

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

Jiří Krasula

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Výhody a nevýhody lepení části karoserie silničního vozidla ve srovnání s jinými
používanými technologickými postupy

Jiří Krasula

Bakalářská práce
2008

PODKLAD PRO ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA:	OSOBNÍ ČÍSLO:
KRASULA Jiří	Bezručova 113; Horní Benešov	D03178

NÁZEV TÉMATU ČESKY:

Výhody a nevýhody lepení části karoserie silničního vozidla ve srovnání s jinými používanými technologickými postupy

NÁZEV TÉMATU ANGLICKY:

VEDOUCÍ PRÁCE:

doc. Dr. Ing. Libor Beneš

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Úvod
2. Technologický postup lepení materiálů
2. Druhy řad lepidel firmy Sika a jejich využití v automobilovém průmyslu
3. Metodika lepení lepidlem řady SikaPower
4. Vlastnosti lepených spojů
5. Porovnání lepení s vybranými technologickými postupy
6. Experimentální část
 - provedení zkoušek lepených spojů vybranými metodami
 - výsledky zkoušek
7. Vyhodnocení výsledků zkoušek
8. Závěr
9. Přehled použité literatury

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

Vasilko K. a kol.: Nové materiály a technologie ich spracovania, Alfa Bratislava 1990.
Žák J.: Teorie svařování, učební texty VUT FSI v Brně 1986
ČSN EN 1464 Lepidla. Stanovení odolnosti vysoce pevných lepených spojů proti odlupování. Metoda kontinuálního navíjení
ČSN EN 1465 Lepidla - Stanovení smykové pevnosti v tahu tuhých adherendů na přeplátovaných tělesech
Interní data firmy Sika

SOUHRN

Práce je věnována problematice lepení, jejími výhodami a nevýhodami. Dále stručně porovnává lepení s jinými technologiemi. Praktická část se zabývá problematikou srovnatelnosti vlastností konkrétních typů lepidel s bodovým svařováním a vyhodnocuje výsledky za účelem praktického využití.

KLÍČOVÁ SLOVA

lepení kovů, lepidla, svařování, karoserie, destruktivní zkouška

TITLE

Advantages and Disadvantages of sticking parts of road vehicle's body, as compared with different kinds of job description operandi

ABSTRACT

The aim of this work is to investigate sticking technologies, evaluate their properties and comparing these technologies with others. Using the method of welding point, the properties of specific kinds of glues, was interpreted in experimental part, for practical utilization as well.

KEYWORDS

adhesive bonding, stick, welding, body, destructive test

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi s touto bakalářskou prací pomáhali. Předně mému vedoucímu práce panu doc. Dr. Ing. Liboru Benešovi za cenné rady, připomínky a poskytované konzultace. Nemenší dík patří zaměstnancům firmy Sika CZ, s. r. o., kteří mi ochotně poskytovali přístup k potřebným materiálům. Velký dík patří především panu Ing. Tomáši Halamíkovi, MBA, za jeho pomoc, rady, připomínky a hodnotný přínos z praxe.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1. TECHNOLOGICKÝ POSTUP LEPENÍ MATERIÁLŮ.....	8
1. 1. Základy technologie lepení.....	8
1. 2. Výběr lepidla a jejich rozdělení.....	10
1. 3. Postup lepení.....	10
2. DRUHY ŘAD LEPIDEL FIRMY SIKA A JEJICH VYUŽITÍ V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU.....	13
2. 1. Konstrukční lepidla.....	13
3. METODIKA LEPENÍ LEPIDLEM ŘADY SIKAPOWER.....	17
3. 1. Vlastnosti a použití.....	17
3. 2. Pokyny pro práci s tímto lepidlem.....	18
4. VLASTNOSTI LEPENÝCH SPOJŮ.....	21
4. 1. Důležité zkoušky pro materiálové listy výrobců.....	24
5. POROVNÁNÍ LEPENÍ S VYBRANÝMI TECHNOLOGICKÝMI POSTUPY.....	27
6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	29
6. 1. Provedení zkoušek lepených spojů vybranými metodami.....	29
6. 2. Výsledky zkoušek.....	31
7. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK.....	33
7. 1. Zhodnocení jednotlivých vzorků po provedení tahové zkoušky.....	33
ZÁVĚR.....	35
SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	37
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	38
SEZNAM TABULEK.....	39
SEZNAM PŘÍLOH.....	40

ÚVOD

Již v době kamenné najdeme zmínky o lepení materiálů, kde si tehdejší člověk, za pomoci smoly lepil hroty svých šípů, avšak využití lepení, jakožto jednoho z mnoha druhů technologií k spojení materiálu, je poměrně „mladým“ způsobem. Až v období po druhé světové válce lepidla zaznamenala nárůst prestiže způsobený vývojem nových možností jejich výroby a využití, ale stále byla zastíněna tradičními technologiemi, za které jsou považovány svařování a nýtování či šroubové spojení. Z důvodů nedostatku zkušeností a teoretických znalostí vzbuzovala lepidla stále nedůvěru, a tak byla používána pouze jako doplňkový prostředek. Zhruba v polovině sedmdesátých let se dostávají lepidla do popředí převážně v aviatice a postupem času si nacházejí díky svým výhodám cestu i do ostatních odvětví, jako je stavebnictví a strojírenství. Dnes jsou již lepidla velmi známým fenoménem a v některých případech se prosadila natolik, že si dovoluji tvrdit, že jsou téměř nepostradatelnou součástí průmyslu.

Základní předností lepení je pokrokovost a flexibilita použití, spočívající v obrovských možnostech potenciálu vývoje ve výrobě. Pokud je spoj vhodně konstruován, pak lepené provedení oproti klasickému, zvyšuje celkovou pevnost. Obvykle je tato technologie použita ke spojení lehkých kovů či neželezných slitin.

Lepidla jsou nekovové materiály rostlinného, živočišného nebo syntetického původu, které mají vysokou vnitřní soudržnost a přilnavost k povrchu tuhých látek. Lepení kovových materiálů provádíme především tam, kde nechceme poškodit materiálovou strukturu kovu, neboť jakýkoliv svar způsobuje nežádoucí místo koncentrace napětí při namáhání součásti (vrub) a ne vždy je tedy vhodné součást nýtovat. Pokud lze tyto metody nahradit, aniž bychom narušili funkčnost daného celku, pak je právě zde to pravé místo pro uplatnění technologie lepení.

Z těchto předpokladů vychází i má bakalářská práce, která se zabývá lepenými spoji, jejich vlastnostmi a srovnáním jednotlivých technologií v praxi.

Jedním z největších odborníků, co se lepení týče, je v České republice firma Sika, CZ s.r.o. se svým odvětvím Industry. Tato firma spolupracuje s předními, celosvětově známými automobilkami a koncerny, zabývajícími se výrobou silničních vozidel. Pod jeden takovýto koncern patří i největší výrobce autobusů v ČR, který v současné době připevňuje střechy svých autobusů pomocí „bodových svarů“ mezi nosnou skeletovou konstrukci

karoserie a střechy. Tato skutečnost mě dovedla k myšlence vypracování této práce, která si klade za cíl zpochybnit dosavadní použití bodového sváření a dokázat výhody lepeného spoje, v tomto případě na základě praktických zkoušek a pokusů.

1. TECHNOLOGICKÝ POSTUP LEPENÍ MATERIÁLŮ

1. 1. Základy technologie lepení

Lepení znamená spojení dvou různých ploch prostřednictvím lepidla (adheziva), které má dobrou přilnavost k oběma plochám. Každé lepidlo musí být po dobu procesu ve stavu tekutém, aby se zajistila vhodná přilnavost k oběma materiálům. V současné době se metoda lepení stala jednou ze základních technologií pro spojování kovových a nekovových materiálů či pro jejich kombinace a to téměř ve všech průmyslových odvětvích. Při použití lepení není základní spojovaný materiál v drtivé většině případů, vynecháme-li chemické působení lepidel, aktivátorů a primerů, nikterak ovlivněn. Netvoří se tedy vrub, co by místo koncentrace napětí. V automobilovém průmyslu lze tedy sledovat výhodné vlastnosti, kterými jsou především ekonomičnost, flexibilita a efektivnost spojení. V některých případech dokonce převyšuje lepený spoj ostatní druhy i svou životností.

