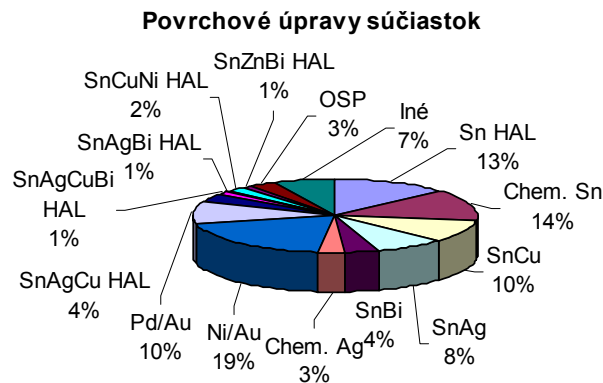


## 5. týždeň

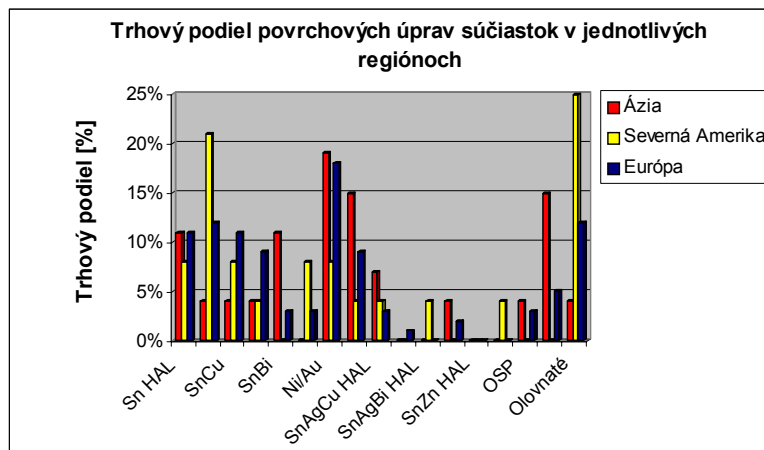
### 2.2 Povrchové úpravy súčiastok

#### Úvahy ohľadom bezolovnatých povrchových úprav súčiastok

Zmena v materiáloch povrchových úprav zo SnPb ku alternatívnym povrchovým úpravám (Obr. 17, Obr. 18) doviedla dodávateľov súčiastok k rastúcej potrebe kontroly.



Obr. 17 Pomerné zastúpenie zliatin povrchových úprav súčiastok



Obr. 18 Trhový podiel povrchových úprav DPS v jednotlivých regiónoch

Napriek zrozumiteľným sprievodcom ohľadom označovaní súčiastok (*IPC-1066/JEDEC-97 Labelling Standard*), dodávatelia súčiastok nepreukázali súdržnosť a jednotu pri identifikácii a označovaní súčiastok. V mnohých prípadoch výrobca súčiastok alebo dodávateľ nedokáže poskytnúť presné informácie o povrchovej úprave súčiastok. Neznáma povrchová úprava súčiastok je na podstatné zváženie pre diskretné súčiastky povrchovej montáže ako rezistory a kondenzátory, kde označovanie súčiastok môže byť zložitejšie.

Negatívne dôsledky nepoznania povrchovej úpravy môžu mať katastrofálne následky. Interakcie medzi materiálmi môžu podstatne zredukovať spoľahlivosť. Napríklad nízkoteplotná zliatina sa vytvorí, ak bizmut zreaguje s SnPb, čo môže negatívne ovplyvniť spoľahlivosť výrobku. Navyše niektoré povrchové úpravy sú citlivé na atmosférické podmienky a vyžadujú kontrolované prostredie pre krátkodobé aj dlhodobé skladovanie. Toto sú niektoré z hlavných dôvodov, prečo označovanie súčiastok a dôkladné kontroly sa stali ďalšou výzvou vzťahujúcou sa k zmene od olovnatých ku bezolovnatým spájkovacím systémom. Avšak riziko vzťahujúce sa k viskrom je väčšie v oblasti vysoko-spoľahlivej elektroniky používanej v drsných podmienkach.

