojují pájením. Malé a málo hmotné součástky jsou na desce mechanicky zajištěny pouze pájením, hmotnější součástky se připevňují pomocí šroubů, nýtů, zajišťovacích pásků. Velmi hmotné součástky není vhodné montovat přímo na desky spojů, neboť jejich hmotnost může způsobit prohnutí a tím i poškození desky. Osazené desky se nakonec mohou montovat do nosných rámců, které mohou desky mechanicky zpevnit.

Vlastní osazování součástek je náročný proces. Předem si musíme rozmyslet pořadí vkládání součástek, aby větší a rozměrnější součástky nebránily v osazení součástek menších, avšak citlivé součástky se osazují jako poslední. Při osazování desky se dodržují určitá pravidla a postupy. Některé způsoby montáže nejsou vhodné na zařízení, která jsou vystavená chvění, jiné způsoby nemusí být vhodné pro stísněnou montáž. Kromě funkčnosti je nezbytné dbát na dokonalý vzhled zapájené desky. Nedbale osazená deska je často i po funkční stránce nevyhovující. Zvláště náročné na kvalitu provedení jsou desky s vysokofrekvenčními obvody. Elektrické vlastnosti takové desky jsou z velké části určovány mechanickými rozměry (délky vývodů součástek, vzájemná poloha...). Pro snadnou kontrolu a orientaci na desce je nutné součástky osazovat tak, aby nápisy byly viditelné. Součástky, u nichž nezáleží na orientaci pouzdra (odpory, tlumivky, svítkové a keramické kondenzátory apod.), se montují tak, aby na všech byly nápisy čitelné pouze ve dvou směrech, a to z „dolní“ a „pravé“ strany desky (stejně jako kóty na technických výkresech). Montáž součástek značených čárovým kódem se provádí podle stejných zásad.

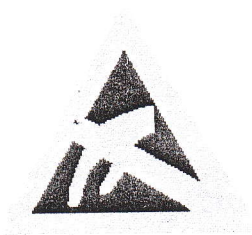
Vývody součástek se musí pečlivě vytvarovat, ohyby musí být kolmé. Ohyb se neprovádí v bezprostřední blízkosti pouzdra součástky. Při tvarování jsou povoleny nejvýše dva ohyby o 30 stupňů (jednou ohnutý vývod už nesmíme pretvarovat). Při manipulaci s vývodem nesmíme poškodit nebo znečistit povrchovou vrstvu, která je na vývod nanášena výrobcem pro usnadnění pájení vývodu (není vhodné ani znečištění dotykem ruky). Po vytvarování součástku zasuneme do otvoru v plošném spoji. U zařízení, které bude vystavené chvění, vývody zajišťujeme ohnutím. U součástek s nejvýše třemi vývody ohýbáme vývody všechny, od čtyř vývodů stačí ohnout dva vývody na diagonále. Ohyb nesmí zasahovat do prostoru mimo spojový obrazec.



Hmotnější součástky se upevňují pomocí šroubů, nýtů a pásků. Součástka musí být upevněna před vlastním pájením. Po zapájení není přípustné upevnění součástky demontovat. Tlaky, které v takovém případě působí na vývody, mohou součástku poškodit. V zařízení vystaveném chvění musí být šrouby zajištěny (pérové podložky). U součástek s tepelnými cykly (ohřev ochlazení) musí být upínací konstrukce provedena tak, aby nemohlo dojít k uvolnění součástky vlivem rozdílné teplotní roztažnosti. Vždy se musí v konstrukci použít pružný prvek. Při upevňování součástek, které mají pracovní vývody na pouzdře (výkonové tranzistory, elektrolytické kondenzátory), nesmíme zapomenout použít izolační podložky, pokud jsou předepsány. Při montáži izolační podložky nesmí dojít k znečištění dosedacích ploch podložek. Zvlášť nebezpečné jsou kovové zbytky, které mohou podložky perforovat.