Technolog či konstruktér má při použití lepeného spojení dva druhy úkolů: nalézat pro specifický případ vhodný typ lepidla a souvisejících doplňků, nebo pro daný typ lepidla nalézt odpovídající aplikaci. Obecně lze tvrdit, že jde spíše o spojení obou předcházejících úkolů. Nedílnou součástí lepení jsou prostředky pro přípravu povrchu materiálu a spoje. I zde je třeba dbát na důkladný výběr, neboť prostředky pro přípravu základního a spojovaného materiálu přímo ovlivňují životnost, soudržnost a pevnost spoje.

U lepených spojů se sledují tyto čtyři parametry: smáčivost, soudržnost, adheze a koheze.

Adheze čili přilnavost je vlastnost vyjadřující schopnost lepidla dostatečně přilnout k povrchu materiálu, neboli se navzájem přitahovat se základním materiálem adhezními silami, souvisejícími s molekulární strukturou lepidla. Je tedy důsledkem působení fyzikálních sil mezi molekulami a chemických vazeb těchto molekul. Pokud by lepidlo nebylo schopno navázat toto spojení (přilnout k materiálu), pak by se spoj rozlepil na rozhraní lepidlo – lepený materiál (adherend), což je absolutně nepřijatelné a v tomto případě je lepidlo nepoužitelné, neboť vnitřní soudržnost (koheze; viz dále) a vlastní pevnost materiálu převyšují svou vazbou adhezi.

Adhezní vazba vzniká v podstatě dvojím způsobem, a to mechanickou nebo chemickou vazbou. Mechanická vazba se uplatňuje hlavně u materiálů s členitým povrchem a porézních (pórovitý materiál více saje) materiálů. Lepidlo zde zatéká do „mezer“ v povrchu materiálu,

kde po ztuhnutí „drží“ spoj jakýmsi pomyslným ukotvením a je spojeno přímo se strukturou materiálu. Chemická vazba se pak uplatňuje rovněž u porézních materiálů, avšak její přednosti ji předurčují především k použití jemně drsných ale i zcela hladkých materiálů. Tato teorie je založena především, jak již název napovídá, především na chemickém působení lepidla a lepeného povrchu. Proto se dobře lepí povrchy, které mají reaktivní povrch, nebo předem upravené povrchy tak, aby mohla proběhnout chemická reakce v kovalentních vrstvách.

Koheze, někdy také nazývána vnitřní adheze, je tzv. soudržnost, představující hlavní vlastnost pro určení pevnosti lepidla. Popisuje stav látky, při kterém částice působením mezimolekulárních a valenčních sil drží pohromadě. Kohezní vlastnost lepidla závisí výhradně na jeho složení a charakteru. Velikost koheze udává potřebnou energii pro překonání sil mezi molekulami, neboli jak velkou energii je třeba vynaložit, aby se od sebe odtrhly jednotlivé vnitřní částičky a narušila se tak vnitřní stabilita.

Koheze a adheze spolu určují základní srovnávací prvky, jak samotného provedení spojení, tak i jeho zkoušení.

Smáčivost charakterizuje povrchové napětí lepidla. Pokud je jeho hodnota vyšší než u materiálu lepeného povrchu, pak nedojde ke smočení, neboť lepidlo se neudrží na lepeném materiálu a má tendenci po jeho povrchu „cestovat“. V opačném případě se na materiálu udrží a vytvoří tak vhodné podmínky pro spojení.

Soudržnost (pevnost) je porovnávací parametr, který charakterizuje výdrž spoje ve srovnání koheze, resp. adheze vůči zatěžující síle.



Obrázek 1: Schéma různých stupňů smáčivosti (zdroj: autor)

1. 2. Výběr lepidla a jejich rozdělení

Při výběru lepidel pro obecné konstrukční zadání se řídíme požadavky, které jsou kladeny na budoucí provoz lepeného spoje. Hlavním kritériem pro výběr adheziv je znalost složení, struktury a propustnosti plynů u obou z lepených materiálů, jejich fyzikální vlastnosti a požadavky na kvalitu lepeného spoje. Dalšími pak jsou: vlivy prostředí, v nichž bude spoj provozován, jakým druhům namáhání bude vystaven, tvar a provedení ploch, které mají být spojeny, velikost plochy, jež má být lepena, časový harmonogram práce, ekologická zátěž a samozřejmě finanční bilance.

Základní rozdělení v technické praxi zohledňuje mnoho ukazatelů, za nejobecnější lze považovat rozdělení dle chemického složení. Podle původu základní složky je pak možno lepidla rozdělit na syntetická a přírodní; přírodní pak dále na organická a anorganická. Syntetická adheziva lze nadále rozlišovat podle jejich výchozího prvku (báze) na reaktoplasty, termoplasty, elastomery (kaučuková adheziva) a směsi. Dalším vhodným rozčleněním je fyzikální podstata lepidla, která rozlišuje adheziva podle toho, zda jsou pevná, polopevná či tekutá. Tekutá se dělí dále na roztoková, pasty, pěny a disperze (směs vody s polymerem, který není ve vodě rozpuštěn).

Jelikož není cílem této práce obsáhle zkoumat rozdělení lepidel, uvádím zde již poslední členění, které je závislé na tom, zda adhezivum tuhne či vytvrzuje chemickou reakcí. Do první kategorie se řadí: roztoková a disperzní lepidla, která tuhnou odpařením rozpouštědel a vsáknutím do povrchu adherendu, dále do této skupiny patří lepidla, která jsou citlivá na tlak. Jistě si každý dokáže představit klasickou lepicí pásku, která je typickým představitelem této kategorie. Posledním zástupcem této kategorie jsou lepidla tavná, která tuhnou v závislosti na chlazení, původně přehřátého adheziva do podoby taveniny a jeho zpětným ochlazením. Druhou kategorií pak zastupují veškerá lepidla vytvrzování pomocí chemické reakce.

1. 3. Postup lepení

Postup lepení je celkem jednoduchý proces a dá se popsat několika fázemi.

Příprava spojovaných materiálů

U většiny spojovaných materiálů je třeba činné plochy, na které se bude nanášet lepidlo, zbavit nečistot, koroze či oxidace, odmastit, popř. zdrsnit vhodnými prostředky. Dále je nutné dbát na konstrukční provedení spojů, ať už se jedná o koutové, ploché či další a mnohem rozmanitější způsoby. V zásadě platí, že musíme volit takové kombinace provedení, abychom

nepodporovali namáhání spoje na odlup a tím nesnižovali jeho životnost. Nejjednodušším provedením lepeného spoje je tzv. velkoplošný spoj, kde se po celé šířce a délce nanáší malá vrstva lepidla. Tohoto způsobu se využívá u sendvičových konstrukcí. Mnohem více se však používá provedení přeplátovaným spojem. Zde je umístění činných ploch budoucího lepeného spoje provedeno podobně jako u sváření. Délka přeplátování je odvislá od tloušťky materiálu a jeho druhu. Dále je možno lepený spoj vytvářet jako koutový, násuvný atd.

Někdy je zapotřebí urychlit ztuhnutí lepidla a zároveň zajistit správné a rovnoměrné vytvrzení. K tomu slouží aktivátor, který dále zvyšuje kohezi a zajišťuje nezávislost na relativní vlhkosti vzduchu okolí, jež je pro většinu lepidel nejdůležitějším předpokladem pro správné vytvrzení.

