

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program N2301 – Strojní inženýrství

Strojírenská technologie
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Vliv nových typů povrchových úprav plechů na kvalitu lepených spojů při stavbě karoserie osobních automobilů

Influence of new types of surface treatment sheets on quality of adhesive bonded joint in manufacturing of cars bodywork

Veronika Brozová

KSP – TP –

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	80
Počet tabulek	20
Počet příloh	12
Počet obrázků	48

Datum: 25.5.2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení **Bc. Veronika BROZOVÁ**
Studijní program **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor **2303T002 Strojírenská technologie**
Zaměření **Tváření kovů a plastů**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

Vliv nových typů povrchových úprav plechů na kvalitu lepených spojů při stavbě karoserie osobních automobilů

Zásady pro vypracování:
(uveďte hlavní cíle diplomové práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení se s problematikou lepení a hodnocení nových typů povrchových vrstev plechů při stavbě karoserie.
2. Základní zkoušky pro hodnocení lepených spojů v automobilovém průmyslu.
3. Experimentální určení vlivu použitých povrchových úprav na kvalitu lepených spojů při stavbě karoserie.
4. Vyhodnocení naměřených výsledků.
5. Závěr.



Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: v rozsahu cca 50 stran
- přílohy: grafy, tabulky

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

- [1] KOVÁČÍČ, L.: *Lepení kovů a plastů*, SNTL Praha, Bratislava Alfa, 1979.
- [2] KOL.: *Strukturkleben im Fahrzeugbau*, Verlag Moderne Industrie, DOW Automotive, Germany, 2006.
- [3] BROCKMANN, WALTER, GEISS, PAUL L.: *Adhesion Technology*, 2008.
- [4] Články v odborných časopisech.
- [5] Technické materiály od výrobců a zpracovatelů lepidel a plechů.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D.

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
vedoucí katedry



doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 17. 2. 2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. (v uvedeném lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.



ANOTACE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie

Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Diplomant: Veronika Brozová
Téma práce: Vliv nových typů povrchových úprav plechů na kvalitu lepených spojů při stavbě karoserie osobních automobilů

Influence of new types of surface treatment sheets on quality of adhesive bonded joint in manufacturing of cars bodywork

Číslo DP: KSP-TP-
Vedoucí DP: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D.
Konzultant: Ing. Pavel Doubek, Ph.D.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá experimentálním ověřením vlivu nových typů povrchových úprav na kvalitu lepeného spoje. Pro porovnání jsou vybrány materiály, které se používají v automobilovém průmyslu při výrobě dílů karoserie a dva materiály s novými povrchovými úpravami. V rámci experimentu je zvoleno pět lepidel, určených pro lepení v automobilovém průmyslu, na kterých je kvalita ověřována.

Abstract:

This diploma thesis deals with experimental verification of influence of new types of surface treatments on quality of adhesives bonded joint. Materials that were used in automotive industry as bodywork materials and two materials with new surface treatments were selected for comparison. Five adhesives that were used in automotive industry were selected for the experiment and quality was being verified adhesives bonded joint.

Místo přísežné prohlášení:

Místo přísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci. 25. Května 2012

.....

Veronika Brozová
Nádražní 212
463 31 Chrastava

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Michaele Kolnerové, Ph.D. za odbornou pomoc při vypracování teoretické a experimentální části. Za hodnotné připomínky a podněty poskytnuté během zpracovávání naměřených výsledků. Také bych chtěla poděkovat Ing. Pavlu Doubkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při prováděných měřeních a poskytnutí potřebných informací ke zpracování naměřených výsledků.

Poděkování patří také Ing. Tomáši Pilvousekovi ze ŠKODA AUTO a.s. za poskytnuté materiály k diplomové práci.

Také bych chtěla poděkovat rodičům, za jejich podporu a trpělivost v průběhu celého mého studia.

Všem jmenovaným mnohokrát děkuji za jejich podporu a pomoc při studiu.



Obsah

OBSAH	6
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
1. ÚVOD	10
2. TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1. TEORIE LEPENÝCH SPOJŮ	11
2.1.1. Vlastnosti lepených spojů	11
2.1.1.1. Přednosti lepených spojů	11
2.1.1.2. Nevýhody lepených spojů	14
2.1.2 Teorie adheze a koheze	15
2.1.2.1 Adheze	15
2.1.2.2 Vybrané teorie adheze	16
2.1.2.3 Koheze	18
2.1.3 Lepidla	19
2.1.3.1 Dělení lepidel	19
2.1.3.2 Rozdělení podle chemického základu	19
2.1.4 Zkoušky lepených spojů a lepidel	21
2.1.4.1 Zkoušky lepidel.....	21
2.1.4.2 Zkoušky lepených spojů	22
2.1.4.3 Hodnocení porušení lepeného spoje.....	23
2.1.5 Konstrukce lepených spojů	24
2.2. POVRCHY POUŽÍVANÉ V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU	27
2.2.1. Povlaky ocelových plechů	27
2.2.1.1. Žárové nanášení zinku	28
2.2.1.2. Galvanické nanášení zinku	29
2.2.1.3. Výhody a nevýhody povlaků.....	30
2.2.2. Tvorba povrchu HDG plechů	31
2.3. MAZIVA	37
2.3.1. Rozdělení maziv	38
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	39



3.1. CÍL EXPERIMENTU	39
3.2. PŘÍPRAVA VZORKŮ	41
3.2.1. Adherendy použité na vzorky	41
3.2.2. Nastříhání vzorků	46
3.2.3. Očištění a odmaštění vzorků	47
3.2.4. Označení vzorků	48
3.2.5. Nanesení maziva	49
3.3. VLASTNÍ LEPENÍ	50
3.3.1. Nanesení lepidla	50
3.3.2. Vytvrzení lepidla	55
3.4. ZKOUŠKY VZORKŮ	56
3.4.1. Hodnocení pevnosti lepeného spoje	56
3.4.2. Hodnocení porušení lepeného spoje	59
4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	61
5. DISKUZE VÝSLEDKŮ	63
5.1. DISKUZE DÍLČÍCH VÝSLEDKŮ Z HLEDISKA HODNOCENÍ LEPIDEL VERSUS ADHEREND	63
5.2. DISKUZE DÍLČÍCH VÝSLEDKŮ Z HLEDISKA HODNOCENÍ ADHERENDŮ VERSUS LEPIDLO	68
6. ZÁVĚR	75
SEZNAM LITERATURY	78
SEZNAM PŘÍLOH:	80



Seznam použitých zkratek a symbolů

Označení	jednotky	význam
A_{80mm}	[%]	tažnost
AF		adhezní porucha
b	[mm]	šířka lepeného spoje
BH		Bake Hardening
CF		kohezní porucha
EBT		Elektron Beam Texturing
EDT		Electric Discharge Texturing
EG		elektrolyticky pozinkovaný plech
F_s	[N]	střední síla v odlupu
F_{sab}	[N/mm]	střední pevnost v odlupu
$\bar{F}_{sab}$	[N/mm]	průměrná hodnota pevnosti v odlupu
HDG		žárově pozinkovaný plech
KTL		kataforetické lakování
LT		Laser Texturing
n		počet vzorků
PRETEX		chromování pracovního válce
R_a	[μm]	střední aritmetická drsnost
R_m	[MPa]	pevnost v tahu
$R_{p0,2}$	[MPa]	smluvní mez kluzu
RPC	[cm^{-1}]	počet výstupků
s		směrodatná odchylka
SBT		Shot Blast Texturing
SCF		speciálně kohezní porucha
α	[°]	úhel smáčení
Al		hliník
C		uhlík
Mg		hořčík
Mn		mangan
Nb		niob



P	fosfor
S	sýra
Si	křemík
Ti	titan
Zn	zinek



1. Úvod [1,2,3]

Technologie lepení je v dnešní době velmi rozšířenou metodou spojování materiálů, se kterou je možné se setkat snad ve všech průmyslových odvětvích. Především v automobilovém průmyslu se stále více uplatňují lepidla, jež oproti konvenčním metodám spojování materiálů nabízejí řadu výhod, zejména ve vícevrstvých částech karoserie.

V automobilovém průmyslu je kladen velký důraz na bezpečnost, spolehlivost, kvalitu, komfort a samozřejmě i na cenu vozu. Lepení v tomto případě poskytuje optimální tuhost konstrukce při současném snížení hmotnosti. Tato technologie je mnohdy jedinou technikou spojování materiálů, která nepoškozuje spojovaný povrch a dovoluje spojení různých materiálů, jako je sklo, hliník, plast nebo ocelové plechy, které je možné snadno a bezpečně kombinovat a získat tak takové tvary a vlastnosti, jež by se jinými technologiemi jen těžko dosahovaly.

V případě technologie lepení v automobilovém průmyslu je odlišností lepení povrchů opatřených mazivem. Vzhledem k tomu, že v automobilovém průmyslu se používá technologie lepení bez odmašťování, musí být současná lepidla, používaná v automobilovém průmyslu, schopná vytvořit požadovaný lepený spoj karoserie a to i za použití maziva.

Vzhledem k tomu, že požadavky na materiály se stále zvyšují, zabývají se přední výrobci plechů ve spolupráci s výrobcí automobilů vývojem nových povrchů, které by zlepšily tribologické vlastnosti při lisování dílů karoserie.

Cílem diplomové práce je zjistit pevnostní vlastnosti lepených spojů u nově vyvíjených povrchů, které jsou aplikovány na plechy z důvodů zlepšení tribologických vlastností pro technologii hlubokého tažení tedy výrobu dílů karosérie. Na základě výzkumu tribologických vlastností plechů ve spolupráci se ŠKODA AUTO, a.s. Mladá Boleslav byly vybrány tři typy materiálů, které jsou běžně používány v sériové výrobě karosářských výlisků a dva materiály nové. Pro vlastní experiment bylo použito pět běžně používaných lepidel. Hodnocení kvality lepených spojů resp. kvality povlaku plechů byla zvolena zkouška pevnosti v odlupu dle ISO 11 339.

Diplomová práce vznikla v rámci řešení projektu studentské grantové soutěže 2822.



2. Teoretická část

2.1. Teorie lepených spojů

Lepení je technologický proces spojování materiálů (adherendů) pomocí přídatných látek nazývaných lepidla (adheziva), při kterém vznikají nerozebíratelná spojení stejných nebo různých materiálů. Lepidlo je látka, která umožňuje vytvářet pevné nerozebíratelné spojení mezi dvěma materiály. Tato schopnost lepidla je velmi závislá na adhezi k povrchům spojovaných materiálů a na kohezi samotného lepidla [1].

