

17

**MEZINÁRODNÍ
ODBOBNÝ
SEMINÁŘ**

**PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ
TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

SBORNÍK PŘEDNÁŠEK A PREZENTACÍ

24. – 25. 11. 2021

HOTEL MYSLIVNA
BRNO

CERTIFIKOVANÉ TECHNOLOGIE LEPENÍ V PRŮMYSLU

Viktor Kreibich – WAtch, a.s.

TECHNOLOGIE LEPENÍ

Technologie lepení nabývají v průmyslové výrobě stále více na významnosti. Úspěšně doplňují a v řadě aplikací již zcela nahrazují konvenční technologie spojování. Rozšíření tohoto průmyslového odvětví je podpořeno nejen dostupností a vývojem širokého portfolia materiálů pro lepení, ale i nabídkou kvalitních aplikačních zařízení a komponent pro tyto materiály. Tyto progresivní technologie lepení nabývají na významnosti i vzhledem k možnostem automatizace a řízení procesů ve výrobě lepených spojů. Vzhledem k výhodám lepeného spoje oproti konvenčním technologiím spojování lze předpokládat, že tento rostoucí trend výroby v průmyslu bude dále pokračovat.

Výrazné zastoupení technologií lepení lze nalézt především ve výrobě dopravních prostředků. Nejen v segmentu automobilového a leteckého průmyslu, ale ve všech firmách zabývajících se výrobou a opravami kolejových vozidel.

Technologie	Fabia II	Fabia III	Δ
Svařovací body [ks]	3 820	3 884	+64
Tavné svařování MAG[mm]	3050	1 658	-1 392
Pájení MIG[mm]	1 115	903	-212
Laserové pájení a svařování [mm]	4 398	4 425	+27
Lepení [mm]	27 657	35 399	+7 742

Příklad rostoucího trendu technologií lepení v automobilovém průmyslu. (Zdroj Škoda Auto)

NORMY

Obecně pro lepení v průmyslu je nyní v platnosti norma DIN 2304, která shrnuje kvalitativní požadavky na výrobu lepeného spoje. Z hlediska potenciálních bezpečnostních rizik a škod vzniklých eventuální poruchou lepeného spoje a náročností na příslušné odborné školení personálu dozoru procesu výroby je tato norma klasifikována čtyřmi kategoriemi S1 až S4, kde S1 je třída s nejvyšším nárokem na bezpečnost.

Norma DIN 2304 posuzuje proces lepení komplexně, přičemž návrh celé výroby lepeného spoje vychází z jednotlivých dílčích kroků: obecných principů lepení, plánování celé výroby, výběr vhodného materiálu požadovaných vlastností, konstrukce lepeného spoje, volby vhodného lepidla, přípravy povrchu, hledisek bezpečnosti a rizik ve vztahu k výslednému produktu, požadavků na přípravu výrobního pracoviště až po vlastní výrobu lepeného spoje.

Obecně je potřeba výrobu lepeného spoje zajistit tak, aby byl proces lepení stabilní a výsledek výroby reprodukovatelný. Vzhledem k tomu, že pouze metody nedestruktivního testování neumožňují rozpoznat potenciální defekty lepeného spoje, které se mohou projevit především později při reálném zatížení v provozu, patří technologie lepení mezi tzv. speciální procesy. Pro technologii lepení je tedy potřeba mít vhodné nástroje pro kontrolu kvality všech částí výroby a tím snížit rizika výskytu defektů lepeného spoje na minimum.

Na lepení v segmentu kolejových vozidel a jejich částí se nyní vztahuje norma DIN 6701. Výrobní firmy, které pro tuto oblast průmyslu zajišťují výrobu lepeného spoje, již podléhají nutně certifikaci dle této normy. Komplexní proces lepení je interně dozorován proškolenými pracovníky a externě ověřován a auditován dle příslušné kategorie.

Z hlediska bezpečnosti a potenciálních materiálových škod souvisejících bezprostředně s riziky lepení vyráběného dílu jsou definovány čtyři kategorie, a to A1 až A3 a Z. Všechny oficiálně certifikované společnosti jsou evidovány v Evropské databázi.

Jedním z hlavních důvodů pro tuto již povinnou certifikaci tohoto výrobního segmentu je dlouhodobě plánovaná životnost a s tím související vyžadovaná

bezpečnost kolejových vozidel v řádu desítek let oproti například výrobě automobilů nebo jiné průmyslové výrobě. Z toho je i odvislá hodnota těchto výrobků.

V tomto segmentu je kladen vysoký důraz nejen na proces lepení a zajištění jeho dostatečné stability a reprodukovatelnosti výroby. Používá se zde i termín „robustnost lepicího procesu“ a dbá se přísně na možná rizika, která přímo nebo nepřímo mohou výslednou kvalitu lepení ovlivnit. Ve výrobě lepeného spoje je také důležitá a časově velmi náročná fáze přípravy pro vlastní lepený spoj, která může konečný výsledek kvality zásadně ovlivnit.