Nedávne štúdie ukázali, že väčšina výrobcov vyrába bezolovnaté súčiastky s matnou cínovou povrchovou úpravou. Výrobcovia súčiastok uvádzajú ako hlavný dôvod cínovej povrchovej úpravy nízke náklady potrebné na zmenu z olovnatého na bezolovnatý systém, kompatibilitu so súčasnou skupinou rozšírených bezolovnatých spájk a nízke riziko porúch v oblasti spotrebných výrobkov. Najrozšírenejšou povrchovou úpravou je matný cín napriek možnosti tvorby viskrov. Vplyv cínových viskrov na vývody súčiastok bol mnohokrát zdokumentovaný. I keď je obmedzené množstvo informácií o mechanizme rastu viskrov, existuje veľký počet postupov na elimináciu tohto rastu. Odporúčané sú postupy ako napr. žihanie cínovej povrchovej úpravy, či komplexnejšie procesy ako pokovovanie pod cínovou povrchovou úpravou – teda napätie redukujúce pokovovanie pod cínovou povrchovou úpravou.

#### **Charakteristiky povrchových úprav:**

1. **Sn:** má vynikajúcu spájkovateľnosť s bezolovnatými spájkami, avšak len pri prvom spájkovaní. Je to jednozložková povrchová úprava, vhodná pre použitie pre pasívne súčiastky povrchovej montáže a pre súčiastky s pásikovými vývodmi. Existuje tu potenciálne riziko vzniku Sn viskrov. Sn má dobrú dostupnosť a nízku cenu.
2. **Sn/Ag a Sn/Ag/Cu:** má dobrú spájkovateľnosť s bezolovnatými spájkami. V dôsledku dvojzložkovej/trojzložkovej kompozície tejto povrchovej úpravy je proces plátovania náročnejší. Používa sa najmä pre BGA a CSP súčiastky. V dôsledku prítomnosti Sn riziko tvorby viskrov. Cena sa odvíja najmä od obsahu Ag.
3. **Sn/Cu:** dobrá spájkovateľnosť s bezolovnatými spájkami. V dôsledku dvojzložkovej kompozície povrchovej úpravy je pokovovanie náročnejšie. Použitie hlavne pre BGA a CSP súčiastky. V dôsledku prítomnosti Sn riziko tvorby viskrov. Táto povrchová úprava má nízku cenu - dobrá dostupnosť Sn a Cu.
4. **Ni/Au a Pd/Au:** povrchová úprava kompatibilná s bezolovnatými spájkami. Vyžaduje náročnejšie spájkovanie. Použitie pre súčiastky s jemným rozstupom vývodov. Z dôvodu absencie Sn sa netvorí viskre. V dôsledku prítomnosti Au vyššia cena.

5. **HASL:** proces povrchovej úpravy je podobný ako v prípade DPS. Pozostáva z ponorenia súčiastky do roztavenej spájky. Následne je nadbytočná spájka odstránená. Kontakt súčiastky ostáva spájkovateľný aj počas viacnásobného spájkovania, oplachovania, príp. skladovania. Nevýhodou je však nerovinnosť povrchu vrstvy spájky v porovnaní s inými povrchovými úpravami, táto povrchová úprava kontaktných plôšok nie je vhodný pre vývody s jemnými rozstupmi.
6. **Sn/Bi:** má dobrú spájkovateľnosť s bezolovnatými spájkami. V dôsledku dvojzložkovej kompozície povrchovej úpravy je pokovovanie náročnejšie. Použitie zvyčajne pre BGA a CSP súčiastky. Hlavná nevýhoda - Bi je toxický. V dôsledku prítomnosti Sn riziko tvorby viskrov.

## 2.3 Spájkovacia pasta

Spájkovacia pasta sa používa pri spájkovaní pretavením na prispájkovanie súčiastok technológie povrchovej montáže alebo technológie *Flip Chip*. Predstavuje homogénnu zmes prášku spájkovacej zliatiny s priemerom (15-45)  $\mu\text{m}$ , potrebného tavidla a ďalších prísad na zabezpečenie potrebnej viskozity, roztekania a lepidlosti. Hlavnými zložkami spájkovacích pást sú legované práškové zrníčka spájky a organické tavidlá. Prídavné zložky - nosná viskózna zmes a rozpúšťadlá zabezpečujú požadovanú viskozitu a priľnavosť ku rôznym materiálom. Tieto vlastnosti sú nevyhnutné pre fixovanie súčiastok povrchovej montáže na povrchu spájkovacej plôšky až do pretavenia pasty. Tavidlo a ostatné prímеси tvoria asi 11 % objemu pasty.