### **Ochrana součástek před elektrostatickým nábojem**

Moderní součástky vyráběné technologiemi MOS (PMOS, NMOS, VMOS, CMOS) jsou extrémně citlivé na statický náboj. Důvodem je velmi malá elektrická pevnost řídicího hradla proti ostatním elektrodám. V převážné většině případů jsou součástky vybaveny vstupními ochrannými obvody, které součástku do určité míry chrání. Příkladem takových součástek jsou procesory, paměti, číslicové integrované obvody, programovatelná pole a další. Bohužel, v některých aplikacích jsou tyto ochranné obvody na překážku - mohly by nepříznivě ovlivnit funkci součástky. V takovém případě není součástka chráněna. Typickou součástkou bez ochranných obvodů jsou vysokofrekvenční tranzistory.



Značka vlevo označuje balení součástek (nebo desky osazené těmito součástkami) citlivých na elektrostatický náboj.

### **Zacházení se součástkami**

Součástky jsou dodávány v obalech, které účinně chrání součástku před poškozením. Obal je vyroben z materiálu s nízkou elektrickou vodivostí - používají se plasty sycené grafitem, nebo přímo kovové obaly. Součástky se musí skladovat a přenášet pouze v originálních obalech. Citlivé součástky se musí skladovat odděleně od ostatních součástek. Nesmí se ukládat do běžných polyetylenových pytlíků. Vyjmout z obalu se smí pouze na pracovišti, kde jsou provedena opatření pro omezení vzniku elektrického náboje. Pokud po vyjmutí z obalu součástku bezprostředně nemontujeme, musí být uchovávána se zkratovanými vývody. Tento zkrat se odstraní těsně před montáží. Součástky zapájené v deskách spojů jsou do určité míry chráněny svodovými odpory desky, případně dalšími součástkami v obvodu. Přesto při manipulaci s deskou dodržujeme zásady bránící vzniku statického náboje. Před manipulací s deskou se doporučuje zkratovat vstupní a výstupní svorky (konektory). Tyto zkraty se pak odstraní těsně před připojením desky.

### **Zásady zacházení s deskami plošných spojů**

Desky nikdy nepokládáme na sebe naležato. Nevystavujeme je tlakům, které způsobí kroucení či prohnutí desky. Při montáži desku neprohýbáme. Dnešní desky plošných spojů mají velkou hustotu součástek a velmi malé rozměry propojovacích spojů. Velmi často jsou desky vícevrstvé (i šestivrstvé). Jakékoli ohnutí či zkroucení desky může způsobit vlasové trhliny ve spojích, které se při vyrovnání desky znovu elektricky spojí. Takováto závada se velmi obtížně hledá, a pokud je v některé vnitřní vrstvě, je často neopravitelná. Dalším nebezpečím jsou rozměrné integrované obvody. Při prohnutí desky se tah přenese přes zapájené vývody na pouzdro a může dojít k jeho narušení. Pouzdro se nejenom může zlomit, ale často dochází k porušení těsnosti vývodů. Nečistoty, které mohou vnikat dovnitř integrovaného obvodu většinou způsobí po delším čase poruchu. Proto při montážích desek



postupujeme zvláště opatrně. Velmi rozměrné desky vůbec nevystavujeme mechanickému namáhání. Pokud připojujeme na takovou ještě neupevněnou desku kolmý konektor (kolmo k desce při zkouškách), vždy desku zezadu podložíme. Při montáži zkontrolujeme montážní rovinu tak, aby se deska upevněním nemohla prohnut. Desku upevníme za všechny montážní otvory. Velmi nebezpečné je upevnění pouze křížem nebo jen do poloviny desky. Pokud je zařízení vystavené otřesům, neupevněná část desky může kmitat. Nejenom, že dojde k přerušení spojů, ale může dojít i k dotyku desky například s blízkou vodivou přepážkou.

Při pájení v blízkém okolí desky a na desce nesmíme použít agresivní tavidla (elektron, eumetol aj.), protože páry tavidla se usazují v mikroskopických vrstvách na všech površích v blízkosti. Největším nebezpečím není možnost koroze součástek, ale vznik vodivých vrstev na spojkách. Mikroskopické vrstvy přitom nejsou běžnými způsoby zjistitelné a většinou odolávají pokusům o umytí běžnými prostředky. Je nutné používat demineralizovanou vodu, perchlóretylenu a jiných čistých rozpouštědel, většinou v ultrazvukových pračkách. Ani u očištěné desky nemáme jistotu. Závada se může znovu objevit po delším čase - až vysušené zbytky tavidel znovu nasají vodu z vlhkosti v ovzduší.