PŘÍPRAVA POVRCHU

Zásadním předpokladem pro úspěšné lepení je nejen volba lepicího systému, vhodného pro danou aplikaci, tedy substrátu a lepidla, ale konečný vliv na kvalitu provedeného spoje má především správně připravený povrch tohoto substrátu tak, aby byly splněny podmínky adheze po celou dobu životnosti lepeného spoje. Kromě požadované čistoty a smáčivosti povrchu je důležitá i přítomnost aktivních funkčních skupin na povrchu substrátu, které jsou zodpovědné za fyzikální a chemické interakce mezi povrchem a nanášeným materiálem. Zásadním smyslem a cílem přípravy povrchu je zvýšit povrchové napětí substrátu. Pro lepení se udávají hodnoty požadované povrchové energie často nad 45 mN.m^{-1} .



Certifikované lepení v segmentu kolejových vozidel dle DIN 6701.



Stabilita a reprodukovatelnost procesu lepení.

Pro vhodnou přípravu povrchu substrátů před lepením se využívají různé metody nebo jejich kombinace založené na chemických a fyzikálních principech.

Mechanickými předúpravami povrchu docílíme zvýšení drsnosti povrchu a tedy i kontaktní plochy pro lepší ukotvení lepidla do vzniklých pórů, nicméně povrchová energie vlastního substrátu se v podstatě nezmění. Aplikace lepidel v průmyslové výrobě bezpodmínečně vyžadují čisté prostředí a definované podmínky a je tedy nutné tyto mechanické operace předúprav povrchů substrátů spojených s produkcí prachu jako např. broušení, tryskání vykonávat k tomu určených prostorech mimo prostory určené k vlastnímu lepení.

Chemické úpravy povrchu jako např. odmaštění, moření nebo použití tzv. primerů aktivují významně povrch substrátu pro lepení. Dochází nejen ke změně morfologie, ale i ke zvýšení energie povrchu.

Volbou vhodného primeru pro daný lepicí systém se docílí jednak jeho dobré fixace na povrch substrátu, a také díky nově vytvořené morfologii povrchu po správné aplikaci primeru a vzhledem ke specifickým funkčním skupinám, které obsahuje, je zaručena výborná adheze daného lepidla k primeru. Vzniká zde pevná chemická vazba mezi povrchem a lepidlem. Navíc primer může zabránit i korozi substrátu pod naneseným lepidlem a tím zabránit porušení adheze lepeného spoje šířící se korozí na vlastním substrátu.



Úprava povrchu plazmou (Zdroj Plasmatreat)

Mezi fyzikální metody, které umožňují jak očištění povrchu od stopových nečistot, tak i zvýšení energie vznikem specifických aktivních skupin a dipólů na povrchu, patří úprava plazmou. Tato technika předúpravy povrchu je velmi rychlá a efektivní a lze s výhodou použít bezprostředně před lepením tzv. „online“. Lze ji tedy s výhodou zařadit i do plně automatizovaných linek lepení.

LEPIDLA

V současné době existuje na trhu velké množství různých lepidel a tmelů, navíc stále probíhá vývoj nových typů materiálů nebo stávající se modifikují za účelem získání specifických vlastností pro uplatnění v různých aplikacích lepených spojů.



Ruční aplikace 1K polyuretanu s urychlovačem vytvrzení.

Jedno ze základních hledisek volby vhodného materiálu je požadavek na zatížení lepeného spoje. Pokud vyžadujeme určitou pevnost vytvořeného spoje, hovoříme o lepení. Pro návrh vhodného lepeného spoje je třeba zohlednit podmínku, aby jeho reálné zatížení v provozu bylo vždy nižší než maximální možné zatížení zjištěné konstrukčním výpočtem. Na pevnost spoje z dlouhodobého hlediska má výrazný vliv i změna vlastností lepidla jeho stárnutím. Pokud se jedná o nanášení materiálu bez požadavku na silové zatížení, např. zatěsnění nebo vyplnění nějakého prostoru na substrátu, mluvíme o tmelení. Typickým příkladem aplikace tmelení je např. zalévání elektroniky nízkoviskozními materiály. Přesto společnou a důležitou vlastností obou jmenovaných systémů aplikace materiálů je jejich adheze k povrchu, která je vždy nutnou podmínkou certifikovaného průmyslového lepení. Adheze je nutné ověřovat příslušnými normovanými destruktivními metodami.

Pro lepicí systémy, kde je použito např. různých substrátů s rozdílnou teplotní roztažností, je vyžadována volba materiálu s možností dilatace ve spoji, aby nedošlo k adheznímu nebo koheznímu porušení. Jako vhodný typ materiálu je zde s výhodou využito elastomeru, který navíc plní i pevnostní požadavky na spoj. Pro volbu materiálu je nutné dále uvažovat působení vnějšího prostředí, které by mohlo způsobovat degradaci spoje, jako UV záření, teplota a její rychlé změny, vlhkost, přítomnost chemických látek atd. Proto i testy stárnutí je potřeba přizpůsobit celkově reálným podmínkám lepicího systému.

Příkladem lepidel s elastickými vlastnostmi mohou být polyuretany, MS polymery nebo silikony. Pracovní oblast těchto elastomerů je nad teplotou jejich skelného přechodu.