2.1.1. Vlastnosti lepených spojů

Spojování materiálů lepením je v dnešní době velice rozšířenou technologickou metodou například v automobilovém průmyslu, kde byla tato technologie dříve využívána jen jako doplňková. Dnes v některých případech nahrazuje tradiční metody konstrukčního spojování materiálů. Bude-li potřeba rozhodnout, zda použít technologii lepení, nebo dát přednost některé z jiných technologických metod spojování materiálů, je důležité znát podmínky, kterým bude spoj vystaven, a vlastnosti jednotlivých technologií spojování materiálů, neboť žádná z technologií spojování materiálů nemá jen výhody, ale nalezneme u nich i nevýhody, která je nutné brát v úvahu [1].

2.1.1.1. Přednosti lepených spojů [4,5,6]

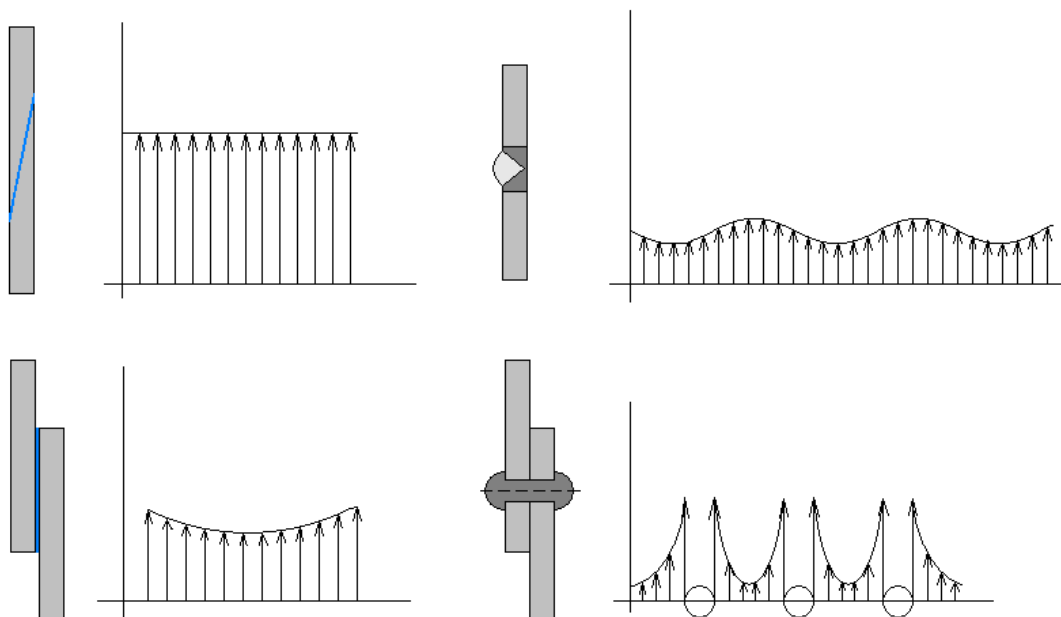
V následující kapitole jsou uvedeny některé z nejdůležitějších předností lepených spojů:

Zvýšení celkové pevnosti

Nejdůležitější výhodou lepených spojů je ve srovnání se spoji klasickými zvýšení celkové pevnosti vhodně konstruovaného spoje. Při nýtování a šroubování otvory zmenšují průřez spojovaných dílů a kromě toho vyvolávají vysokou koncentraci napětí, takže spojovaný materiál nemůže být pevnostně využit. Pevnostní výhody lepených spojů proti svařování nejsou vždy tak jednoznačné, jako je tomu při porovnání s nýtováním a spojováním šrouby. Kromě konstrukčního uspořádání a druhu zatížení má podstatný význam



spojovaný materiál [4]. Na následujícím obrázku 2.1.1. je uvedeno srovnání průběhů napětí v již zmiňovaných spojkách.



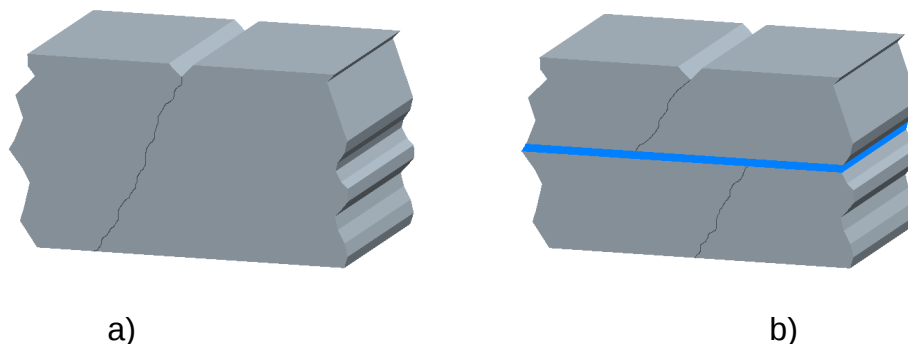
a) lepené spoje

b) svařované a nýťované spoje

Obr. 2.1.1. Průběh napětí ve spojkách [5]

Zvýšení bezpečnosti při poruše

Na obrázku 2.1.2. je znázorněno rozpínání trhliny plným a lepeným materiálem. U plného materiálu se trhlina šíří od vrubu celou součástí, zatímco u lepených materiálů se zastaví u vrstvy lepidla, a je-li součást dále namáhána, začne se šířit z jiného místa, jak je vidět na obr. 2.1.2. Houževnatá vrstva lepidla tedy izoluje účinek vrubu a nedojde tak k lomu okamžitě. Pozitivní je i to, že se trhlina vytváří pomalu, což tedy umožňuje při pravidelných kontrolách včas vyměnit poškozenou součást.



a)

b)

Obr. 2.1.2. Omezení účinku vrubu vrstvou lepidla, a) průběh trhliny plným materiálem, b) průběh trhliny lepeným materiálem [4]



Zvýšená odolnost proti korozi

U technologie nýtování či šroubování může docházet ke kovovému styku dvou materiálů s různým elektrochemickým potenciálem a v korozním prostředí (například nevhodné povětrnostní podmínky) tak vznikne galvanický článěk. To znamená, že materiál s nižším potenciálem se začne rozpouštět. Při použití elektricky nevodivého lepidla a dokonalého oddělení obou kovů k tomuto nedochází.

Možnost spojovat různé materiály

Lepení umožňuje spojovat téměř většinu materiálů, tedy i ty, které jsou za běžných podmínek nesvařitelné, nebo mají po svaření nevyhovující pevnost, ale i ty, které se jen těžko obrábějí, nýtují nebo spojují šrouby.

V neposlední řadě pouze technologie lepení umožňuje rovnoměrné rozložení síly po celé délce spoje.

Miniaturizace

U miniaturizovaných součástí mnohdy nejde použít klasické metody, jelikož nýty, šrouby nebo svary nelze donekonečna zmenšovat. V tomto případě by mohlo být řešením lepení, při němž nevzniká místní ohřátí, jako je tomu u svařování. Díly se tak nebortí a nedochází k ovlivnění vlastností.

Těsnost spoje, útlum vibrací

Na rozdíl od běžných metod spojování materiálů zajišťuje lepení těsnost spoje po celé délce, ne jenom v určitých bodech. Lepené spoje tedy není třeba dodatečně utěšňovat (platí i pro palivové nádrže). Vrstva lepidla zde působí jako izolant a odděluje obě části. U plechů pak nedojde ke klepání a snižuje se tak hlučnost.

Použití v širokém intervalu rozměrů

Lepení na rozdíl od jiných technologií není limitováno plochou ani tloušťkou materiálů. Pomocí lepení lze spojovat velmi tenké materiály, stejně tak i velké plochy.

Nedochází k ovlivnění struktury základního materiálu

Při spojování materiálů lepením se neovlivňuje základní materiál, jako je tomu u svařování, při němž se v blízkosti svaru nalézají teplem zasažená oblast mající jinou strukturu než základní materiál.



Nedochází k porušení povrchové vrstvy

Povrchy plechů se často opatřují povlaky (nejčastěji na bázi Zn) z důvodu ochrany proti korozi, ty ale v technologii svařování činí problémy. Mezi tyto potíže patří ulpívání Zn na elektrodě, nebo nedostatečná funkce povlaku v místě spoje z důvodu porušení povrchové vrstvy. V případě lepení tato situace nenastane.

Snížení hmotnosti

Při realizaci lepených spojů je možné z hlediska rovnoměrného rozdělení napětí využít tenčích materiálů, a tím snížit hmotnost.

Technologie lepení umožňuje zjednodušit a zmenšit počet dílčích montážních celků, současně dovoluje spojování kovů a nekovů. Lepení je nejvýhodnější tehdy, převažují-li jeho přednosti [1].

2.1.1.2. Nevýhody lepených spojů [1,4,5,7]

Technologie lepení, stejně jako jiné technologie, nepřináší pouze výhody, ale má i své nevýhody. Proto je důležité zajistit takové podmínky, aby tato negativa nepřevažovala. Pokud tomu tak nelze, je lepší použít některou jinou metodu spojování. Dále jsou uvedeny některé nevýhody lepených spojů.

Nízká odolnost v odlupu

Při návrhu lepeného spoje je lépe upřednostnit konstrukci spoje na namáhání ve smyku je-li to konstrukčně možné, neboť je nutné brát v úvahu jeho nízkou odolnost v odlupu. V opačném případě pak svařování, šroubování či nýtování zabezpečí lepší podmínky.

Nízká odolnost lepidel při vysokých teplotách

Další nevýhodou lepených spojů je nízká odolnost při vysokých teplotách. Pokud není lepidlo konstruováno pro práci při vyšších teplotách, ztrácí při nich svou pevnost. Lepidla vytvrzovaná kolem teplot 160°C si krátkodobě (cca 1 h) zachovávají svoje vlastnosti při teplotách do 220°C. Zároveň jsou-li lepené spoje vystaveny statickému zatížení při působení vyšších teplot, hrozí náchylnost ke creepu.



Nutnost vytvrzování

Většinu používaných konstrukčních lepidel je pro dosažení pevnosti potřeba vytvrdit. Doba vytvrzování je zpravidla závislá na vytvrzovací teplotě. Čím vyšší vytvrzovací teplota tím kratší doba vytvrzování, která může být od několika minut až po několik hodin. To znamená, že lepené spoje nedosahují nikdy okamžité pevnosti, jako u jiných technologií např. spojování šrouby.