Desky jsou citlivé na znečištění. Nejnebezpečnější jsou malé kovové částice. Proto v zařízení, kde jsou desky osazeny, neprovádíme žádné dodatečné mechanické úpravy (vrtání, pilování). V nevyhnutelných případech snížíme možnost znečištění desky jejím zakrytím a stálým vysáváním odpadu z obráběného místa. Velmi nevhodné je v takových případech čištění desky ofukováním, protože nikdy nevíme, kam vodivé piliny odfoukneme. Nevodivý prach, který se na deskách usazuje, zabraňuje přenosu tepla. U silně znečištěných desek může dojít k přehřátí součástek. Prach proto v pravidelných intervalech odsáváme. Znečištění desky politím vodou (a roztoky vody) je zvláště nebezpečné, protože po vysušení vody zůstanou na povrchu desky zbytky solí. Ty jsou hydrofobické a nasávají vlhkost z okolí. Tím se stanou po čase opět vodivými. Takto znečištěnou desku je třeba důkladně (několikrát) omýt demineralizovanou vodou (je to voda zbavená minerálních látek pomocí iontové výměny - je to levnější způsob než destilace). Vodu stále měníme. Pokud máme možnost, použijeme ultrazvukovou pračku. Velmi vhodné je v průběhu čištění měřit svodový odpor například mezi dvěma sousedními spoji na desce. Některé desky, osazené citlivějšími prvky se omýt nepodaří, a rovněž desky u zařízení, kde požadujeme vysokou spolehlivost, raději vyřadíme a nahradíme novými. Při mytí a čištění desek není vhodné používat běžné přípravky. Pro elektroniku jsou doporučeny prostředky s vyšším stupněm čistoty. Je například prokázáno, že některé složky v běžném denaturovaném lihu mají schopnost pronikat podél vývodů do běžných epoxidových pouzder integrovaných obvodů, kde po čase způsobí závady.

Před manipulací s deskami citlivými na elektrostatický náboj zkratujeme jejich konektory. Zkrat odstraníme těsně před zasunutím desky do zařízení. Při manipulaci provádíme opatření pro snížení možnosti vzniku elektrostatického náboje.

Dnes se stále více používá součástek s velkou hustotou integrace. U takovýchto součástek jsou hodnoty napětí, která dokáží součástku zničit, zvláště nízké. Často stačí k poškození i výboj statické elektřiny při manipulaci s deskou. Desky citlivé na statické náboje jsou označeny symbolem přeškrtnuté ruky v trojúhelníku. Takové desky jsou dodávány se zkratovanými vývody a zabalené v antistatických obalech. Desku vybalujeme a zkraty odstraňujeme těsně před montáží. U běžných desek stačí jako opatření před rozbalením a uchopením desky vyrovnání potenciálů - zařízení, do kterého budeme desku montovat, spojíme vodivě se zemí (na kolík zásuvky), dotkneme se jej rukou a zabalenou deskou. Ihned poté odstraníme obal a zkrat a desku zasuneme. Dbáme na to abychom měli pokožku ve stálém kontaktu jak s deskou, tak se zařízením do kterého budeme desku montovat. Pokud se deska připojuje pájením, nejprve desku namontujeme. Pokud montážní prvky nezajistí vodivé spojení desky se zařízením, použijeme pomocné propojky z lanka a svorky. Pájíme odporovou páječkou napájenou malým napětím. Hrot páječky musí být vodivě spojen se



zařizováním. U citlivějších desek potřebujeme spolehlivé propojení desky, zařízení, páječky, měřících přístrojů a své osoby se zemí. Používají se antistatické náramky, boty s polovodivou podrážkou a jiná opatření k zamezení vzniku náboje. Velmi účinné opatření je zvýšení vlhkosti vzduchu a použití ionizátorů.

Konektorů desek (zvláště zlacených) se nikdy nedotýkáme přímo rukou.