Příprava lepidel

Pokud se nejedná o lepidla, která jsou již namíchána a standardně dodávána v kartuších, „salámech“ či hobocích, kde jsou předmíchána, je třeba si lepidlo připravit. Například pokud se adhezivo dodává v prášku, je nutné ho smíchat s příslušným rozpouštědlem podle pokynů výrobce. Některá lepidla vyžadují promíchání, následné odstátí a opětovné promísení, jiná zase pouhé smísení s danou látkou, jak již bylo uvedeno, návod pro přípravu dodává samotný výrobce a pokud chceme dosáhnout předepsaných vlastností lepidla, je třeba tyto pokyny dodržovat.

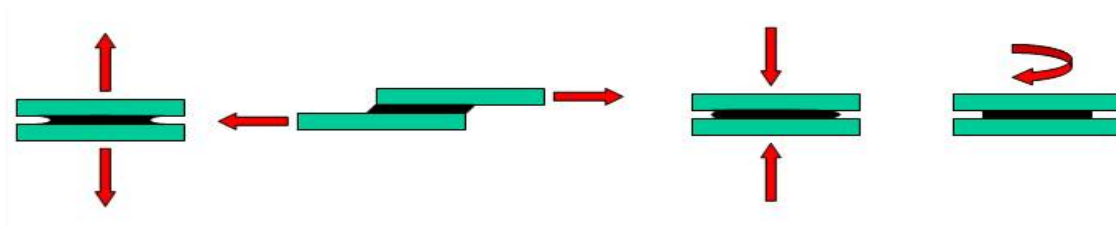
Nános lepidla

Jedním z předpokladů pro dosažení vzniku správné soudržnosti je nanesení rovnoměrného a přiměřeného filmu lepidla; ten je závislý na vlastnostech daného lepidla, lepených materiálů, způsobu jeho tuhnutí resp. vytvrzování. Rozhodujícím vlivem tloušťky filmu lepidla je struktura lepených materiálů. U vysoce savých materiálů musí být použita dosti úsporná vrstva a to z toho důvodu, aby byl spoj dost pevný resp., aby se zaručila dostatečná smáčivost, ale zároveň, abychom předešli prosáknutí lepidla. Nanesení lepidla je možno provádět na oba lepené materiály, nebo jen na jeden z nich. Samotný nános lepidel lze provádět samozřejmě podle jejich vlastností, vytlačení z tub, kartuší či „salámů“ pomocí tlakových pistolí, nebo také nátěrem, postříkem či rozprášením.

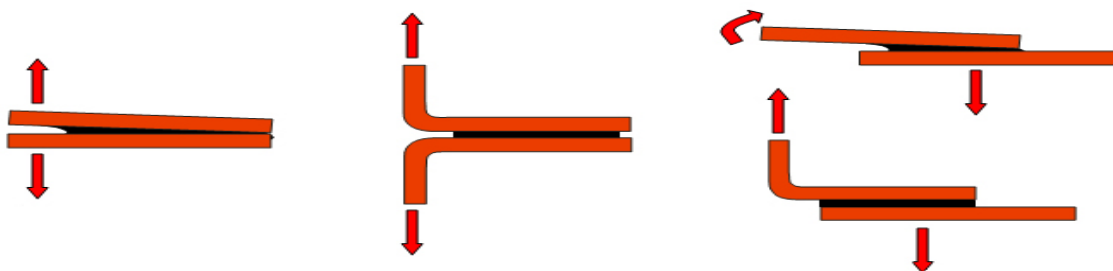
Montáž spoje

Poslední fází lepení je samotná montáž spoje. Lepené díly jsou přiloženy k sobě a zafixují se podle daných potřeb, popřípadě se vymezí tloušťka filmu před dosednutím obou ploch za pomoci speciálních podložek, které nikterak nereagují s lepidlem. Jejich umístění

se řídí obecnou zásadou: neklást tyto pomocné prvky nikdy tak, aby vznikala vzduchová mezera mezi podložkou a lepidlem, jež by mohla způsobit zatékání vody či vniknutí nežádoucích chemických látek, což by následně mohlo vést ke korozi základního materiálu. Toto spojení je pak ponecháno fixované až do plného vytvrzení, resp. ztuhnutí lepidla. Tato doba je závislá opět na typu zvoleného lepidla. Existují lepidla, která již chvíli po montáži svými vlastnostmi zajišťují dostatečnou fixaci pro spoj a tím pádem je možno krátce po aplikaci s celou soustavou manipulovat.



Obrázek 2: Znázornění vhodné konstrukce a umístění lepeného spoje vůči působícím silám (9)



Obrázek 3: Znázornění nevhodné konstrukce a umístění lepeného spoje vůči působícím silám (9)

2. DRUHY ŘAD LEPIDEL FIRMY SIKA A JEJICH VYUŽITÍ V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU

Lepené konstrukční spoje se uplatňují v řadě variant; jak z hlediska konstrukčního provedení, tak i z hlediska namáhání spoje. Při výrobě silničních vozidel plní lepidla funkce přenosu sil, antikorozi ochrany, či tlumení vibrací a s tím spojený i útlum hluku. Můžeme tedy tvrdit, že adheziva jsou použita jako doplňkový a těsnící prostředek (provedení výztuh v karoseriích, tmelení pro zamezení přístupu vzduchu), nebo mohou zcela nahradit tradiční techniky spojení. Jsou však případy, kde lepidla díky svým vlastnostem nikdy tradiční metody zastoupit nemohou, např. svařování rámu či částí samonosné karoserie, kde by jakákoliv elasticita spoje mohla způsobit nechtěné chování vozidla jako celku.

Firma Sika, CZ s.r.o. se svým odvětvím Industry dodává na trh v České republice několik řad lepidel, která mají rozmanité využití pro průmysl zaměřený na výrobu silničních vozidel. Tato lepidla se označují jako průmyslová. Jednotlivé druhy resp. řady a jejich vhodné aplikace pro silniční vozidla uvádím níže.

2. 1. Konstrukční lepidla

Sikaflex 252

Je lepidlo použitelné na kovy (plechy, profily, záclisy aj.), lamináty, plasty a dřevo. Je možné ho přelakovat a své využití nalézá při lepení nosných a pružných konstrukčních dílů (např. při výrobě a opravách autobusů, skříňových a speciálních nástaveb atd.), a dynamicky zatěžovaných spojů. *Sikaflex 252* je schopno, tak jako i další lepidla eliminovat teplotní roztažnost, vibrace a hlučnost a zároveň zajišťuje dokonalou těsnost spojů.

Sikaflex 254 Booster (urychlovač)

Využívá se pro nosné a pružné konstrukční spoje, dobře splňuje podmínky kladené při výrobě skeletů a skříňových konstrukcí. Provádí se jím lepení spojů dynamicky zatěžovaných, eliminujících teplotní roztažnosti, vibrace, hlučnost.

Sikaflex 260 N

Tímto lepidlem se uskutečňuje lepení střešních nástaveb kabin, dílů dveří a dalších míst s vysokým dynamickým namáháním.

Sikaflex 265

Díky zvýšené odolnosti vůči UV záření se využívá pro lepení bezpečnostních skel do konstrukcí při výrobě a opravách autobusů, speciálních nástaveb, kabin různých manipulačních strojů atd.

Sikaflex 295 UV

Možnost lepení autoskel není omezena jen na jedno lepidlo, další možností je právě tato varianta.

Dalšími druhy lepidel na bázi polyuretanu pro lepení autoskel jsou: *SikaTack Drive new formulation* pro skla s integrovanou anténou, *SikaTack MOVE* pro všechny typy karoserií, avšak pouze pro profesionální zpracování při rychlých opravách. *SikaTack MOVE Transportation* slouží pro opravárenské přímé lepení skel s delším otevřeným časem, pro autobusy, nákladní a kolejová vozidla a kabiny užitkových strojů, pro rychlé lepení zejména větších a těžších skel. *SikaTack Plus Booster* je lepidlo vhodné pro zkrácený čas opravy, pro zhoršené klimatické podmínky při zajištění bezpečného 100 % vytvrzení do 2 hodin. Před aplikací je nutný ohřev lepidla. Vykazuje dobré vlastnosti pro profesionální standardní a bezpečnostní lepení autoskel do karoserie.