Nutnost úpravy povrchu před lepením

Nevýhodou lepených spojů je ve většině případů nutnost úpravy povrchu (odmaštění, odstranění mechanických nečistot, zdrsňení povrchu, apod.), která je pro pevnost spoje podstatná. Náročnost povrchových úprav tedy bude záviset na druhu adherendu a požadované pevnosti.

Výjimkou je snad pouze automobilový průmysl, kde se pro karosářské díly v dnešní době používá technologie lepení materiálů bez odmašťování, protože v současnosti používaná lepidla umožňují vytvoření požadovaného lepeného spoje s dostatečnou pevností i při použití maziv. Povrchy výlisků karoserie se tedy neodmašťují a je tak možné snížit náklady na přípravu povrchu.

Nerozebíratelnost spoje

Jednou z nevýhod lepení oproti spojování materiálů šroubováním je nemožnost pozdějších úprav.

2.1.2 Teorie adheze a koheze

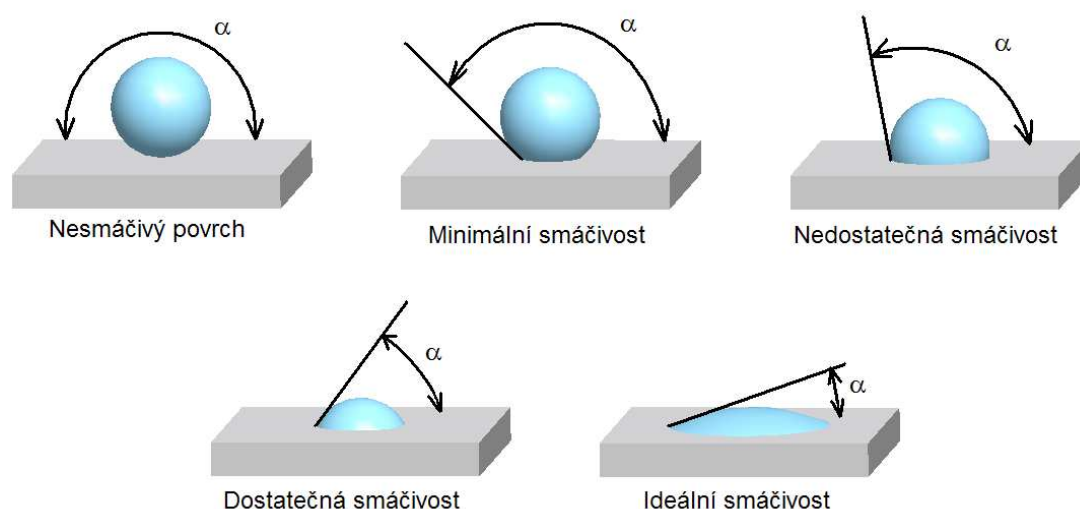
2.1.2.1 Adheze [5,6,8]

Adheze je popisována jako schopnost vzájemné přilnavosti dvou povrchů a je důsledkem vzájemného působení molekul, což znamená, že souvisí s molekulovou strukturou. Adheze je založena na působení fyzikálních sil (Van der Waalsovy síly), mezimolekulárních a chemických vazeb.

Van der Waalsovy síly, patřící do skupiny sekundárních sil, jsou slabé fyzikální síly, které působí na vzdálenost desetin nanometrů zpravidla mezi nepolárními molekulami. Jejich důsledkem vzniká elektrický dipól. Vlivem malého dosahu těchto sil je důležité, aby lepidlo co nejlépe smáčelo povrch lepeného adherendu.



Z praxe je tedy známo, že adheze je velmi závislá na dobré smáčivosti povrchu adherendu lepidlem. Smáčivost povrchu se zkouší tzv. kapkovou metodou znázorněnou na obr. 2.1.3, související s úhlem smáčení α , který svírá okraj kapky vody s povrchem adherendu. Vzhledem k tomu, že většina lepidel má nižší povrchové napětí než voda, pak je možné s velkou pravděpodobností říci, že bude-li povrch smáčen vodou, bude smáčen i lepidly.



Obr. 2.1.3. Smáčivost povrchu – kapková metoda [5]

2.1.2.2 Vybrané teorie adheze [5,6]

V praxi i v literatuře je známo více teorií adheze. Výklady jednotlivých teorií se různě odlišují a prolínají podle jednotlivých autorů. Většina se opírá o vztahy molekul i jejich vzájemného působení a uplatňují se zde fyzikální, mezimolekulární a chemické síly. Dále jsou uvedeny některé teorie adheze.

- ❖ Molekulová teorie
- ❖ Elektrostatická teorie
- ❖ Difúzní teorie
- ❖ Chemická teorie
- ❖ Mechanická teorie

Molekulová teorie (adsorpční)

Dnes nejvíce přijímaná adsorpční teorie adheze vychází z analogie jevu smáčení, adsorpce a adheze. Základem adheze je vzájemné působení molekul adherendu a lepidla (adheziva), proto je nevyhnutelné aby oba druhy



molekul měly polární funkční skupiny schopné vzájemného působení. Proces vzniku adhezního spoje lze rozdělit na dvě stadia: 1. – transport molekul adheziva k povrchu adherendu; 2. vzájemné působení mezimolekulárních sil (van der Waalsovy) po přiblížení molekul adheziva na vzdálenost menší než 0,5 nm. To trvá až do dosažení adsorpční rovnováhy. Za předpokladu dostatečného kontaktu (na molekulární úrovni) adherendu a adheziva postačují van der Waalsovy síly vzhledem ke své vysoké četnosti k dobré pevnosti adhezního spojení. Příčina malé pevnosti adhezního spoje je spatřována především v omezeném kontaktu adherendu a adheziva, a proto úzce souvisí s dokonalostí smáčení povrchu adherendu adhezivem [6].

Elektrostatická teorie

Tato teorie předpokládá dvojitou vrstvu vytvořenou dotykem dvou rozličných substancí ve spoji jako základ pro vznik adheze. Podle toho je spoj kondenzátorem, kterého rozdílně nabyté desky se přitahují. Jakmile dojde k jejich oddělení, vzniklý potenciálový rozdíl se musí vybit nebo vyzářit jako elektronová emise. Při podrobnějších studiích však nebyla prokázána korelace mezi velikostí povrchového elektrostatického náboje a pevností odpovídajících adhezních spojení [6].

Difúzní teorie

Podle této teorie pevnost spoje vzniká vzájemnou difuzí polymerů (nebo jiných materiálů) napříč rozhraním. Základem tohoto tvrzení je skutečnost, že některé látky (např. polymery) mohou navzájem difundovat a průběh této difuze, který závisí především na čase, teplotě, viskozitě, kompatibilitě adherendu a adheziva, relativní molekulové hmotnosti polymerů, ovlivňuje pevnost spoje. Tato teorie však nevysvětluje možnost spojení materiálů, které navzájem nedifundují, ale úspěšně se lepí (např. kov – sklo) [6].

Chemická teorie

Pro získání pevného spoje, který nebude vykazovat adhezivní ale kohezní lom je podle této teorie potřebné, aby materiály, které se mají navzájem spojit, reagovaly vytvořením primárních chemických (kovalentních) vazeb napříč rozhraním. Takovéto vazby sice někdy vznikají, všeobecně však lepení probíhá v termodynamických podmínkách, které vznik chemických



vazeb neumožňují. Pokud by takovéto podmínky nastali, není možné tvrdit, že vazbové reakce budou probíhat jen na povrchu materiálu, ani to, v jakém rozsahu takovéto reakce pevnost spoje ovlivňují, nebo či pevnost jednoznačně zvyšují [5].

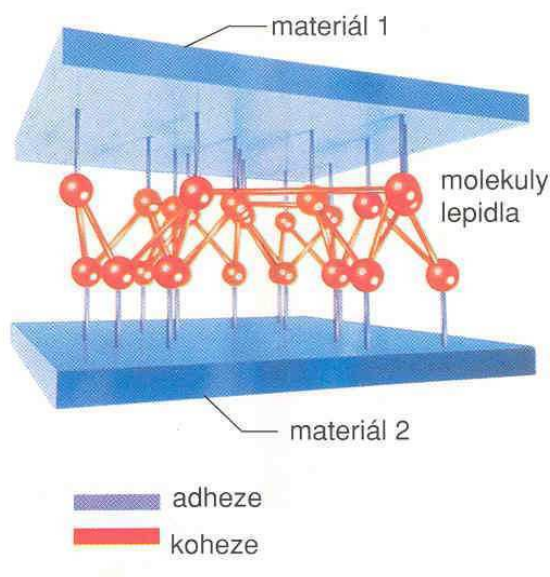
Mechanická teorie

Tato teorie vychází z představy, že po proniknutí kapalného adheziva do trhlin a kavit lepeného povrchu, dojde po zatuhnutí adheziva k jeho „zaklínění“ v povrchu adherendu. Mechanické teorie adheze jsou dnes užívány sporadicky jen ve specifických případech, jako je např. adheze pryžových směsí k textilním vláknům či výroba překližek [6].

2.1.2.3 Koheze

Koheze nebo-li soudržnost je souhrn sil, které působením vzájemných valenčních a mezimolekulárních sil poutají k sobě molekuly lepidla. Kohezní síly se také někdy označují jako vnitřní adheze. Velikost koheze je udávána kohezní energií, která je potřeba k oddělení jedné částice lepidla od ostatních [5].

Pro vytvoření kvalitního lepeného spoje jsou tedy nejdůležitější dobrá koheze a adheze v lepeném spoji obr. 2.1.4.



Obr. 2.1.4: Adheze a koheze u lepeného spoje [9]



2.1.3 Lepidla

Lepidla jsou důležitým spojovacím materiálem pro vytvoření kvalitního spoje a podle adherendů, nebo aplikací se rozdělují do různých skupin. Jejich dělení je uvedeno dále.

2.1.3.1 Dělení lepidel [4,5,6]

Z praktického hlediska lze lepidla dělit dle různých kritérií a liší se případ od případu. Jednou z možností jak rozdělit lepidla je dělení podle chemického základu, ale bezpochyby existuje mnoho dalších hledisek, podle nichž je možné lepidla rozčlenit.

Další možnosti dělení:

Podle aplikace – lepidlo pro lepení plastů nemusí dobře lepit kovy, patří sem například výplňová, strukturní, těsnící a další lepidla.

Podle fyzikálního charakteru – tuhá, kapalná, polotuhá.

Podle způsobu vytváření lepeného spoje – teplem, tlakem, katalyzátory, vulkanizující.

Podle počtu složek – jednosložkové, vícesložkové.