Spájkovacia pasta sa vyrába zmiešaním tavidla a kovového prášku. Snahou výrobcov je, aby sa podiel kovu priblížil čo najviac olovnatej paste (SnPb), t.j. aby bol podiel kovu v paste 90 % pri hustote tavidla 1 g/ml.

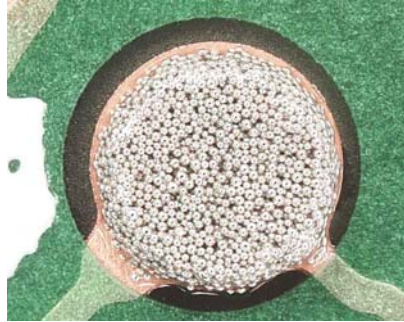
Častým problémom je aj reaktivita kovových zliatin s chemikáliou tavidla už len vplyvom teploty prostredia alebo vplyvom okolitej atmosféry. To vedie k zhrubnutej alebo na povrchu škupinovitej paste, čoho výsledkom je nedostatočný kontakt a krátka životnosť spoja. Z iného pohľadu zase nežiaduce oxidy nemusia byť odstrániteľné istými tavidlami, čo znamená hrudkovitú štruktúru, slabé zmáčanie, a tým ihneď viditeľný nekvalitný povrch.

Zloženie **kovového prášku** pasty pre spájkovanie pretavením je najčastejšie na báze zliatiny SnAgCu. Kovový prášok používaný v spájkovacích pastách sa vyrába zo spájkovacej zliatiny niekoľkými spôsobmi

- elektrolytickým vylučovaním – najčistejšia metóda, avšak častice kovu nemajú sférický tvar,
- mechanickým spracovaním pevného kovu (nepravidelný tvar častíc),
- chemickou redukciou alebo rozprašovaním roztaveného kovu (oválny až guľový tvar častíc) – najčastejšie používaná metóda.

Pri výrobe čiastočiek spájky (Obr. 19) sa dbá na dodržanie vyhovujúcej veľkosti, homogenity veľkosti, podmienok pre manipuláciu a skladovateľnosti. Veľkosť častíc sa volí v závislosti od použitého zariadenia

pre nanášanie pasty a veľkosti motívu na DPS. Kovové čiastočky spájky by mali byť v ideálnom prípade okrúhle a mali by mať rovnaké rozmery, pretože čiastočky, ktoré majú nepravidelný a pretiahnutý tvar, spôsobujú problémy pri aplikácii pasty. Čím sú guľôčky menšie (priemer 15  $\mu\text{m}$  -25  $\mu\text{m}$ ), tým je aj vyššia ich oxidovateľnosť kvôli ich celkovému väčšiemu povrchu, preto sa prášok metódou rozprašovania vyrába v prostredí, ktoré minimalizuje tvorbu oxidov, napríklad v ochrannej dusíkovej atmosfére. Veľké množstvo oxidov na povrchu malých častíc má nežiaduci vplyv na spájkovateľnosť. Preto sa v závislosti od veľkosti guľôčok mení aj obsah a zloženie tavidla v paste.



**Obr. 19 Guľôčky kovového prášku spájkovacej pasty (priemer 25  $\mu\text{m}$ )**

Pre kvalitu spájkovania má rozhodujúci význam zloženie pasty, spôsob a presnosť jej nanášania na DPS a morfológia práškovej spájky. Pre sieťotlač sú vhodné guľové alebo oválne častice, vyplňujúce ~30% plochy jedného otvoru v použitej sieťke. Typické hodnoty veľkosti častíc sú (20-75)  $\mu\text{m}$ . Podiel kovových častíc v spájke dosahuje (85-90)%.

Spájkovacia pasta je kombináciou kovového prášku (tvoreného guľôčkami zliatiny kovu) a tavidla. Zloženie spájkovacej pasty je navrhnuté so špecifickými charakteristikami času lepidlosti, životnosti šablóny a reológie (charakteristika tečenia surovej pasty). Starnutím a používaním spájkovacej pasty dochádza k zmene jej charakteristík. Správne zaobchádzanie s pastou uchová pôvodné vlastnosti pasty dlhšie, výsledkom je menší odpad znehodnotenej pasty, väčšia efektivita a nižšia intenzita chýb.