Z lepidel na bázi silikonu pro strukturální zasklívání pak můžeme brát v úvahu *Sikasil SG-18* se střední pevností, *Sikasil SG-20* a *Sikasil SG-500* (zde je nutný static mixer a screw cup) použitelné pro materiály s vysokou pevností na podkladu sklo a kovy, *Sikasil SG-500* je dvoukomponentní lepidlo.

Do profilů oken a pro jednoduché strukturální lepení izolačních skel se používá silikonového lepidla řady *Sikasil*, ať už jednodokomponentních či dvoukomponentních. Pro izolaci skel se používá především *Sikaflex 219 T*. Tento typ by měl být používán výhradně jako sekundární těsnění primárního spoje s distančním profilem. Je vhodný jak pro ruční, tak i pro automatizovanou aplikaci.

Sikaflex 552

Tímto adhezivem je možno lepit nosné a pružné konstrukční spoje při výrobě a opravách autobusů, skříňových a speciálních nástaveb, kabin, kontejnerů aj.

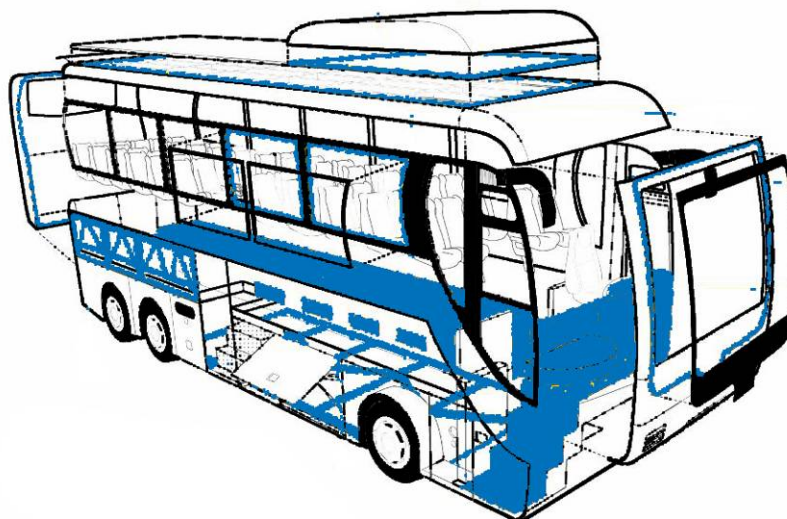
Z kategorie lepidel urychlovaných tepelně je vhodné zmínit: *SikaTack Ultrafast*, které se doporučuje pro opravy a místa s vyšší manipulační pevností. Dále pak *Sikaflex 360 HC*, které v návaznosti na své teplotní vytvrzování je využíváno pro tmelení dílů v sériové výrobě.

SikaPower 430 je 1-komponentní lepidlo na bázi epoxi-polyuretanu aplikované za tepla a vytvrzující působením teploty ve stabilní termoset. Nahrazuje nebo doplňuje svařovací, nýtovací a jiné technologie mechanického spojování. Je vhodný pro strukturální spojení kovových materiálů, např. pro lepení plechů ve stavbě skeletů (karoserií, skříní atd.). [14]

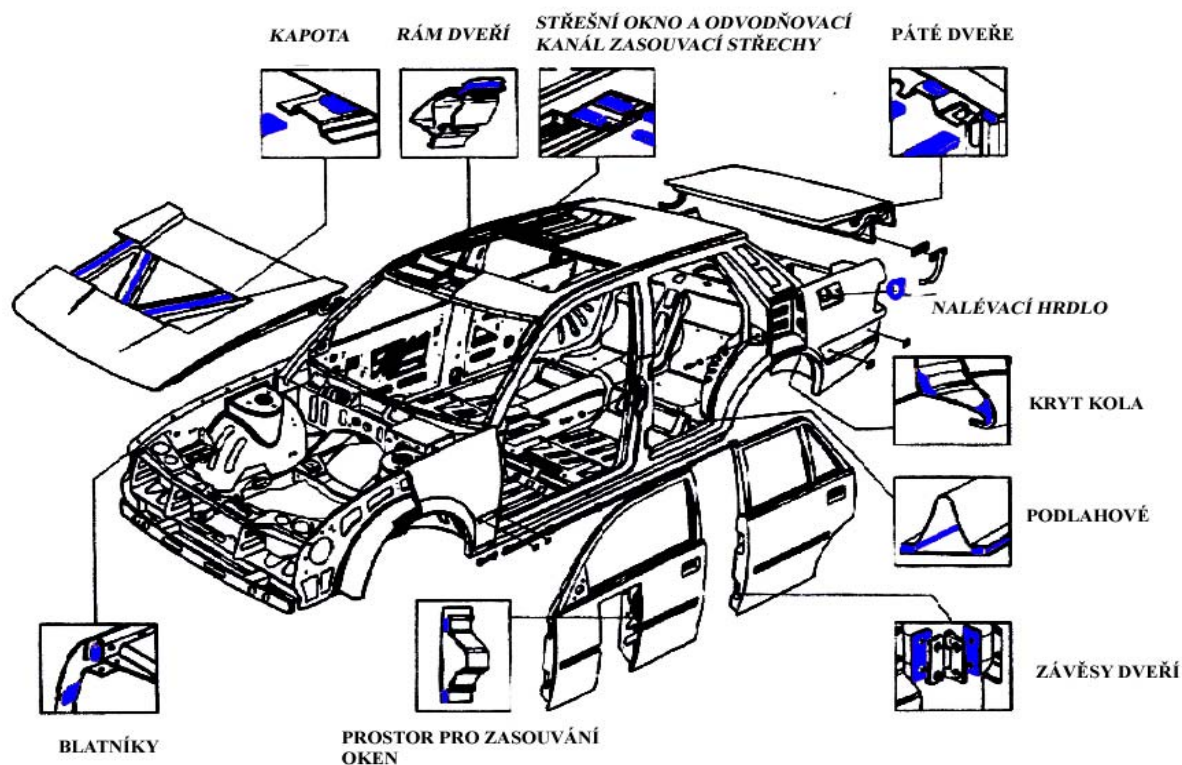
Flexibilní lepidla řady *SikaForce* v provedení jak jednokomponentním tak dvoukomponentním jsou vhodnější pro rozměrnější díly rozličných materiálů a namáhaných spojů. Používají se např. pro montáž lepených sestav sendvičových panelů, k lepení dílů z hliníku, laminátu, oceli, keramiky, dřeva atd.

Takzvaná „rychlá lepidla“ řady *SikaFast* jsou rychle vytvrzující lepidla s kratším otevřeným časem. Jsou používána např. k rychlým opravám bez nutnosti čištění či primerování a dosahují v krátkém čase vysoké montážní pevnosti pro lepení např. hliníku, nerezů, galvanicky pokovených materiálů, kompozitních laminátů, včetně finálně povrchově upravených dílů z plechů, plastů atd. [14] Jejich využití je široké a jejich použití celkem nenáročné.

Jako poslední bych chtěl jen zmínit disperzní lepidla řady *SikaCure* a *SikaSense* jejichž využití v automobilovém průmyslu je především v nalepování interiérů, automobilových doplňků atd.