Pro lepení, kde je vyžadována vysoká pevnost spoje, se nabízejí strukturální lepidla s vysokou hustotou zesíťování výsledného polymeru. Obecně platí, že tento typ lepidel má po vytvrzení výrazně nižší houževnatost. Příkladem mohou být 2K Epoxidy nebo také 2K Polyuretany. Pracovní oblast těchto strukturálních lepidel se pohybuje pod teplotou skelného přechodu. Tuto teplotu a tedy i vlastnosti lepidla je možné do jisté míry také ovlivnit podmínkami vytvrzování při vzniku 3D sítě výsledného polymeru.

KVALITA

V průmyslovém lepení má na kvalitu a spolehlivost výroby nezanedbatelný vliv i kvalita a stav lepicího zařízení popřípadě celé technologie lepení. Je principiálně lhostejné, zda se jedná jen o relativně jednoduché aplikační zařízení např. pro ruční nanášení 1K lepidla, nebo o komplexní linku lepení s vysokým stupněm automatizace integrované do výrobního řetězce včetně např. zajištění vhodných předúprav povrchu lepeného dílu, či následné manipulace a kompletace slepeného celku.



Příprava vzorků a testování lepených spojů v čisté místnosti.

Zejména ve výroбах, které již podléhají certifikaci lepicího procesu dle příslušných norem a kde je tedy vyžadována reprodukovatelnost, stabilita a již zmíněná „robustnost“ celého procesu lepení, je nutné zvolit vhodné výrobní zařízení pro lepení od dodavatele, který je nejen specialistou v oboru lepení na trhu, ale má i dobré reference a zkušenosti s dodávkou, instalací a provozem vybavení pro podobný druh výroby lepeného spoje.

Pokud s danou aplikací a především s lepicím materiálem nemá dodavatel technologie již zkušenosti z předchozích realizací, existuje riziko problémů při náběhu provozu. Proto je určitě vhodné před vlastní dodávkou a instalací přístrojového vybavení u zákazníka tuto aplikaci předem otestovat a odladit tak technologii ještě u dodavatele, a to na reálných vzorcích s materiálem, který bude

pro lepení přímo využíván ve výrobě. Samozřejmě vzájemná podpora a součinnost dodavatele a zákazníka při realizaci takového projektu je zde velkým pozitivem. Takto se maximálně urychlí a významně zefektivní celý proces předání funkčního celku do výroby a případné nedostatky, rizika a další neplánované časové a finanční náklady se tak omezí na minimum.

Pro kvalitu a stabilitu výroby lepeného spoje je velmi důležité uvážit i četnost provozního využívání dodané technologie a vzhledem k tomu nastavit její pravidelnou inspekční, záruční a pozáruční kontrolu dodavatelskou, tedy odbornou firmou již od počátku realizace celého projektu.

Doporučuje se též nepodcenit pravidelnou běžnou údržbu vybavení, odborný servis a včasnou výměnu opotřebitelných dílů dle doporučení dodavatele. Jedině tak lze docílit odpovídající kvalitu lepení a neohrozit tak požadovanou „robustnost“ celé technologie lepení.

Certifikace výrobních firem v oboru lepení dle uznávaných norem je pro tyto firmy jistou deklarací s ověřením, že jejich výroba lepeného spoje splňuje uznávaný standard kvality výroby s požadavky kladenými na výrobu a bezpečnost lepeného spoje dle příslušných norem a kategorií. Aby byla kvalita výroby dodržována, je potřeba provádět i doporučené inspekce a ověření technologii

popř. jejich částí příslušnými specialisty v oboru lepení a zvláště pravidelné povinné audity celého výrobního procesu. Je nutné si uvědomit, že za kvalitu v technologii lepení zodpovídá vždy výrobní společnost, a proto je třeba včas a efektivně předcházet možným nedostatkům ve výrobě.



Certifikace výrobních společností a vzdělávání personálu v oboru lepení přináší nové příležitosti na trhu nejen pro samotné certifikované výrobní firmy, ale i dobré jméno spojené s kvalitou pro dodavatele materiálů, aplikačních zařízení, komponent a komplexních technologií, ale i poskytovatele odborného školení v lepení.

Společnost WAtch a.s. je technologická firma, která se zabývá komplexními dodávkami, vývojem, konstrukční a projekční činností a vizualizací systémů automatizace, robotizace a technologiemi pro průmyslové aplikace barev a lepidel.

V našem Technologickém inovačním centru v Rudné se nachází:

- Konstrukční a projekční kancelář
- Vývojové a technologické centrum
- Projektování elektro, programování PLC
- Vizualizace procesů, studie proveditelnosti
- Návrh a vývoj technologických postupů
- Průmyslové technologie pro povrchové úpravy
- Komponenty pro práškové lakování, mokré lakování a lepení

Informace o nabízených produktech, technologiích a řadě dalších našich úspěšně zrealizovaných projektech naleznete na:

WAtch a.s., Tel.: +420 277 001 002, info@watech.cz, www.watech.cz