Vplyv vonkajších a technologických činiteľov na vlastnosti spájkovacej pasty možno zhrnúť do týchto bodov:

- vlhkosť,
- skladovanie,
- nadmerná teplota,
- podmienky tlače,
- príprava spájkovacej pasty: aklimatizácia,
- príprava spájkovacej pasty: premiešanie,
- nanášanie spájkovacej pasty na šablónu,
- skladovanie nádob s otvorenou spájkovacou pastou.

### Spôsoby aplikovania spájkovacej pasty na DPS:

- pretláčaním cez sieťku – sieťotlačou,
- tlačou cez šablónu, pričom ako materiál šablóny sa používa nerez alebo mosadz; existujú chemicky leptané šablóny, laserom rezané šablóny, galvanoplasticky vytvárané šablóny,
- injekčne alebo dávkovaním – za použitia vysokého tlaku.

Spájkovacie kovové čiastočky by mali byť okrúhle a mali by mať rovnaké rozmery v celom objeme materiálu. Čím sú guľôčky menšie, tým je proces tlačenia lepší, problémom je však ich vyššia oxidovateľnosť kvôli ich väčšiemu povrchu. Prášok sa preto vyrába metódou rozprašovania v ochrannéj dusíkovej atmosfére. Podstatné tiež je, aby aj počas manipulácie a skladovania pasty nedochádzalo k oxidácii kovových častíc, pretože veľké množstvo oxidov má nežiaduci vplyv na spájkovateľnosť.

**Veľkosť guľôčok spolu s tavidlami sú prispôsobené vhodnej aplikácii a typu spájkovania.** Avšak častice majúce nepravidelný a pretiahnutý tvar znamenajú potenciálne problém pri nanosení pasty. Kovový obsah pasty tvorí (85-90) % hmotnosti. Väčšie množstvo kovu má za následok vyššiu viskozitu pasty a minimalizuje možnosť vytvárania dutín a mostíkov v spojoch.

V oblasti technológie povrchovej montáže sa tlač spájkovacej pasty cez šablónu používa na nanášanie spájkovacej pasty na DPS. Požiadavka na väčší počet vývodov súčiastok, vyššiu výkonnosť, menšiu veľkosť a nižšiu hmotnosť súčiastok posúvajú vývoj šablón do oblasti vývodov s jemnými a ultra jemnými rozstupmi. Mnoho výrobcov stratí podstatné množstvo produkčného času (až 40%) riešením problémov súvisiacich s kvalitou tlače spájkovacej pasty. Tlač spájkovacej pasty je najkritickejšou časťou procesu povrchovej montáže. Nezávislé závery kontrol kvality hovoria, že až 60% chýb finálnych produktov vzťahujúcich sa k spájkovaniu súvisí s tlačou pasty. Čím skôr je chyba odhalená ešte v procese výroby (pred samotným spájkovaním), tým menej finančne náročné je jej následné odstránenie (po spájkovaní). Cena opráv a odstraňovania chýb ešte pred ukončením výrobného procesu je rôzna. Kvalita tlače spájkovacej pasty je kľúčovým faktorom konkurencieschopnosti výrobných spoločností.

Zámerom procesu tlače spájkovacej pasty cez šablónu je preniesť spájkovacia pastu cez otvor šablóny pohybom stierky, zanechávajúc požadované množstvo spájkovacej pasty na spájkovacích ploškách DPS. **Výška depozitu spájkovacej pasty, jeho plocha a objem sú určujúcimi faktormi kvality tlače.**

## 2.4 Tavidlá

Tavidlo je homogénna zmes chemických zlúčenín, ktoré sa môžu vyskytovať:

- v stave tekutom (na báze živíc),
- v stave tuhom (na báze organických látok),
- ako pasta z anorganických solí, kyselín a zásad.