Obrázek 4: Znázornění možných lepených částí autobusu (9)



Obrázek. 5: Příklad použití lepidel u částí karoserie osobního automobilu (9)

příklady využití lepidel	druh lepeného spoje	báze používaných lepidel	požadované vlastnosti spoje
kapota	drážkové přírubové lepení	epoxidové pryskyřice a další	pevnost, tuhost, vhodné chování při nárazu, ochrana před šterbinovou korozi
sloupky, profily, přírubové švy	lepení nosné struktury	epoxidové pryskyřice	pevnost, tuhost, vhodné chování při nárazu
dveře a kapotáž	výztuhové lepení	polyuretany, syntetické kaučuky, PVC aj.	torzní neohebnost, nedeformovatelnost
hrdlo nádrže, utěsnění švu	těsné lepení	syntetické kaučuky, PVC aj.	těsnost, odolnost vůči korozi a chemickým výparům, nepropustnost
přední, zadní a pevné skleněné boční tabule	přímé zasklívání	polyuretany, epoxi-PUR aj.	tuhost karoserie, těsnost, nepropustnost, pohlcení částečných deformací

Tabulka 1: Přehled charakteru lepených spojů, aplikace a báze lepidel používaných u částí karoserie osobního automobilu

3. METODIKA LEPENÍ LEPIDLEM ŘADY SIKAPOWER

3. 1. Vlastnosti a použití

Tato práce se ve své praktické části zabývá mimo jiné lepením lepidlem řady *SikaPower*, konkrétně *SikaPower®-430*. Z tohoto důvodu zde přiblížím vlastnosti tohoto lepidla, poněvadž jsem přesvědčen, že právě na vlastnostech lepidla závisí vlastní použití. Vychází z nich i samotný postup a pokyny, tedy metodika lepení.

SikaPower®-430 je jednokomponentní za tepla aplikované a teplem vytvrditelné semi-strukturální lepidlo (lepidla, která patří mezi oblast pružných a strukturálních, tzn., že jsou vlastně konstrukční něco jako pevné epoxidy, vysoké hodnoty pevnosti v tahu a ve smyku, přesto jsou však ještě pružné, aby dovedly absorbovat vibrace a případné dilatační vlivy mezi jednotlivými slepenými materiály) na bázi epoxi-PUR. Je vhodné pro využití spojení plechů v hrubé stavbě skeletů. Když po montáži spojení projde celek procesem kataforézního lakování (KTL), což je metoda nanášení laku, kdy se ponoří celek do lázně, kde je lakovaný předmět katodou a za průchodu stejnosměrného elektrického proudu, dochází k vyloučení rovnoměrného množství barvy na povrch lakovaného předmětu. Dojde k jeho naprostému vytvrzení na vysoce únosný duromer, jelikož při této metodě má KTL lázeň okolo 80°C.

SikaPower®-430 je vyráběn v souladu s procesem zajištění kvality dle ISO 9001/14001 a programem Responsible Care. [10]

Přednostmi tohoto produktu jsou: a) jednokomponentnost (skládá se jen z jedné směsi), není tedy za potřebí speciálních pistolí; b) adheze na mastný povrch, o této vlastnosti lze směle tvrdit, že je nejsilnějším argumentem pro výrobu. Povrch není třeba nikterak čistit, ani není potřeba použití primeru, což vede k úspoře času a snižuje nákladnost jeho použití. Dalším kladem je odolnost proti vymývání, spojení nesusoudých kovů, neboli větší rozsah použití bez omezení materiálem. Rovněž je schopno vyrovnávat nerovnosti způsobené tolerancemi, je časově nenáročné – spojení materiálů lze provádět bez časové prodlevy, má dostatečnou ochranu proti korozi, nepoškozuje spojované díly, neobsahuje rozpouštědla, PVC ani volné izokyanáty.

Z těchto výhod vychází vlastní oblast použití tohoto lepidla, které tedy umožňuje semi-strukturální spojení různých kovů, je vhodné v kombinaci s bodovým svařováním či jako jeho částečné nebo případně úplné nahrazení, dále pak v kombinaci s nýtováním, pertlováním a dalšími mechanickými technologiemi.

3. 2. Pokyny pro práci s tímto lepidlem

Samotnou metodiku konkrétního lepení s daným lepidlem obecně určuje a sestavuje jeho výrobce. Pokud se předepsaný postup nedodrží, výrobce nezaručuje konkrétní vlastnosti svého lepidla, a proto si dovolím ocitovat tyto pokyny přímo z technického listu tohoto lepidla, který je také přílohou této práce.

SikaPower®-430 [10]

„lze čerpat a nanášet pomocí hydraulické nebo pneumatické pumpy. Lepidlo se aplikuje v podobě housenky kruhového průřezu s doporučeným průměrem ca 2 – 6 mm. Na základě závislosti viskozity lepidla na teplotě (viz diagram 1) musí být všechny části pumpy přicházející do styku s lepidlem tepelně vyhřívány. Doporučujeme postupný ohřev od sledovací desky v hoboku nebo sudu (30°C) k aplikační teplotě na dýze (60°C). Při delší odstavce zařízení (přes noc, víkend) musí být teplota snížena na pokojovou teplotu a zařízení odtlakováno (sledovací deska). Mezi aplikací a vytvrzováním by neměla být větší prodleva vzhledem k možné difuzi vzdušné vlhkosti do lepidla (dle prostředí), která může vyvolat při teplotním vytvrzování vznik bublinek v materiálu. Jako směrnice pro plánování: tvorba bublin při vystavení 7 dní podmínkám 23°C a 50% rel. vzdušné vlhkosti nebyla zjištěna. Při překročení tohoto času je nutné předvytvrzení 15 minut při teplotě 160°C (objektová teplota). Pro další kvalifikované poradenství se prosím obraťte na naše oddělení Sika Industry nabo Sika System Engineering.

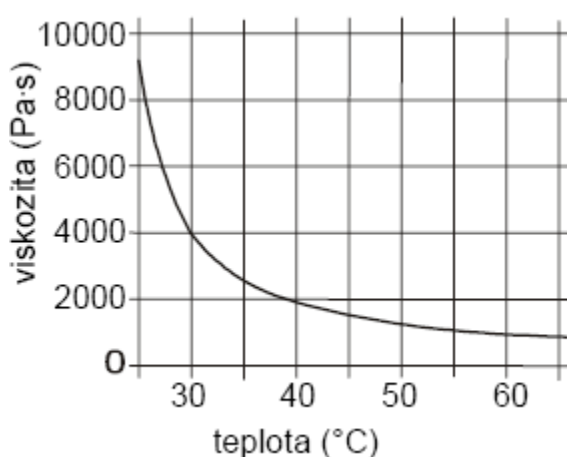


Diagram 1: Závislost viskozity na teplotě

Vytvrzování

SikaPower®-430 vytvrzuje pomocí účinku tepla. Rychlost vytvrzení je teplotně a časově závislý proces (viz diagram2). Jako zdroje tepla mohou být vysoušecí pece nebo lokálně indukční ohřev. Nesmí se při tom překročit teplotní hranice 220°C.

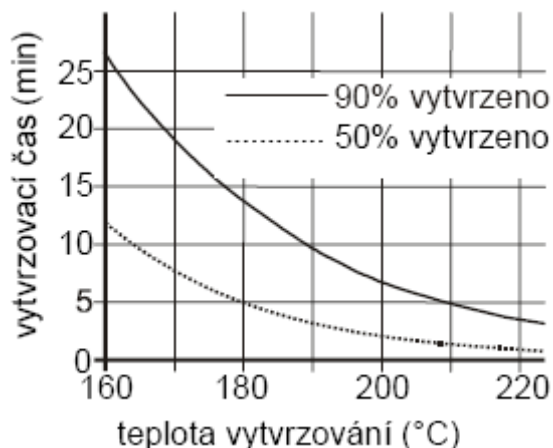


Diagram 2: Závislost vytvrzování (izotermie DSC-měření)

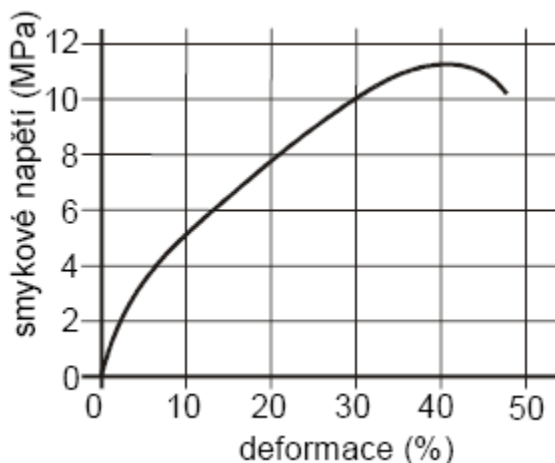


Diagram 3: Smyk - deformace (ocel 100 x 25 x 6 mm; spoj: 25 x 5 x 0.5 mm; rychlost 10 mm/Min)