Povrch těla vždy obsahuje kyseliny (z potu). U konektorů, patič apod. stačí nepatrné znečištění, které může způsobit pozdější nespolehlivou funkci zařízení. Zvláštní pozor si dáváme na přímé konektory. Vývody nožů jsou vyleptány přímo na desce, a v těchto místech není deska chráněna vrstvou laku. Jakékoliv nečistoty v tomto místě mohou velmi snadno způsobit vodivé spojení sousedních nožů.

Desky nikdy neskladujeme ani nemontujeme v blízkosti zařízení, která uvolňují žíravé páry (akumulátory). Agresivní páry, které se uvolňují ze zařízení v blízkosti desek, se na deskách usazují. Po čase může dojít k poruše funkce desky, protože kyseliny nebo soli způsobí vodivé spojení na povrchu desky.

Nikdy nevystavujeme desky teplotám pod  $-40^{\circ}\text{C}$ . Mohlo by dojít k rozpadu cínu v pájce. Cín má dvě krystalické formy - kovovou a nekovovou. V nekovové formě vypadá jako bílý prášek. Do nekovové formy cín přechází působením nízkých teplot. Tato změna se pak materiálem šíří i za normální teploty, a tak může dojít k rozpadu pájených spojů. Proto ani není vhodné používat čistý cín při pájení v elektrotechnice a elektronice. To bývá častá závada u přenosných rozhlasových přijímačů nebo u dlouho vypnutých zařízení v nevytápěných místnostech. Pak stačí všechny spoje propájet.

Při přenesení desky z chladné místnosti do teplé počkáme se zapojením až do vyrovnání teplot. Na chladné desce dojde k rosení - vysrážení vzdušné vlhkosti. Pokud na takovou desku připojíme napětí, může dojít k poškození citlivých součástek.

Teplotní šoky vznikají při přenášení zařízení a desek mezi prostorami s přílišnými rozdíly teplot. Může je způsobit i zapnutí studených zařízení, kdy dojde k prudkému nárůstu tepla, nebo přemístění studeného zařízení k sálavému zdroji tepla. S opačným případem přemístění ohřátého zařízení do studených prostor se tak často nesetkáme. Pokud je zařízení zapnuté, stačí vyprodukovat dostatek odpadního tepla pro udržení teploty v uzavřeném vnitřním prostoru zařízení. Vlivem prudkých rozdílů teplot dochází ke změnám rozměrů spojů, desek, pouzder a vývodů součástek. Tyto materiály jsou vybírané tak, aby měly podobnou teplotní roztažnost, takže při změně teploty dojde jen k malým rozměrovým posunům. Ovšem vlivem různé tepelné vodivosti materiálů se například měděné spoje a vývody prohřívají rychleji než laminát, epoxid nebo keramika, a tak až do vyrovnání teplot působí v součástce nebo na desce vnitřní pnutí. Při extrémních změnách teplot je toto pnutí tak velké, že může způsobit mechanické poškození průchodek vývodů součástek nebo přerušování obrazce spojů podobnému jako u mechanického poškození. Proto jakékoli zařízení s elektronickými prvky necháme po přenesení do teplé místnosti nějakou dobu v klidu, aby se teploty vyrovnaly a vlhkost se mohla odpařit.

Opravy na deskách provádí pouze pracovníci, kteří jsou na takové práce školeni. Při neodborné opravě velmi často dojde k neopravitelným poškozením desky.

Opravy desek plošných spojů jsou velmi náročné na odborné znalosti a kvalitu práce. Je prokázáno, že jakýkoli zásah do zapájené desky snižuje spolehlivost až o několik řádů (strojně zapájený spoj má průměrnou životnost 10 milionů hodin, ruční pouze 1 milion hodin). U nejnovějších desek se používají nové způsoby montáže, které jsou v podstatě bez zvláštního nářadí a zkušeností neopravitelné. Z tohoto důvodu se nevyplácí opravovat vlastní desky spojů a raději se opravy řeší výměnou celých dílů. Poškozené desky se likvidují. Teprve u oprav větších sérií zařízení se vyplatí zřizovat pracoviště na opravy desek. U starších zařízení je situace jednodušší. Desky plošných spojů neobsahují složité součástky, nejsou vícevrstvé a nemívají extrémně úzké spoje. Tam bývá pokus o opravu často úspěšný.