V závislosti od použitej technológie spájkovania, množstva a druhu tavidla je po spájkovaní často potrebné odstrániť chemicky agresívne zvyšky tavidla vo vhodných rozpúšťadlách. Vývoj nových tavidiel je nasmerovaný na tavidlá na báze syntetických živíc, bez obsahu halogénov, s nízkou teplotou tavenia a minimálnymi, neagresívnymi zvyškami bez potreby ich oplachu. Okrem tavidla sa do spájkovej pasty pridávajú aj rozpúšťadlá a organické nosiče. Požadované základné vlastnosti spájkovaných spojov sú: vysoká elektrická vodivosť, odolnosť spojov voči korózii, oxidácii, pevnosť v ťahu a šmyku pri statickom a dynamickom namáhaní. **Elektrická vodivosť spoja** môže byť negatívne ovplyvnená chybami spájkovania (studený spoj, zanesenie tavidla do spoja, dutiny, kvaple, mostíky, nedostatočne vyplnený spoj, nedostatočný prechod spájky do základného materiálu, trhliny a pod.) a akosťou difúznej oblasti, ktorá má spravidla horšiu elektrickú vodivosť ako použitá spájka. **Odolnosť spojov voči korózii a oxidácii** môže byť ovplyvnená zvyškami tavidiel, ktoré v určitom prostredí vytvárajú agresívne pôsobiace elektrolyty, alebo priamo obsahujú agresívne aktivačné látky. Cyklická mechanická záťaž spájkovaného spoja spôsobená rozdielnym koeficientom teplotnej rozťažnosti základných materiálov (prvkov a podložky) môže viesť k únave spoja a ku vzniku drobných trhlín medzi zrnami spájky. Mechanické vlastnosti spojov však nie sú pre spájkovanie v elektrotechnike kritické a sú ovplyvňované len chybami pri spájkovaní.

Pri použití DPS sa najčastejšie používajú tekuté tavidlá, nanášané väčšinou napeňovaním, vlnou alebo striekaním. Tavidlá pre ručné spájkovanie a strojové spájkovanie nie sú zameniteľné.

Tavidlo spájkovacej pasty predstavuje (10-15) % jej hmotnosti. Používa sa za účelom dosiahnutia kompatibility zliatin s procesom pretavenia. Na vytvorenie kvalitného spájkovaného spoja musia byť spájané povrchy čisté a bez nežiaducich oxidov. Keďže je náročné chrániť povrch kovov pred oxidáciou, úlohou tavidla je odstrániť oxidy z povrchu spájaných kovov, zabrániť ich vzniku v procese spájkovania, zabrániť prístupu reakčných prvkov do oblasti spájkovaného spoja, zlepšiť zmáčavosť základných materiálov roztavenou spájkou – znížiť povrchové napätie rozhrania spájka-tavidlo, zabezpečiť nevyhnutné chemické čistenie kontaktov v priebehu spájkovania a prispieť k rovnomernému rozloženiu a dosiahnutiu teploty tavenia na ploche celej spájkovanej plochy.

Tavidlo okrem týchto spomínaných funkcií vplyva aj na vlastnosti spájkovacej pasty ako je jej viskozita a lepivosť. V procese spájkovania tavidlo pri svojom tavení pomáha dobrému roztečeniu tekutej spájky po spájkovanom povrchu. Tavidlo musí byť chemicky stále vzhľadom k teplote spájkovania, nesmie obsahovať zdraviu a životnému prostrediu škodlivé látky, musí spĺňať požiadavky na dostatočnú dobu skladovateľnosti, zvyšky tavidla musia mať inertný charakter alebo musia byť ľahko odstrániteľné. Z hľadiska použitia rozlišujeme tieto druhy tavidiel: tavidlá pre olovnaté, bezolovnaté spájky a univerzálne tavidlá. Ich aplikácia však závisí od konkrétnych požiadaviek technológie spájkovania. Existuje viacero štandardov, podľa ktorých sa delia tavidlá.

Z pohľadu typu, zloženia, aktivácie, formy a aplikácie delíme tavidlá (pre všetky druhy spájok) podľa americkej normy *MIL-F-14256* na:

1. **Oplachové:** po spájkovaní sa musia odstrániť, zanechávajú agresívne zvyšky poškodzujúce spájkovaný spoj (korózia).