Další možnosti dělení lepidel je možné nalézt v odborných literaturách např. [4,5]

2.1.3.2 Rozdělení podle chemického základu [4,5,6,10]

Nejzákladnější rozdělení lepidel se určuje dle chemického složení. Podle základní složky se dají dělit na syntetická a přírodní. Přírodní lepidla lze rozdělit na organická (škrobové, živičné, glutínové, albumínové, asfalt) a anorganická (cement, sádra, vodní sklo, malty). Mezi syntetická patří lepidla na bázi reaktoplastů, termoplastů, elastomerů a směsí.

V automobilovém průmyslu nejvíce využívaná lepidla patří do skupiny syntetických lepidel, kde pro různé pevnostní, těsnící či výztuhové aplikace se nejčastěji používají lepidla na bázi epoxidových pryskyřic, syntetických kaučuků nebo polyuretanů.



Epoxidová lepidla

V současné době jsou epoxidová lepidla asi nejrozšířenější skupinou lepidel pro lepení kovů a jiných materiálů. Těchto lepidel se vyrábí mnoho druhů, které se liší viskozitou. Používají se nízkoviskózní tekutiny až po pevné látky, které obsahují různé množství epoxidových a hydroxylových skupin, rozhodujících o jejich vlastnostech. Tato lepidla mohou být jednosložková nebo dvousložková.

Jednotlivé vlastnosti epoxidových lepidel, jako jsou pevnost v odlupování, odolnost proti vlivu prostředí, tepelná odolnost nebo křehkost, se dají modifikací upravit (např. modifikací kaučukem se snižuje jejich křehkost), aby odpovídaly jednotlivým aplikacím. Tím vznikají výborná konstrukční lepidla, používaná v mnohých odvětvích, zejména v automobilovém průmyslu.

Jednou z výhod epoxidových lepidel je, že nepotřebují při vytvrzování tlak pro docílení spoje. Ten zpravidla slouží pouze k zabránění posunutí lepených částí vůči sobě. Další přednost spočívá v jejich dobré přilnavosti k řadě adherendů díky obsahu polárních skupin a stejně tak nízké smrštivosti.

Kaučuková lepidla

Dělení kaučukových lepidel:

Kaučuková lepidla - nevulkanizující

- vulkanizující

- samovulkanizační

- vulkanizující za zvýšené teploty

Kaučuková lepidla se připravují buď z přírodního či syntetického kaučuku, a jak je výše zmíněno, dělí se na vulkanizující, či nevulkanizující. Nevulkanizující kaučuky zpravidla dosahují nižší pevnosti než vulkanizující. U vulkanizujících kaučuků jsou přítomny přísady pro vulkanizaci, a pokud se jedná o samovulkanizující lepidla, pak ještě aktivátory. Dále se do kaučuků přidávají různé další přísady (pigmenty, stabilizátory aj.) pro dosažení požadovaných vlastností.

Lepidla z přírodního kaučuku – zhotovují se rozpouštěním regenerátu či přírodního kaučuku. Vyskytují se ve formě roztoků v rozpouštědlech, vodních disperzích nebo polotuhých tmelů a past. Tato lepidla tuhnou odpařením rozpouštědel či vody nebo vulkanizací za vyšší teploty, případně přidáním katalyzátorů. Také se vyznačují dobrou lepivostí a ohebností. Zároveň lepidla



připravená z regenerátů více odolávají okolnímu prostředí a jsou méně náchylná k tečení za tepla.

Lepidla z přírodního kaučuku nebo regenerátu se často používají pro lepení ve stavebnictví, automobilovém průmyslu a v obuvnictví, kde spojují kov, kůži, papír, pryž, dřevo nebo plasty.

Lepidla ze syntetického kaučuku – syntetické kaučuky se vyrábějí polymerací či emulzní polymerací z různých surovin a jejich základem mohou být statické kopolymery nebo homopolymery, čím vznikají různá kaučuková lepidla, lišící se vlastnostmi. Dle použitých látek se vytvářejí lepidla z butylkaučuku, z polyisobutylenu, nitrilkaučuková a další. Při přípravě kaučukových lepidel se přidávají další látky jako oxidy kovů a saze (zvyšují kohezní pevnost a lepivost), grafit a talek, které zvyšují odolnost proti chemikáliím a kyselinám nebo nepropustnost proti plynům.

Kaučuková lepidla více či méně nepodléhají stárnutí, povětrnosti či ozonu, odolávají vodě a minerálním olejům, některé i chemikáliím jako např. kyselinám. Používají se pro lepení různých materiálů kovů, skla, plastů.

2.1.4 Zkoušky lepených spojů a lepidel [4,5]

Zkoušky lepených spojů se provádějí pro zjištění vlastností lepidel ve vztahu k použitým substrátům nebo mazivům ke zjištění kvality lepených spojů, ověřuje se jejich vhodnost pro danou konstrukci a napomáhá samotnému výběru lepidla.

2.1.4.1 Zkoušky lepidel [4]

Zkoušky lepidel by se daly rozdělit do několika kategorií, kdy v každé etapě je lepidlo testováno z jiného hlediska. Patří sem například vstupní kontrola lepidla, kdy se zkoumá zejména známá kvalita lepidla. Testování tedy zahrnuje vzhledovou kontrolu, fyzikálně chemické zkoušky (stanovení viskozity), fyzikálně mechanické zkoušky. Dále sem patří kontrola procesu lepení, jež má zajistit dodržení předepsané technologie lepení. V neposlední řadě se při zkouškách na konkrétních vzorcích ověřuje výběr lepidla.



2.1.4.2 Zkoušky lepených spojů [4,5]

Zkoušky lepených spojů slouží k zjištění mechanických hodnot a vlastností pro různé druhy namáhání. Z výsledků je pak možné určit vhodnost lepidla pro určitou aplikaci. Testování lepených spojů se nejčastěji dělí na dvě hlavní skupiny, a to destruktivní a nedestruktivní.

a) Destruktivní zkoušky

- *statické zkoušky*

- 1) Pevnost v odlupování
- 2) Pevnost ve smyku
- 3) Zkouška lámavosti

- *dynamické zkoušky*

- 1) Rázová pevnost
- 2) Zkouška na únavu lepených spojů

Mezi destruktivní zkoušky lze též zařadit zkoušky tepelné odolnosti nebo životnosti.

b) Nedestruktivní zkoušky

Ne vždy, když je nezbytné zjistit vlastnosti spoje, je možné podrobit ho destruktivní zkoušce. V některých případech je nutné, aby spoj zůstal nepoškozen. V těchto situacích se tedy využívají nedestruktivní zkoušky, založené na prozařování (rentgenové záření), akustických metodách (zvuk, ultrazvuk), magnetismu a el. metodách (elektromagnetické, indukční, kapacitní). Jejich úkolem je zjistit vady a spoj neporušit. Někdy se též nedestruktivní metody zaměřují na kvalitu povrchu (odmaštění, oxidace) a podle ní se pak dá usuzovat o jakosti spoje.

Pevnost v odlupování podle ISO 11 339 [11]

Norma ISO 11 339 udává podmínky zkoušky pevnosti v odlupování pro zkoušení pružných materiálů, které se dají ohnout o libovolný úhel až 90° bez porušení a popraskání. Při zkoušce v odlupování je testovaný vzorek namáhán tahovou silou ve směru kolmém na spoj, rychlostí 100 mm/min, která je obecně preferována pro kovové adherendy nebo 10 mm/min pro ostatní adherendy. Vzorky pro tuto zkoušku jsou nejprve nastříhány na rozměry dle obrázku 2.1.5 a následně konce vzorku ohnuty pod úhlem 90°



z důvodu upnutí do čelistí zkušebního zařízení. Na takto připravený vzorek se aplikuje v podobě „housenky“ lepidlo a na něj se položí distanční tělíska (tělíska mohou být v podobě drátků, plíšků nebo kuliček), zajišťující dodržení rovnoměrné tloušťky lepidla po celé délce spoje při jeho zafixování. Následuje přitlačení vzorků k sobě a zpevnění vzorků svěrkami. Dalším postupem je nechání lepidla vytvrdit dle určitého teplotního režimu a pak 24 hodin chladnout, tzv. kondicionace. Teprve takto připravené vzorky je možné podrobit zkoušce v odlupování.

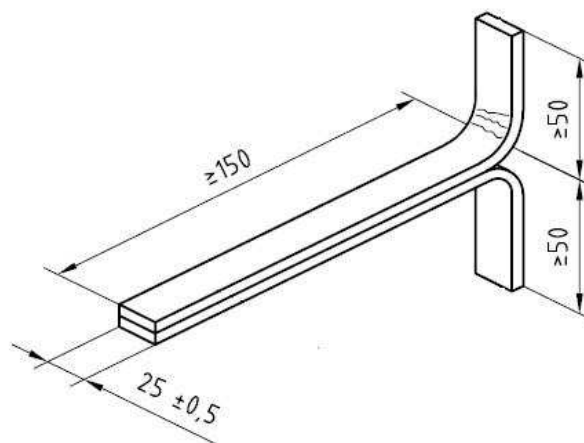
Střední pevnost v odlupování F_{sab} v N/mm je udávána síla F_s v N působící na šířku vzorku b , která je nezbytná na oddělení dvou slepených ploch. Střední pevnost v odlupování se získá ze vztahu:

$$F_{sab} = \frac{F_s}{b} \quad (2.1)$$

Kde: F_{sab}střední pevnost v odlupování [N/mm]

F_sstřední síla v odlupu [N]

bšířka lepeného spoje [mm]



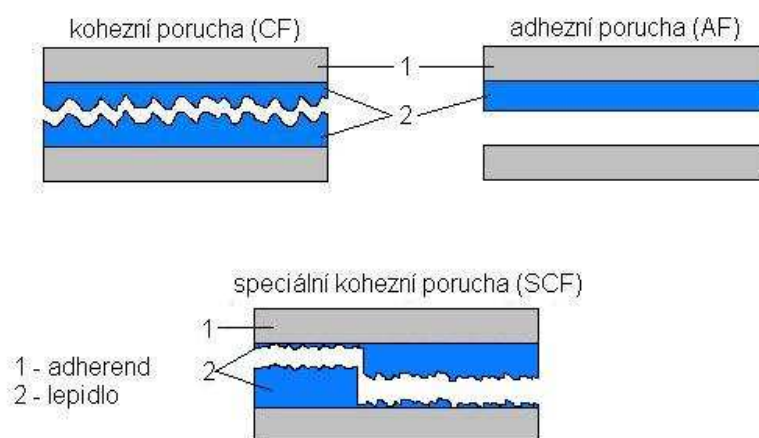
Obr. 2.1.5 Rozměry vzorku pro pevnost v odlupu podle ISO 11 339 [11]

2.1.4.3 Hodnocení porušení lepeného spoje [1,4]

Výstupem zkoušky v odlupu jsou samozřejmě číselné hodnoty pevností v odlupování, ale kromě těchto parametrů je také důležité vyhodnotit typ porušení a jeho procentuální zastoupení. Vyhodnocení porušení spoje se



uskutečňuje podle normy ČSN ISO 10 365. Na obr. 2.1.6 jsou uvedeny tři základní typy porušení:



Obr. 2.1.6 Základní typy porušení [4]

Kohezní porušení (CF) – znamená, že k lomu dojde uprostřed lepidla, což z hlediska porušení je nejpříznivější výsledek. Přidá-li se k tomu pak vysoká, případně odpovídající pevnost v odlupu, je kohezní lom nejlepším z daných porušení, kterého je možné dosáhnout. Při kohezního lomu je na obr. 2.1.6.