Balení

hobok ¹⁾	23 l
sud	195 l

¹⁾ 280 mm

Důležité:

O každá odchylce od zde uvedených parametrů a o změně v použití, zpracování a teplotním vytvrzování (např. tlak při nanášení, teploty nanášecího a vytvrzovacího systému , průběžné časy, atd.) je nutno informovat technického poradce. Další údaje o chemickém charakteru materiálu, toxikologii, ekologii, skladování, dopravě , likvidaci jsou obsaženy v bezpečnostním listu materiálu .“

4. VLASTNOSTI LEPENÝCH SPOJŮ

Optimálních vlastností dosahuje lepený spoj při dodržení všech technologických zásad. Proto je nutné mít přehled a znát základní faktory ovlivňující tyto spoje. Bez dobrých technologických znalostí se dosahuje daleko méně příznivých vlastností takového spojení. V krajním případě dochází k nespolehlivosti či nesoudržnosti spoje.

Touto technologií je možno spojovat téměř všechny materiály jak kovového tak nekovového charakteru, což umožňuje rozmanitost použití a schopnost lepit nejen stejné, ale i různorodé materiály mezi sebou. Za pomoci lepení je možno vytvořit spoje pevné a pružné, s výhodou se používá i lepení v několika vrstvách, sendvičová provedení.

S ohledem na hlavní kritérium, pevnost lepeného spoje, je nutno konstatovat, že vybrané lepidlo má v ideálním případě minimálně stejnou hodnotu pevnosti jako spojené materiály. To však v drtivé většině případů provést nelze, neboť pevnost lepidla je při srovnávání s pevnostmi kovů relativně malá. Proto by měla být lepená plocha dostatečně velká. Pro dosažení nejlepších výsledků musí být konstrukční provedení spoje navrženo tak, že zatěžující síla působí v rovině lepené plochy; tedy lepidla jsou odolná převážně na smykové namáhání.

Samozřejmě že lepení, ostatně tak jako jakákoliv jiná technologie, má své klady a zápory. Při využití spojování kovových dílů přináší spoustu výhod, jako jsou její obrovský potenciál výzkumu a široké možnosti použití.

Pro lepení není nikterak stanovena, a ani neznamená omezení, tloušťka spojovaných dílů, což je v praxi neocenitelným aspektem, neboť je možno takto dosáhnout snížení celkové hmotnosti a není třeba vyhledávat na každou tloušťku novou dokumentaci či nějak měnit nastavení přístrojů.

Spoje nepropouští kapaliny, což je výhodné hlavně u lepení částí silničních vozidel, zejména pak u skel. Bylo dokázáno, že použití lepidel je oproti vsazování těsnících gum výhodnější, a to nejen díky těsnějšímu spojení, ale rovněž z důvodu, že správně nanesená vrstva lepidla zabraňuje přístupu kapaliny, tlumí vibrace a pohlcuje napětí vznikající částečným pohybem slepených ploch (kovového rámu a v něm vsazeném sklu) vůči sobě. Plynotěsné spoje či dobrá izolace elektrická, tepelná a zvuková nejsou díky lepidlům dnes již žádný problém.

Díky lepidlům mohou vznikat nové a speciální materiály, jako jsou pro názornost kovoplastické lamináty, celokovové nebo kovoplastické sendvičové konstrukce atd.

Pomineme-li zanedbatelné chemické reakce, pak můžeme konstatovat, že lepidla svým složením dále zajišťují spojení materiálů bez narušení jejich struktury či jiného poškození jejich vlastností. Aplikací lepidel tedy není narušena celistvost, profil ani estetický vzhled daného celku, ba naopak se v dnešní době dává lepidlům používaným k tmelení a lepení přednost před vsazováním těsnících prvků právě kvůli jejich snadnému dotvarování a začištění podle potřeby spoje. Lepidla dále zvyšují tuhost a vzpěrnou pevnost konstrukce.

Jelikož je v dnešní době velmi mnoho rozmanitých druhů a výrobců lepidel, je možno snad na každou aplikaci, ať už pro doplňkovou či pevnostní funkci, nalézt vhodné a potřebné lepidlo. Díky tomu je zaručena dobrá dostupnost tohoto způsobu spojení i pro méně technicky zařízený druh výroby. Svou flexibilitou mohou být lepidla použita skoro pro každou realizaci.

Avšak jak jsem již předeslal, každá technologie má své klady, ale také zápory a ani u lepidel tomu nemůže být jinak. U adherendů se špatnými adhezivními vlastnostmi povrchu či lepené struktury je nutné provést speciální úpravy za použití aktivátorů, které mají za úkol odstranit nedostatky původního materiálu a vytvořit vhodnější podmínky pro lepení. Jelikož jen málo lepidel je schopno přilnout i přes nečistotu a mastnotu k materiálu, musí se povrch za pomoci tzv. cleanerů (čističů) očistit a odmastit povrchy, aby je bylo možno spojit. Tento proces je nákladný a výhoda lepení, co by levnější varianty provedení spoje, se skoro ztrácí a plánovaná finanční úspora se může rázem změnit ve ztrátu. U některých typů lepidel je třeba použít ke správnému vytvrzení, hlavně při požadavku nanášení velkých tloušťek adheziva, vytvrzovacích přípravků. Mezi ně se řadí například tzv. boostery, které slouží k rovnoměrnému vytvrzování v takových případech, kde hrozí vznik oblasti bez přístupu vlhkosti či jiných podmiňujících vlivů nutných pro dokonalé vytvrzení lepidla.

Lepené spoje řadíme do nerozebíratelných spojů, ikdyž zde je nutno dodat, že oprava takového spoje je snadná a rychlá, avšak svou nedemontovatelností je jejich použitelnost zase o něco málo zúžena. Je logické že tam, kde potřebujeme jednou za čas v životním cyklu spojení demontovat části od sebe, použijeme jiných metod, např. šroubového spoje.

Drtivá většina spojů provedených lepením je citlivá na odlup, což opět snižuje použitelnost dané technologie. Tam kde bychom i přesto chtěli využít lepení, ale hrozí nám namáhání, které by zapříčinilo odlup, musíme věnovat pozornost dodatečnému spojení, nebo vhodně konstruovat spoj, což se může ukázat jako konstrukčně a časově náročné nebo z důvodů provedení nevhodné.

Lepidla jsou v provozu přímo ovlivňována aspekty jako je teplota a čas; tyto vlivy mají na lepidla špatný dopad. Časem lepidla stárnou a ztrácí tak svoje mechanické vlastnosti, což se projevuje nepříznivě na spolehlivosti lepeného spoje. V některých případech jsou životnosti lepidel udávány a omezovány výrobcem. Po ulynutí této doby se musí spoj obnovit, čímž rostou náklady na údržbu zařízení, na kterém jsou použita tato lepidla. Stárnutí lepidel se dá vyhnout či jej zmírnit jedině tím, že zvolíme jiný typ, který je zpravidla dražší a tím se opět dostáváme k finanční otázce. Proti uplatnění lepidel v některých aplikacích hraje dále skutečnost, že lepené spoje mají omezenou odolnost vůči vyšším teplotám, to vylučuje jejich použití například v motorové skupině automobilů či jiných teplotně namáhaných spojeních.

Za nejvíce omezující nevýhodou považují fakt, že spoje provedené za pomoci adheziv dosahují maximální pevnosti až po určité době. Tato vlastnost je jednou z prvních hodnot, kterou se konstruktér či technolog zabývá; ovlivňuje totiž přímo časovou náročnost a omezuje tak výrobu, dále pak udává jak dlouho se v konkrétních případech se spojem nesmí manipulovat, což vylučuje jakoukoliv další práci na dané součásti a zvětšuje tak nároky na skladovací a odkládací prostor.