2. **Bezoplachové:** nezanechávajú koróziu spôsobujúce zvyšky, môžu dokonca chrániť spoj pred vplyvom prostredia.
3. **Anorganické tavidlá:** vyskytujú sa vo forme pást alebo roztokov, sú vysoko korozívne. Existujú vo forme solí ako halogénové soli alebo soli bez halogénov.
4. **Organické tavidlá:** vyskytujú sa vo forme pást alebo kvapalín. Môžu byť:
  - **Rozpustné vo vode** - neaktivované tavidlá, aktivované tavidlá bez halogénov, halogénové tavidlá.
  - **Rozpustné v rozpúšťadle** – tavidlá na báze kolofónie, syntetické tavidlá.
5. **Živicové tavidlá** (podľa americkej normy MIL) na báze kolofónie sa podľa úrovne aktivity rozlišujú na úrovne:
  - a) **R (Resin – živica):** Neaktivované tavidlo s najnižšou aktivitou, pozostáva z čistej živice rozpustenej v rozpúšťadle (metylalkohol, izopropylalkohol). Je vhodné pre vysoko spájkovateľné povrchy, napr Cu, mosadze, Ag, Ni, avšak nie pre spájkovanie ocele. Zvyšky po spájkovaní sú nevodivé, nekorozívne, nie je nutné ich odstraňovať.
  - b) **RMA (Resin Middle Activated – jemne aktivovaná živica):** Pozostávajú zo živice, rozpúšťadla a malého množstva aktivátorov (kyseliny, halogenidy). Majú nízku aktivitu, vhodné pre ľahko spájkovateľné povrchy. Zvyšok po RMA tavidle je čistý, mäkký, spravidla nekorozívny, nevodivý. Ak je korozívny, jeho odstránenie je nevyhnutné. V prípade potreby je možné ho odstrániť vhodným rozpúšťadlom. Používa sa na spájkovanie Cu, Sn, SnPb.
  - c) **RA (Resin Activated – aktivovaná živica):** Pozostávajú zo živice, rozpúšťadla a agresívnych, účinnejších aktivátorov. Majú vyššiu aktivitu ako RMA, pretože sú určené pre mierne zoxidované, ťažko spájkovateľné povrchy. Urýchlene zmáčajú povrch. Zvyšky týchto tavidiel treba odstrániť ihneď po spájkovaní.
  - d) **RSA (Resin Strong Activated - silne aktivovaná živica):** Veľmi silne aktivovaná živicové tavidlo, podobné vlastnosti ako RA.
6. **NC (No-Clean – bezoplachové):** Pozostávajú zo živice, rozpúšťadla a malého množstva aktivátorov. Majú nízku aktivitu, vhodné pre ľahko spájkovateľné povrchy. Zvyšok po tavidle je čistý, tvrdý, nekorozívny, môže ostať na DPS. V prípade potreby je možné ho odstrániť vhodným rozpúšťadlom.
7. **WS (Water Soluable - vodou rozpustné):** Obsahujú organické kyseliny, tixotropné zlúčeniny, rozpúšťadlo. Poskytujú širokú úroveň aktivity, možnosť spájkovať aj najťažšie povrchy. Zvyšky sú korozívne, potrebné odstrániť, napr. 40°C vodou.
8. **Podľa použitej technológie spájkovania:** pre spájkovanie vlnou, pretavením, do jadra spájkovacích drôtov.

Ďalšia klasifikácia (Tab. 13), podľa *International Standard Organisation*, vychádza z chemického zloženia a úrovne aktivity tavidiel.

**Tab. 13 Klasifikácia tavidiel podľa DIN EN 61190-1-1**

Zloženie	Aktivita tavidla (% halogenidu)	Označenie aktivity tavidla	Klasifikácia tavidla podľa IEC	Klasifikácia tavidla podľa ISO
<b>Prírodná živica (Rosin-RO)</b>	nízka (0%)	L0	ROL0	1.1.1
	nízka (<0,5%)	L1	ROL1	1.1.2.W, 1.1.2.X
	mierna (0%)	M0	ROM0	1.1.3
	mierna (0,2%-2,0%)	M1	ROM1	1.1.2.Y, 1.1.2.X
	vysoká (0%)	H0	ROH0	1.1.3.X
	vysoká (>2%)	H1	ROH1	1.2.2.Z
<b>Živica (Resin-RE)</b>	nízka (0%)	L0	REL0	1.2.1
	nízka (<0,5%)	L1	REL1	1.2.2.W, 1.1.2.X
	mierna (0%)	M0	REM0	1.2.3
	mierna (0,2%-2,0%)	M1	REM1	1.2.2.Y, 1.1.2.X
	vysoká (0%)	H0	REH0	1.2.3.X
	vysoká (>2%)	H1	REH1	1.2.2.Z
<b>Organické (Organic-OR)</b>	nízka (0%)	L0	ORL0	2.2.1, 2.2.3.E
	nízka (<0,5%)	L1	ORL1	/
	mierna (0%)	M0	ORM0	/
	mierna (0,2%-2,0%)	M1	ORM1	2.1.2, 2.2.2
	vysoká (0%)	H0	ORH0	2.2.3.0
	vysoká (>2%)	H1	ORH1	2.2.2
<b>Anorganické (Inorganic-IN)</b>	nízka (0%)	L0	INL0	Neaplikovateľné
	nízka (<0,5%)	L1	INL1	
	mierna (0%)	M0	INM0	
	mierna (0,2%-2,0%)	M1	INM1	
	vysoká (0%)	H0	INH0	
	vysoká (>2%)	H1	INH1	