Adhezní porušení (AF) – spočívá v tom, že lepidlo zůstane na jedné nebo druhé straně vzorku a protilehlá část vzorku se nalézá bez lepidla, čistá a lesklá. Vznikne-li adhezní porušení spoje, je vždy hodnoceno jako nevyhovující. Příklad adhezního porušení je na obr. 2.1.6.

Speciálně kohezní porucha (SCF) – ukazuje, že k porušení spoje dojde na rozhraní lepidla a adherendu, ale nikoli uprostřed. Tento typ porušení se v praxi vyskytuje nejběžněji. Na obr. 2.1.6 je příklad speciálně kohezní poruchy.

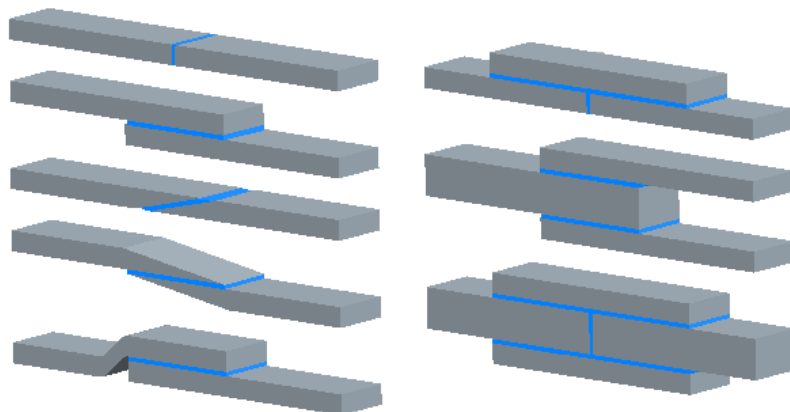
2.1.5 Konstrukce lepených spojů [4,5]

Při návrhu konstrukce lepených spojů je důležité, aby jednotlivé části nebyly příliš složité a byly k lepení vhodné. Stejně tak je důležité při návrhu lepeného spoje dbát na způsob zatěžování, a pokud je to možné vyhnout se namáhání v odlupu, a spíše upřednostňovat smykové zatížení.



Při lepení dílů je snaha navrhnout lepený spoj takovým způsobem, aby napětí bylo rovnoměrně rozprostřeno po celé ploše spoje, a namáhat ho ve směru největší pevnosti. V praxi je tedy nejvýhodnější použít přeplátovaných spojů, jejichž vlastnosti jsou lepší než u tupých spojů. V některých případech je sice možné realizovat i tupé spoje, ale pouze za předpokladu, že spoj nebude namáhán stranovými silami. Na obr. 2.1.7 jsou uvedeny některé příklady lepených spojů.

Pevnost spoje a jeho odolnost při namáhání závisí na několika faktorech, jednak na pevnosti adhezivní vazby, jednak také na mechanických vlastnostech adherendu či na vlastnostech vybraného lepidla. Z toho lze usuzovat, že podle volby konstrukce a materiálu je možné ovlivnit vnitřní napětí, jež má určitý vliv na pevnost spoje.



Obr. 2.1.7 Typy lepených spojů [5]

Přeplátované spoje

Přeplátované spoje se zpravidla používají pro namáhání v tahu nebo smyku. Z konstrukčního hlediska jsou výhodnější než tupé spoje z důvodu větší plochy spoje.

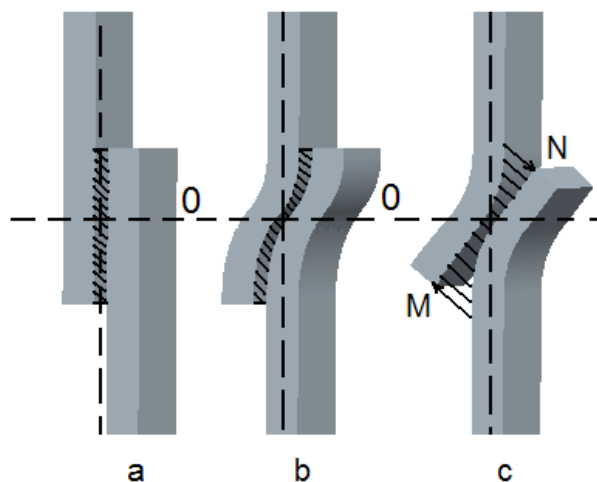
Průběh napětí ve spoji závisí na jeho konstrukci a podle toho se bude také měnit. Vývoj tohoto napětí bude analyzován na jednoduchém přeplátovaném spoji.

Při namáhání přeplátovaného spoje dojde k deformaci tohoto spoje, jak je znázorněno na obr. 2.1.7. Postupem, jak se spoj deformuje, dojde k tomu, že vnitřní napětí, vyvolané vnější silou, bude mít různé směry. Z toho tedy vyplývá, že spoj bude v poslední fázi namáhání na odlupování s největší



hodnotou na krajích spoje (tedy body M, N), a naopak nejnižší hodnota se nalézá uprostřed v bodě 0. Poměry ve spoji bude ovlivňovat nejen tloušťka lepené vrstvy a její plocha, ale i tloušťka adherendu a jeho mechanické vlastnosti. Právě mechanické vlastnosti budou ovlivňovat tvarovou deformaci a tato změna tvaru urychlí, nebo zpomalí porušení spoje.

Příklad deformace, který je zobrazen na obr. 2.1.7, je možné zmenšit nebo jí úplně zabránit zvýšením tloušťky či pevnosti adherendu nebo použitím žebra či zpevňovacími příložkami [1].



Obr. 2.1.7 Deformace přeplátovaného spoje: a – stav bez napětí, b – začíná deformace spoje a adherendu, c – ukončená deformace adherendu, probíhá deformace lepidla. [5]

Tupý spoj

Je-li někde nutné použít tupý spoj, měl by být konstruován tak, aby namáhání bylo tlakové, tahové v krajním případě. Lze ho použít pro tuhé materiály (kov, dřevo) zpravidla tam, kde je plocha spoje dostatečně velká a nehrozí namáhání v ohybu. Pro elastické materiály bude základním spojem, pokud ohybová napětí nejsou hlavní složkou.



2.2. Povrchy používané v automobilovém průmyslu [3]

V moderním automobilovém průmyslu, se stále častěji ukazuje, že vzhled a kvalita laku tvoří první dojem, podle kterého zákazník automobil vybírá. Z praktických zkušeností bylo zjištěno, že určitý vliv na kvalitu lakování má i morfologie povrchu použitého plechu. Kromě pozitivního vlivu na vzhled laku, ovlivňuje morfologie povrchu výrazně i tribologické podmínky, jež mají vliv na deformaci plechu při tváření.

Morfologií povrchu, vzhledem k jejímu významu, se zabývají přední výrobci karosářských plechů. Snaží se vytvořit povrch plechu, který bude lépe lisovatelný (nebude se zadírat, ani praskat). Do dnešní doby bylo vynalezeno několik metod opracování povrchu pracovních válců. Mezi tyto metody se řadí: mechanické otryskávání jemnozrnným granulátem (metoda označující se SBT-Shot Blast Texturing), opracování elektrojiskrovým výbojem (metoda označující se EDT-Electric Discharge Texturing), opracování povrchu laserovým paprskem (metoda označující se LT-Laser Texturing), ale ta se v současné době nepoužívá, opracování elektronovým paprskem (metoda označující se EBT-Elektron Beam Texturing) a chromování pracovního válce (metoda označující se PRETEX proces). Popis metod je uveden níže.

Kromě zmíněného vzhledu, v poslední době zákazníci zajímá také korozní odolnost karoserie automobilu, neboť životnost automobilu je do určité míry ovlivněna právě životností karoserie. Existuje několik způsobů jak chránit ocelové plechy před korozí, z nichž asi nejpoužívanější je katodická ochrana použitím zinku.

V praxi se používají tři metody tvorby ochranných povlaků a sice, žárové pokovování v roztaveném kovu nebo slitin kovů, elektrolytické pokovování na bázi zinku a nanášení organických povlaků s obsahem zinku.

2.2.1. Povlaky ocelových plechů

V automobilovém průmyslu se nejvíce uplatňují plechy s povlaky na bázi zinku. Zinek je vhodný především svou relativně nízkou cenou, výbornou korozní ochrannou, svými elektrochemickými vlastnostmi poskytuje



ocelovému podkladu katodickou ochranu. Vzhledem k tomu, že zinek patří do skupiny neušlechtilých kovů, tak v kontaktu s ocelí vystupuje jako anoda a převádí ocel do imunního stavu. Tento elektrochemický článek je podstatou ochrany ocele a jiných kovových materiálů proti korozi.

Ochranné působení vrstvy zinku na plechu použitého při výrobě automobilové karoserie má podstatně zvýšit odolnost úplného ochranného systému proti podkorodování a výrazně oddálit korozi ve spárách a dutinách, kde vlastní nátěrový systém není úplný nebo je méně kvalitní.

Pro výrobu karoserií se velmi často používají plechy žárově i elektrolyticky pozinkované s ochrannou vrstvou na jedné či obou stranách. Pozinkované plechy se vyznačují vysokou odolností proti korozi, při tažení však mají sklony k zadírání, porušování soudržnosti ochranného povlaku a podkladového materiálu, obnažování základního povrchu apod. Pro zamezení zadírání jsou zinkované plechy opatřovány fosfátovým povrchem [3].