Některé druhy lepidel, jako např. termoplastická, jsou dosti citlivé na statické namáhání; takovéto lepidlo pod tímto stále stejným zatížením začíná tzv. „téct“. V neposlední řadě je zde ještě jedna důležitá nevýhoda a tou jsou větší nároky na vybavení pracoviště; je zapotřebí pořídit a umístit nanášecí zařízení (pokud se nejedná o aplikaci za studena ručním způsobem). V některých případech je nutno zakoupit lis na zajištění konstantního tlaku po celé ploše lepeného spoje, dále je nutno vlastnit různé další přípravky, jakými jsou rozličné druhy kartušových či salámových pistolí. Na každé lepení je třeba použít nového nanášecího přípravku, v případě že se jedná o použití primeru, neopomenutelným faktem zůstává nutnost přeškolení pracovníky na novou technologii při přechodu z klasické atd.

Jednotlivé vlastnosti lepidel se určují metodami ověřujícími jejich vizuální, chemické či fyzikální vlastnosti, např. vzhledovou kontrolou, analytickou metodou (např. zjištění epoxyskupin), fyzikálně chemickými zkouškami pro určení viskozity, průsvitnosti aj., dále pak fyzikálně mechanickými zkouškami. Rozsah zkoušek si určuje podnik sám a v případě, že dojde ke splnění požadavků na vlastnosti lepidla – je přijato do výroby. Zajímavou a jednou z nejdůležitějších skupin zkoušek určujících charaktery adheziva jsou destruktivní zkoušky; ty lze rozdělit na zkoušky technologických z přídatků (tj. přídatek u spoje, jenž je možno po úplném vytvrzení odříznout) a na zkoušky vzorků.

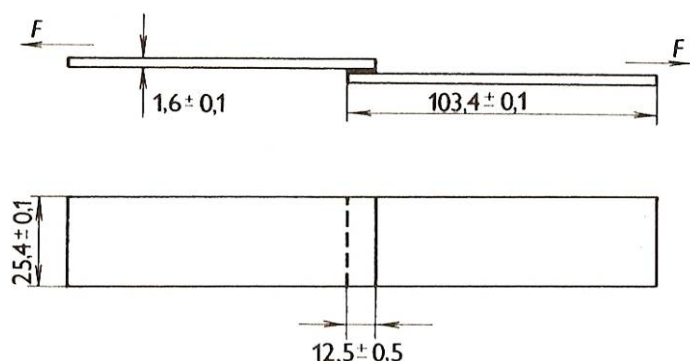
V praxi se využívá asi nejměrodatnější metody pro danou problematiku, a to zkoušky na konkrétních vzorcích či dílech. Díky těmto zkouškám lze odhalit, zda v konkrétně zadaném případě lepený spoj opravdu splnil očekávané vlastnosti a je možno tak předejít špatnému výběru adheziva. Touto zkouškou se také dá zjistit, jak se spoj bude chovat za určitých podmínek po uplynutí dané doby v provozu, (tato skutečnost opět vyplývá z toho, že máme ke zkoušení konkrétní adhezivy a adheziva). Testovaný spoj se zatěžuje vlivy vznikajícími simulovaným prostředím, pomocí komor a speciálních zařízení, které dokáží přesně napodobit působení teplot, chemických látek, a jiných vlivů očekávaných po dobu používání (klimatizační komory a skříně, temperovací a sterilizační skříně, teplotní šokové komory, komory pro zkoušky odolnosti proti korozi, solné komory). Tím můžeme předvídat dané vlastnosti spoje v celém průběhu jeho životnosti.

4. 1. Důležité zkoušky pro materiálové listy výrobců

Pro materiálové listy jsou nejdůležitějšími zkouškami: pevnost ve smyku podle ČSN 66 8510, dále zkouška lámavosti podle ČSN 66 8511, pevnost odlupování podle Wintera, která je popsána normou ČSN 66 8516, zkouška rázové pevnosti podle ČSN 66 8512, zkouška na únavu lepených spojů ČSN 66 8513 a zkouška urychleného stárnutí vlhkým teplem. Pro bližší představu, co takové zkoušky obnáší, zde uvedu jejich charakteristiky.

Pevnost ve smyku

Zkušební spoj je namáhán statickým tahem ve smyku ve směru jeho podélné osy až do porušení vzorku, v některých případech dochází přímo k destrukci lepeného spoje rázově. Tvar a rozměry zkušebního vzorku jsou na obrázku č. 6. Pevnost ve smyku se udává v Mpa. Doplněk této normy udává jak testovat vliv zkušebních kapalin na lepené spoje.

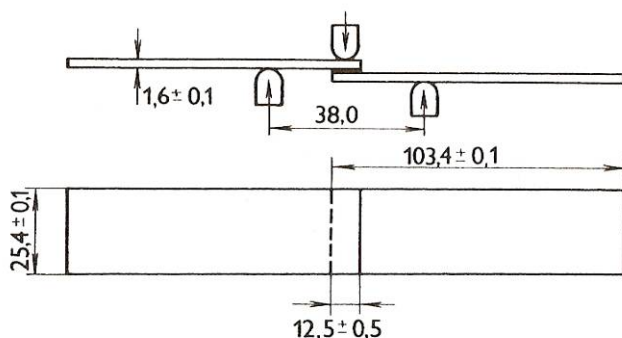


Obrázek 6: Vzorek pro zkoušku pevnosti ve smyku (1)

Zkouška lámavosti

Při zkoušce lámavosti je zkoušený vzorek podroben silám, snažících se o jeho zlomení statickým ohybem. Jde tedy opět o tzv. klidovou zkoušku, kdy k destrukci vzorku nedochází

náhlou změnou působení sil, ale o pozvolným narušováním soudržnosti při zatížení konstantní silou, která vyvolá defekt zkoušeného spoje.



Obrázek 7: Zkouška lámavosti (1)

Pevnost odlupování podle Wintera

U této zkoušky je spoj podroben statickému tahu na osu kolmou k ploše lepené. Síla zde má za úkol oddělit od sebe plochy v nejlepším případě kohezním odtržením adherendů, aby bylo možno zkoumat skutečnou závislost na takto zatíženém spoji. Pokud dojde při této zkoušce k adheznímu odtržení, pak můžeme v podstatě jen konstatovat, že lepidlo je svými vlastnostmi nevhodné pro takovouto aplikaci. V druhém případě jde přesně určit výdrž lepidla z výpočtu.

$$\text{Vzorec pro výpočet pevnosti [1]} \quad \sigma_{WA}^{20} = \frac{F_A}{b}, \quad \sigma_{Ws}^{20} = \frac{F_s}{b},$$

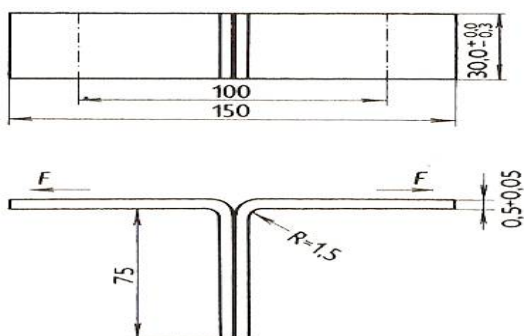
kde σ_{WA}^{20} je počáteční (absolutní) pevnost v odlupování v N mm^{-1} šířky vzorku