Posledná klasifikácia tavidiel (Tab. 14), podľa *International Standard Organisation*, vychádza zo zloženia tavidiel.

**Tab. 14 Delenie tavidiel podľa normy ISO 9454-1 *Soldering Fluxes***

Typ tavidla	Základ	Aktivátor	Forma
<b>1 živica</b>	1 živica	1 bez aktivátora	<b>A tekutá</b>
	2 iné živice	2 s halogenidmi	
<b>2 organické</b>	1 vodou rozpustné	3 bez halogenidov	
	2 vodou nerozpustné		<b>B pevná</b>
<b>3 anorganické</b>	1 soli	1 chlorid amónny	
		2 bez chloridu amónneho	<b>C pasta</b>
	2 kyseliny	1 fosforečné	
		2 iné kyseliny	
	3 alkálie	1 amíny a/alebo amoniaky	

Tavidlá pre bezolovnaté spájky musia predovšetkým zlepšovať ich zmáčavosť, čo vyplýva z vyššieho povrchového napätia týchto spájkok. V porovnaní s tavidlami pre olovnaté spájky musia vydržať vyššie teploty, avšak nesmie sa zvýšiť ich výparnosť. Táto vlastnosť je dôležitá z dôvodu prevencie tvorby napríklad mostíkov, ale aj iných chýb. Preto sa pre ne používajú tekuté tavidlá s vyšším podielom pevnej zložky (kvôli odparovaniu). Vo výrobe sa uplatňujú napr. vodou umývateľné tavidlá. Zanechávajú zvyšky po spájkovaní, obsahujú väčšie množstvo aktivátorov a viac agresívnych zložiek. Sú vhodné pre spájkovanie prekovených dier a medi. Keďže obsahujú veľa aktivátorov, zlepšuje sa tak zmáčavosť povrchu a znižuje oxidácia pri procese spracovania. Problémom je, že ich je potrebné potom odstrániť.

Ako vhodné, konkrétne, ekologické riešenie pre bezolovnaté spájky sa ukazujú tavidlá **VOC-free** (***Volatile Organic Compounds-free*** - tavidlá bez unikajúcich organických zložiek). Sú úplne environmentálne kompatibilné, veľmi rozdielne v porovnaní s oplachovanými tavidlami na báze napr. alkoholu. Obsahujú podiel pevnej zložky v rozsahu (4-15) %. Sú menej prchavé a ťažšie sa deponujú na substrát. Z dôvodu zlepšenej disociácie kyseliny v tekutej fáze je tento typ tavidiel rýchle aktívny (odstraňovanie oxidov). Tiež majú nulovú vzplanuteľnosť. Ako ideálny aktivátor sa pre ne ukazuje živica.

Živice majú ideálne chemické a fyzikálne vlastnosti, v tekutom stave majú čistiaci efekt pre spájkovaný povrch (najčastejšie meď), zlepšujú zmáčavosť spájky a tým kvalitu (elektrickú aj mechanickú) spoja. Ďalšia výhoda živíc je, že nie sú rozpustné vo vode, a teda poskytujú dostatočnú ochranu proti korózii, ktorá vzniká v dôsledku prítomnosti vlhkosti v prostredí. Poskytujú tiež dostatočný povrchový odpor.

Z praktického hľadiska sa ako vhodné ukazujú dva typy VOC-free tavidiel:

1. **VOC-free** tavidlo obsahujúce tiež dikarbolické kyseliny kvôli nižšej výparnosti.
2. **VOC-free** tavidlo obsahujúce živicu viazanú vo vode.

Obidva typy sú vhodné pre spájkovanie pretavením, pre bezolovnaté aplikácie. Poskytujú však horšiu zmačavosť v porovnaní s tavidlami na báze alkoholu, preto treba do nich pridávať zmačavosť podporujúce zložky.