2.2.1.1. Žárové nanášení zinku [3]

Žárové nanášení zinku je velmi rozšířeným způsobem nanášení protikorozní vrstvy a patří zároveň mezi základní způsoby. Tento proces spočívá v namáčení ocelových dílů nebo plechů do lázně roztaveného zinku, která se pohybuje v rozmezí teplot 430 až 740°C, kdy dochází k reakci mezi zinkem a železem. Ponořením do lázně vzniká na povrchu oceli metalický povlak zinku o tloušťce 7 až 200 μm . Této metody se používá nejen k pokovování jednotlivých součástí, ale lze využít i pro kontinuální pokovování svitků. Pro žárové zinkování je možné použít několik způsobů a sice mokré a suchý způsob, kdy velikost výrobku je závislá na rozměrech zinkovací vany.

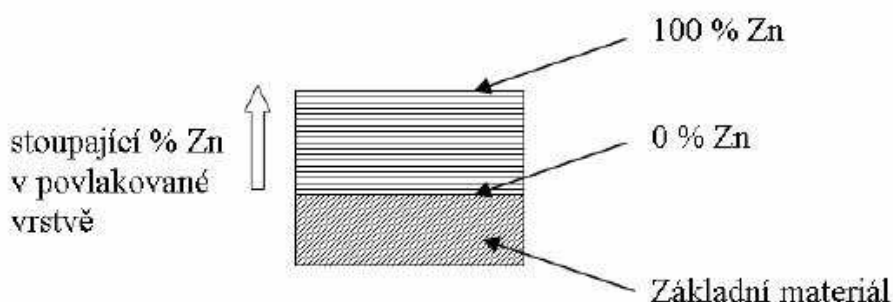
V případě mokrého způsobu je zinkovací vana z poloviny zaplněna tekutým tavidlem a výrobek tak vstupuje do zinku přes tuto vrstvu. Jakmile se tavidlo odtaví, dojde ke smáčení povrchu zinkem. Výhodou metody je, že není potřeba sušení po ponoru do tavidla, jelikož zinkování probíhá okamžitě.

Při suchém způsobu zinkování jsou pokovující se předměty nejprve namočený do roztoku tavidla, po vyjmutí sušeny a poté jsou následně ponořovány do zinkovací lázně [3].

V případě kontinuálního pokovování se za studena válcovaný plech ohřeje ve spalínách na teplotu asi 350°C, kdy se spálí válcovací emulze a dojde na povrchu k vytvoření oxidu. Následně se v žíhací peci redukuje oxid vodíkem na železo a po ochlazení pásu na 450°C dojde k průchodu pásu zinkovací lázní. Tloušťka vrstvy je pak regulována pomocí válců nad hladinou lázně nebo pomocí vzduchové trysky.

Plechý povrchově upravené touto metodou mohou být tepelně ovlivněny v důsledku průchodu zinkovou lázní [3]. V porovnání s elektrolitickým způsobem nanášení zinku je takto vytvořená povrchová vrstva tvrdší, ale zároveň hrubší. Rozložení vrstvy zinku pro žárové zinkování je na obr. 2.2.1.

V dnešní době se stává trendem vytvářet pomocí žárového pokovování vrstvy Zn – Mg, kde hořčík zvyšuje odolnost kovu proti korozi.



Obr. 2.2.1: Rozložení zinku při žárovém pokovení [3]

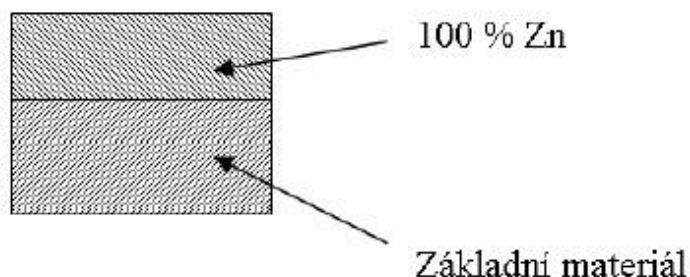
2.2.1.2. Galvanické nanášení zinku

Při elektrolytickém způsobu pozinkování mívá dosažená vrstva zinkovaného povlaku běžně tloušťku 7 až 10 μm . Na rozdíl od žárového zinkování nedochází při galvanickém procesu ke změnám mechanických vlastností (např. hlubokotažnosti), zinkový povlak spolu s konverzní vrstvou zaručuje bezproblémovou přilnavost organického povlaku. Takto lze připravit i velmi tenké vrstvy (až 3 μm) a galvanický způsob nabízí možnost přípravy i pouze jednostranně zinkovaných plechů.



Samotný povlak je tvořen v pozinkovací komoře, jež může mít dle konstrukce jednostranné nebo oboustranné uspořádání elektrod a zinkování se uskutečňuje v pozici horizontální, vertikální nebo radiální. Způsoby aplikace elektrolytu pak závisí na poloze zinkovací komory.

Plechý určené k hlubokému tažení jsou po nanesení zinku např. následně fosfátovány pro eliminaci zadírání a zlepšení mazání [3]. Na obr. 2.2.2 je zobrazeno rozložení zinku v případě elektrolytického pozinkování.



Obr. 2.2.2: Rozložení zinku při elektrolytickém pokovení [3]

2.2.1.3. Výhody a nevýhody povlaků [3]

Jednou z nevýhod pozinkovaných plechů je jejich sklon k zadírání při operaci lisování, kdy dochází k porušení ochranného povlaku, obnažování základního materiálu a zároveň k opotřebovávání nástroje. Další z nevýhod jsou pak problémy při svařování, kdy vrstva zinku uplívá na svařovací elektrodě.

Výhodou zinkového povlaku je jeho korozní odolnost, kdy elektrolyticky pozinkované povrchy mají lepší korozní odolnost vzhledem k čisté vrstvě zinku v celé tloušťce a to i v případě poškození (například poškrábání), oproti žárově pozinkované vrstvě, kde obsah zinku klesá směrem k ocelovému základu.

V dnešní době se vyskytuje mnoho metod pokovování, ale dále budou podrobněji popsány pouze metody tvorby morfologií pro HDG plechy.

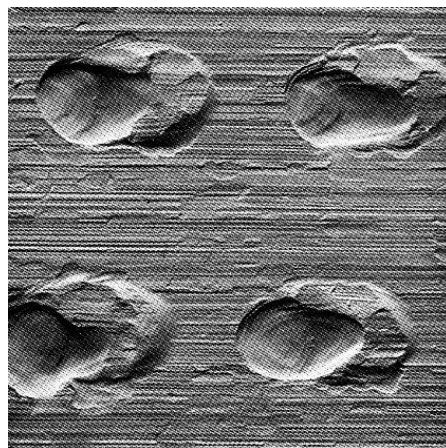


2.2.2. Tvorba povrchu HDG plechů [3]

Jak již bylo zmíněno, micro povrch a tribologie je důležitá z hlediska operace tažení, aby byla zajištěna vyrobiteľnost výlisku. Cílem je tedy vytvořit speciální reliéf na povrchu plechů při konečném válcování, aby tento povrch zachycoval dostatečné množství maziva a nedocházelo tak k zadírání. Na obrázku 2.2.3 jsou vyobrazeny vyráběné typy morfologií.



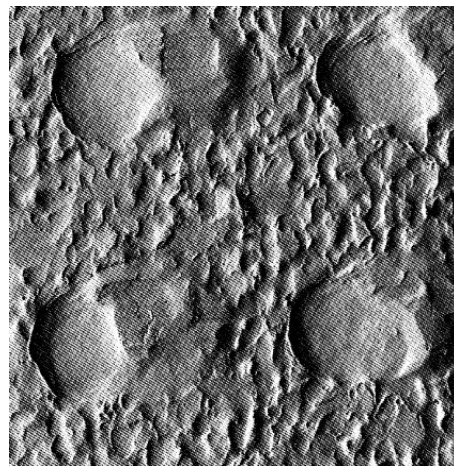
a) stochastická morfologie



b) deterministická morfologie



c) multideterministická morfologie



d) deterministicko-stochastická m.

Obr. 2.2.3: Příklad různých typů morfologií vytvářených na povrchu plechů [3]

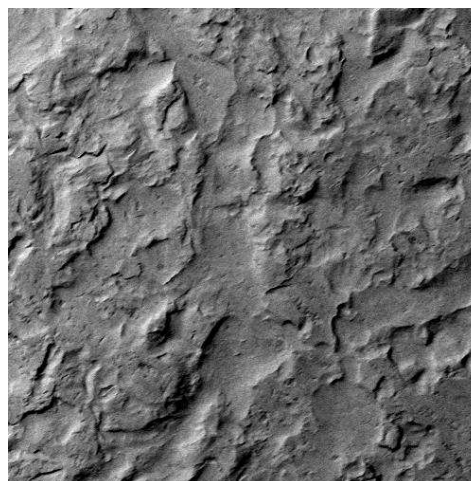
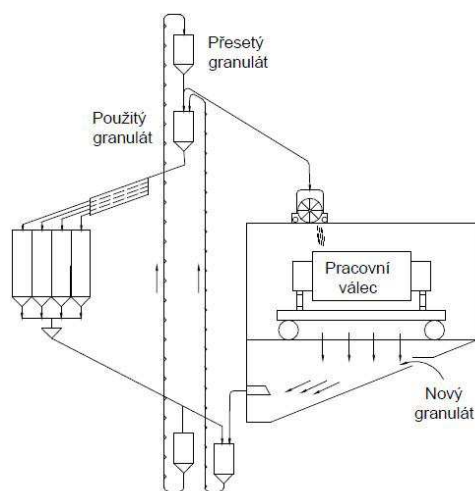
Vytváření povrchu pracovního válce metodou SBT

Texturování pracovního válce metodou SBT je založeno na otryskávání pracovního válce jemným granulátem. Jemnozrnný granulát je na rotující povrch pracovního válce vrhán lopatkovým kolem. Povrch pracovního válce je přetvářen částečnou plastickou deformací za současného deformačního



zpevnění. Výsledkem je charakteristická textura, vyznačující se náhodným rozdělením kráterů.

Drsnost válce může být regulována prostřednictvím obvodové rychlosti tryskacího kola, druhem a velikostí tryskacího granulátu nebo tvrdostí pracovního válce. Povrchy získané touto technologií matování pracovního válce jsou stochastické. Princip výroby válce je vidět na obr. 2.2.4 [3].



Obr 2.2.4: Princip texturování pracovního válce metodou SBT [3]

Obr. 2.2.5: Povrch válce „SBT“ zvětšeno 500x [3]

Střední aritmetická drsnost povrchu plechu, který je vyroben válcem s texturou SBT, se pohybuje v rozmezí $R_a = 1,0 \div 6,0 \mu\text{m}$. Charakteristický povrch žárově pozinkovaného plechu získaného touto metodou je vidět na obr. 2.2.5 [3].