F_A – maximální síla v N

b – šířka lepeného spoje (s přesností na 0,1 mm)

kde σ_{Ws}^{20} je střední pevnost v odlupování v N mm^{-1} šířky vzorku

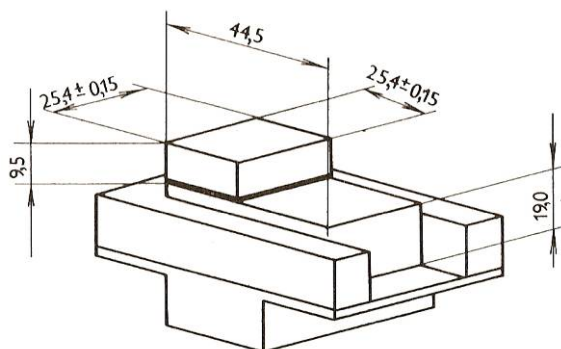
F_s – průměrná síla v N (dána průměrnou výškou diagramu), která se vypočítá planimetrováním plochy diagramu v rozmezí 30 – 90% délky celého diagramu. Rychlost zatěžování je 25 mm min^{-1}



Obrázek 8: Vzorek pro zkoušení na odlup podle Wintera (1)

Zkouška rázové pevnosti

V tomto případě se jedná o zkoumání spoje a jeho chování pod zatížením rázově ve smyku tlakem ve směru podélné osy až do prvních známek porušení vzorku, tato pevnost se udává v Jcm^{-1}



Obrázek 9: Uložení vzorku pro rázovou pevnostní zkoušku a jeho rozměry dle normy ČSN 66 8512 (1)

Pevnost ve smyku při zatížení dlouhodobým statickým působením

Měří se délka vzájemného posunutí obou polovin lepeného vzorku a současně se zjišťuje mez tečení, u této zkoušky se používá stejného vzorku jako pro statickou zkoušku ve smyku. Udává maximální napětí ve smyku, při kterém se ani jeden ze vzorků určité série neporuší během přesně definované doby.

Zkouška na únavu lepených spojů

Jedná se o smykovou únavovou pevnost tahem při míjivém cyklickém zatěžování, je to hodnota maximálního smykového napětí, ve které se ani jeden prvek v sérii pěti zkušebních vzorků neporuší po min. $2 \cdot 10^7$ cyklech. Zkouší se opět na vzorcích stejných jako pro zkoušku pevnosti ve smyku.

Zkouška urychleného stárnutí vlhkým teplem

Jde o zkoušku, která má za cíl simulovat hodnoty prostředí modelového (95 až 100% relativní vlhkosti vzduchu při teplotě 70 °C) pro zkoušení lepených spojů opět ve smyku.

5. POROVNÁNÍ LEPENÍ S VYBRANÝMI TECHNOLOGICKÝMI POSTUPY

V této kapitole posuzuji vlastností lepení vůči svařování a nýtování. Pokud budeme uvažovat nad problematikou spojování materiálu, z hlediska přírůstku hmotnosti samotného spoje, zjistíme, že pokud sloučíme materiály pomocí bodového sváření či nýtování, naroste nám hmotnost o samotný svar či použitý nýt, což se neprojeví při jednobodovém styku, ale až při velkých plochách či složitých konstrukcích nepříznivě. Naproti tomu lepidla přináší „odlehčení“. Výhodou lepených spojů je ve srovnání s klasickými metodami dále zvýšení celkové pevnosti vhodně konstruovaného spoje. Jak jsem se již zmínil, tato podmínka je však často těžce proveditelná, neboť lepený spoj musí být namáhán převážně na stříh. Obvykle se lépe uplatní při spojování lehkých kovů a neželezných slitin právě metoda lepením, neboť nenarušuje vnitřní strukturu materiálu, která je vybírána podle konkrétního zadání specificky a klade se na její znaky veliký důraz. V místě svaru vzniká vysoké vnitřní pnutí a jelikož se dosahuje vysokých teplot, prochází vnitřní soustava změnami, které ji mění v celém rozsahu. V okolí svaru tedy vznikají různé struktury (vrub), což má za následek koncentraci napětí právě v takto spojených materiálech. U nýtování je nutné pro změnu materiál předvrtat, vytvořit tak vhodný prostor pro nýt, tím opět narušit materiál a vytvořit tak při spojení místo koncentrace napětí. Ikdyž u této metody jde o teplotní ovlivnění, které je možno skoro zanedbat, vchází zde pro změnu faktor odběru materiálu a přerušení vláken vlastní struktury, nehledě na to, že při vložení nýtu a následném vytvoření nýtovaného spoje, zůstává mezi materiálem a nýtem „mezera“, která zapříčiňuje nerovnoměrný průchod napětí přes tento spoj a jeho následnou nežádanou koncentraci. Naproti tomu lepidla napětí částečně pohlcují a převážná část, která na ně působí, plynule prochází do dalších částí celku. U ocelí lze najít celou řadu případů, kdy je svařovaný spoj oceli pevnější než spoj lepený.

V praxi se setkáváme s mnoha případy, kdy daný materiál není možno spojit jinak než lepením. Pokud není možné zajistit vhodnou konstrukci spoje, je lépe použít některou tradiční metodu spojování, která zajistí dosažení lepších výsledků než lepení. Lepidla dále oproti výše uvedeným metodám nezpůsobují jakékoliv deformace materiálu, což je zvláště ocenitelné v případech, kdy chceme dosáhnout naprosto rovinného spoje či nám jde o vzhled součásti bez jakékoliv další úpravy např. dolepování nedostatků během finální úpravy celků. Jelikož není struktura ovlivněna, nedochází k chemickým nátlakům na materiál a ten se tím pádem stává, proti těmto vlivům odolnějším. Lepidla dále dokáží oproti sváření a nýtování

vymezit nerovnosti a do jisté míry i nahradit nedokonalost lepených ploch, jako je např. mírné prohnutí, vyboulení a zkroucení plechů, jemné narušení spojovaných ploch (důlky v materiálu, nechtěné vady způsobené manipulací atd.).

Tenké karosářské plechy se ve většině případů spojují technologií odporového, bodového nebo švového někdy také výstupkového sváření. Tyto povrchy je nutno z důvodu odolnosti vůči korozi opatřovat: nátěry, nástřiky či elektrolytickou ochranou vrstvou barvy, kdežto u těchto spojů slepených bychom si tento proces mohli dovolit vypustit. Ponechává se však z dalších výrobních důvodů převážně v sériové výrobě. Lepidla svými vlastnostmi dovolují v řadě případů podpořit nové montážní způsoby, myšlenky či patenty výrobců, poněvadž jsou použitelná i tam, kde bychom nemohli použít metod standardních, ať už z důvodů provozních či nedostatku místa při montáži. Na rozdíl od většiny používaných technologických postupů má lepidlo vlastnost izolantu elektrického napětí. Z ekonomické stránky lepidla vynikají nad ostatními způsoby, hlavně svou vlastností „čistoty“ spoje, neboli odpadají nákladné operace začišťování, jako je např. vybrušování svarů. Navíc pokud je materiál již opatřený ochrannými vrstvami, ať už barev či např. pozinkováním, nebo již byl upravován povrchově např. kalením, nitridováním aj. metodami, není tato struktura nikterak poškozena. Lepidla jsou schopna, naproti jiným běžně používaným metodám, tlumit částečně vibrace a hluk. Pokud je spoj proveden podle tohoto požadavku, jsou schopna hluk a vibrace skoro zcela pohltit právě svou plasticitou, naproti tomu nýtování posouvá tyto faktory pouze dále do dalších částí a v některých případech i vibrace umocňuje. Svar je částečně váže do sebe a částečně převádí dále.

Avšak naproti těmto všem vlastnostem stojí fakt, že pro svou relativní pružnost nemohou být lepidla použita v oblastech, kde požadujeme vysokou pevnost spojení, jako je např. výroba rámců silničních vozidel, kde jakýkoliv relativní pohyb dílů vůči sobě je naprosto nepřijatelný. Životnost lepeného spoje, tak jako u výše zmíněných technologií, závisí převážně na namáhání a prostředí, kterému bude celek v provozu vystaven. Obecně lze tvrdit, že je srovnatelná s životností svarů i nýtů. Navíc při opravě poruch spoje je nejjednodušší a nejméně náročnější na opravy právě spoj lepený.