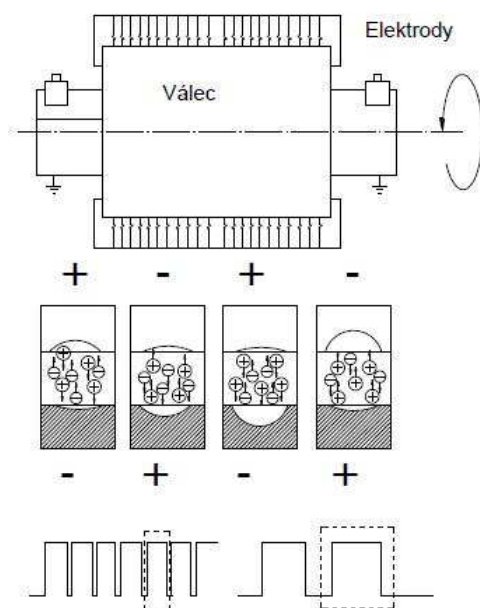
Vytváření povrchu pracovního válce metodou EDT

Texturování pracovního válce metodou EDT se uskutečňuje lokálním natavením povrchu válce v dielektrickém prostředí elektrickým výbojem mezi povrchem válce a elektrodou. Při vyjiskřovacím procesu je potřebné nastavit všechny parametry tak, aby byla dosažena maximální efektivita procesu. Drsnost válce lze měnit, bez ohledu na jeho tvrdost, jen velikostí napětí a vzdáleností elektrod. V porovnání s metodou SBT, metoda EDT umožňuje dosáhnout větší počet vrcholů (RP_c) a nižší drsnost (R_a). Požadované parametry jsou snadněji reprodukovatelné. Povrchy získané touto technologií

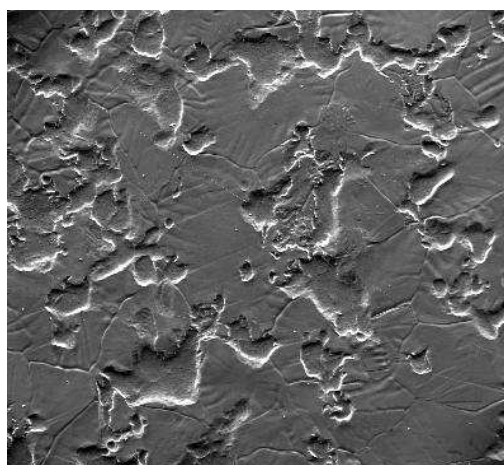


matování pracovního válce jsou stochastické. Princip výroby válce je vidět na obr. 2.2.6.

Střední aritmetická drsnost povrchu plechu, který je vyroben válcem s texturou EDT, se pohybuje v rozmezí $R_a = 0,8 \div 10 \mu\text{m}$. Charakteristický povrch žárově pozinkovaného plechu získaného touto metodou je vidět na obr. 2.2.7 [3].



Obr. 2.2.6 Princip texturování pracovního válce metodou EDT [3]



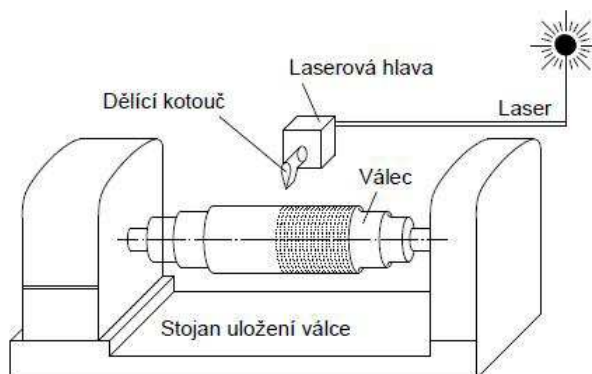
Obr. 2.2.7 Povrch plechu „EDT“ zvětšeno 500x [3]

Vytváření povrchu pracovního válce metodou LT

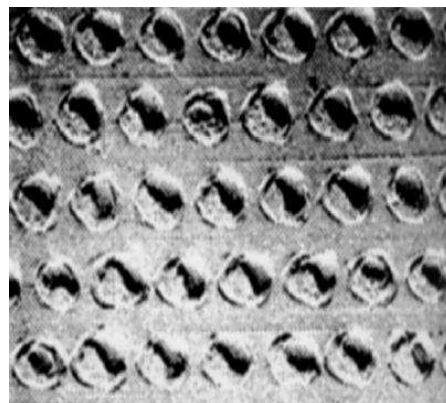
Texturování povrchu pracovního válce metodou LT se provádí pomocí laserového paprsku. Laserový paprsek natavuje povrch pracovního válce a roztavený kov z kráteru se zachycuje jako obruba okolo kráteru, kde ztuhne. Pracovní válec rotuje a je pomalu posunován v axiálním směru. Drsnost je regulovaná prostřednictvím energie laserového paprsku, axiálním pohybem a otáčkami dělicího kotouče.

Tato technologie umožňuje výrobu (semi)deterministických povrchů. Princip výroby válce je vidět na obr. 2.2.8. Charakteristický povrch pracovního válce texturovaného metodou LT je vidět na obr. 2.2.9 [3].

Tato metoda ale nenašla v praxi širší uplatnění, a tudíž se také nepoužívá.



Obr. 2.2.8: Princip texturování pracovního válce metodou LT [3]



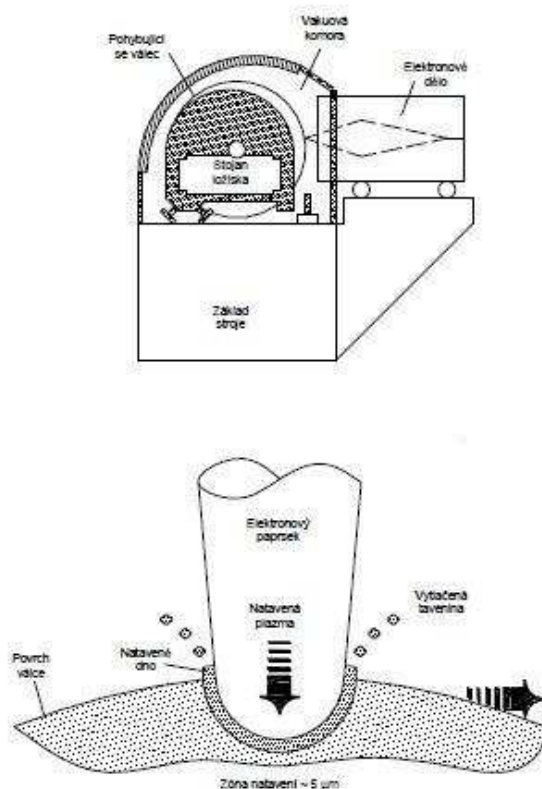
Obr. 2.2.9: Povrch pracovního válce „LT“, zvětšeno 500x [3]

Vytváření povrchu pracovního válce metodou EBT

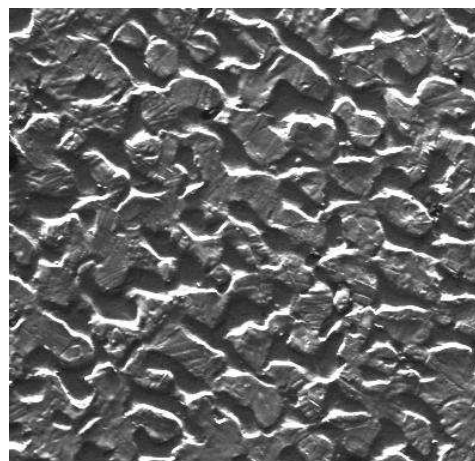
Princip texturování pracovního válce metodou EBT spočívá v natavování povrchu pracovního válce elektronovým paprskem. Proces je realizovaný ve vakuu, díky kterému má okraj kráteru čistý kovový charakter bez přítomnosti oxidů. Je možné regulovat a synchronizovat otáčení válce a frekvenci vystřelujícího elektronového paprsku tak, aby krátery měly rovnoměrné prostorové uspořádání ve všech směrech. U této metody, na rozdíl od jiných (např. LT), je možné zabezpečit pravidelnou geometrii uspořádání kráterů na povrchu válce i na velké vzdálenosti. Takovýto deterministický profil je odolný i vůči velkým smykovým silám při válcování na tandemové trati.

Tato technologie umožňuje výrobu deterministických povrchů. Princip výroby válce je vidět na obr. 2.2.10.

Střední aritmetická drsnost povrchu plechu, který je vyroben válcem s texturou EBT, se pohybuje v rozmezí $R_a = 0,4 \div 5 \mu\text{m}$. Charakteristický povrch žárově pozinkovaného plechu získaného touto metodou je vidět na obr. 2.2.11 [3].



Obr. 2.2.10: Princip texturování pracovního válce metodou EBT [3]



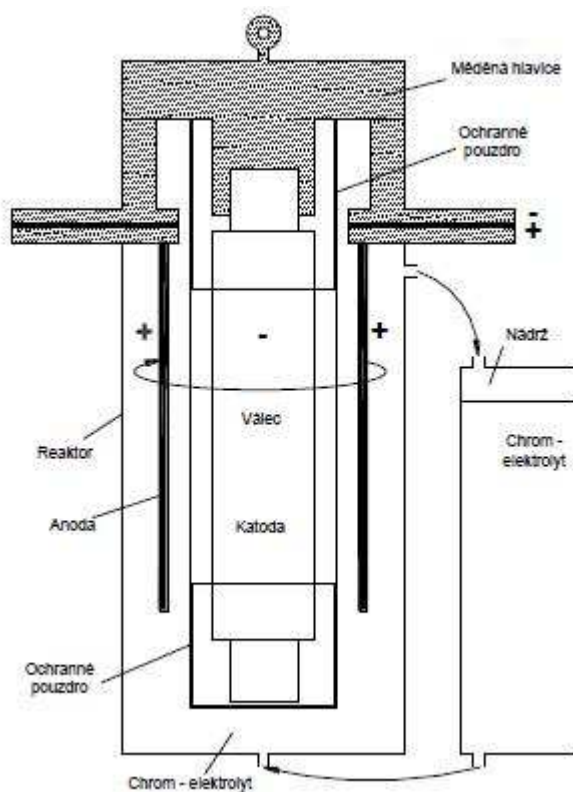
Obr. 2.2.11: Povrch plechu „EBT“ zvětšeno 500x [3]

Vytváření povrchu pracovního válce metodou PRETEX

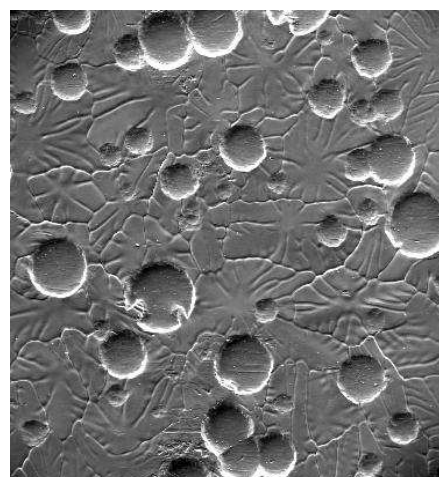
Proces texturování pracovního válce metodou PRETEX je založen na elektrolytickém vyloučení chromu na povrchu pracovního válce. Reaktor s náplní chromového elektrolytu tvoří anodovou klec a ionty chromu se vylučují na povrchu pracovního válce v kovové formě.

Tato technologie umožňuje výrobu stochastických povrchů. Princip výroby válce je vidět na obr. 2.2.12.

Střední aritmetická drsnost povrchu plechu, který je vyroben válcem s texturou PRETEX, se pohybuje v rozmezí $R_a = 0,2 \div 20 \mu\text{m}$. Charakteristický povrch žárově pozinkovaného plechu získaného touto metodou je vidět na obr. 2.2.13 [3].



Obr. 2.2.12 Princip výroby pracovního válce metodou PRETEX [3]



Obr. 2.2.13 Povrch plechu PRETEX zvětšeno 500x [3]



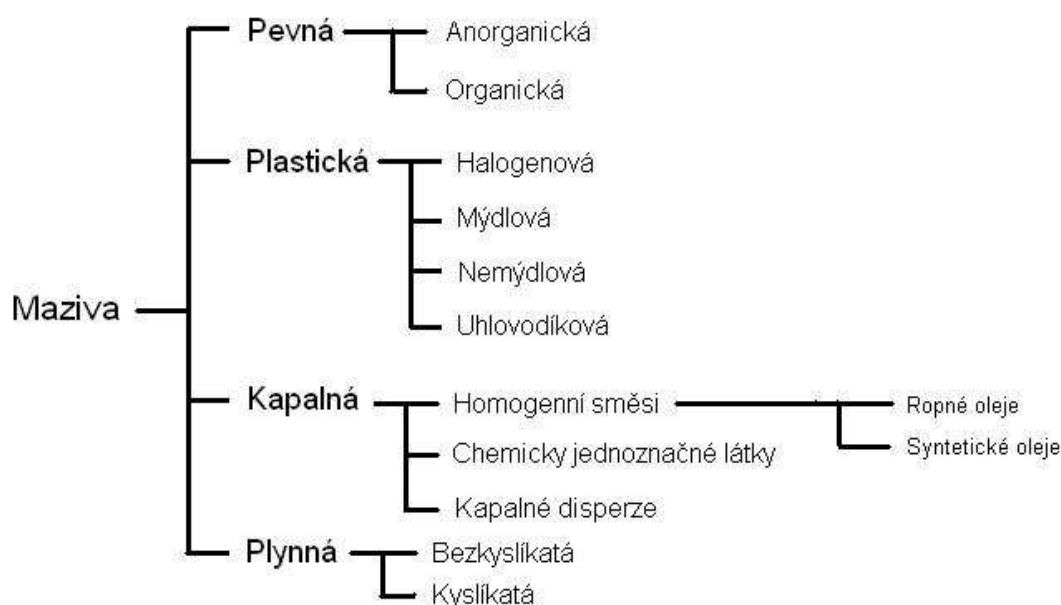
2.3. Maziva

Jak již bylo uvedeno, maziva jsou v automobilovém průmyslu používána při operaci tažení, kde mazivo slouží k zabránění kovového styku mezi nástrojem a tvářeným materiálem, dále také ke snížení tření. Mimo tyto úlohy, se mazivo též používá k ochraně před korozi.

Vzhledem k tomu, že maziva jsou nanášena před operací tažení (případně v ocelárnách jako ochrana proti korozi), a po ní se již maziva u karosářských výlisků neodstraňují, je tedy důležité, aby používaná lepidla vytvořila i s mazivem dostatečně pevný lepený spoj. Maziva tedy mají významný vliv i na samotnou operaci lepení.

Existuje mnoho druhů mazadel a způsobů jejich využití. Pro proces tažení se však používají jenom některá. Dále tedy bude uvedeno rozdělení používaných maziv [12].

Vlastní rozdělení mazadel se může provádět podle různých hledisek, ale hlavním kritériem klasifikace mazadel v technické praxi je rozdělení podle skupenství a to na mazadla plynná, kapalná, plastická a pevná. Uvnitř těchto druhů pak lze provést další členění dle složení chemického [12]. Na obr. 2.3.1. je uvedeno rozdělení maziv.



Obr. 2.3.1: Rozdělení maziv [13]



2.3.1. Rozdělení maziv

Maziva se dají rozdělit několika způsoby, jak již bylo uvedeno výše. Z hlediska použití olejů při lisování, je lze rozdělit na technologické, konzervační, preluby a prací.

Technologická mazadla jsou nanášena na přístřih až před vlastním tažením a to podle tzv. mazacích plánů pouze na místa, kde chceme vliv tření omezit (přimazávání) [3].

Konzervační mazadla se nanášejí přímo u výrobce v hutích. V současné době je kladen podstatně větší důraz na jejich konzervační schopnost (primární funkce) než na jejich schopnost mazací (sekundární funkce) [3].

Preluby dříve používané jen jako konzervační olej, jsou v dnešní době kombinací konzervačních maziv a tažného oleje, používané také při operaci tažení. V experimentu práce je uveden podrobnější popis toho typu olej.

Prací oleje mají při tažení výlisků karosářského typu velký význam. Jedná se především o pohledové díly, kde je požadována vysoká kvalita povrchu výlisku (má rozhodující vliv na kvalitu lesku po zpracování v lakovně) [3].

Vlastní nanášení mazadel lze v praxi provádět různými způsoby:

- ❖ *Nástřikem* – pomocí mazacího zařízení, jenž tryskami rozprašuje požadované množství maziva na povrch substrátu [3].
- ❖ *Pomocí válečku* – u mazadel, která nelze nanášet nástřikem ani po jejich zředění. Mazadlo je vtlačováno tlakem o konstantní velikosti do dutého čepu. Ten je opatřen otvory vyvrtanými kolmo na osu otáčení a je potažen látkou či plstí. Mazadlo tak nasákne do potahu a potom se nanese na materiál [3].
- ❖ *Pomocí pracích strojů* – před zpracováním přístřihů na výrobu výlisků, procházejí tyto nejdříve tzv. „pracími stroji“, kde se pomocí pracích olejů odstraňují veškeré nečistoty a též konzervační olej z hutí. Z pracích strojů jsou získávány plechy ošetřené vrstvou pracího oleje [3].

Podrobnější popisy jednotlivých maziv a bližší informace o nich je možné nalézt v literaturách [13,14,15].



3. Experimentální část

3.1. Cíl experimentu

Zadání diplomové práce vychází z potřeb automobilového průmyslu a její řešení je ve spolupráci katedry strojírenské technologie a předního výrobce automobilů ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav. Cílem práce je experimentálními zkouškami ověřit a porovnat vliv nových substrátů resp. nově vyvíjených povrchových úprav plechů na kvalitu lepených spojů, kdy díly karosérie vytvářené tažením se lepí a vytváří tak celkový skelet karosérie automobilu.

S ohledem na použití technologie lepení při výrobě karoserie je nutné, aby nové typy povrchů, resp. povlaků ocelových plechů splňovaly nejen náročné požadavky z hlediska lisovacího procesu, ale také kvalitativně vyhovovaly (v lepším případě zvyšovaly kvalitu) procesu lepení a dosahovaly potřebných vlastností jednotlivých lepených spojů v karoserii. Z důvodu aplikace nových povrchů by zkoušky měly ověřit, jaký vliv bude mít vytvořený povrch na operaci lepení, jaké změny mohou nastat, a zda budou mít nové povrchy pozitivní či negativní vliv na pevnost spoje.

Pro experiment bylo zvoleno pět adherendů, tři standardně v automobilovém průmyslu používané ocelové plechy s povrchem žárového zinku s označením HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB a dva ocelové plechy s novými povrchy s označením NST a Lubritreat. Pro test bylo vybráno pět lepidel z toho čtyři konstrukční a jedno výplňové lepidlo používané pro lepení karoserií. Lepidla Betaguard RB 214 BV a Terostat 3208 PA–25 pocházejí ze skupiny kaučuků, Terokal 8026GB–25, Sika Power 492G a Betamate 1440 pak mají společný základ epoxidy, jejich vlastnosti jsou pak uvedeny dále v textu.

Vzhledem k tomu, že v automobilovém průmyslu je lepení následnou technologií, a předchází jí operace tažení, kde se povrchy opatřují mazivem a pak je požadavek na lepení, bylo pro standardně používané adherendy aplikováno mazivo Anticorit 3802-39 S.



Pro testování lepených spojů, resp. plechů byla vybrána zkouška pevnosti v odlupu podle ISO 11 339 (T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů), jelikož z hlediska únosnosti spoj vykazuje horší vlastnosti.

Součástí hodnocení kvality lepeného spoje je i posouzení typu porušení, které se vyhodnotí následně po vyhodnocení pevnosti dle příslušné normy ČSN ISO 10 365, jak bylo popsáno v kapitole 2.1.4.3.

Tabulka 3.1.1: *Souhrn experimentu.*

Souhrn experimentu	
Vybrané adherendy: - tři standartně v automobilovém průmyslu používané - dva plechy s novými povrchovými úpravami	HX 180BD Z100 MCO + NIT HX 220BD Z100 MBO HX 180BD ZM100 MB NST Lubritreat
Odmašťovací přípravek	D–SOL 100
Zvolené mazivo	Anticorit 3802-39 S
Vybraná lepidla, použitá na základě sériové výroby v automobilovém průmyslu	Betaguard RB 214 BV Terokal 8026GB–25 Terostat 3208 PA–25 Sika Power 492G Betamate 1440
KTL – podmínky vytvrzení laku a zároveň vytvrzení lepidel	Teplota předsušení: 120°C Čas předsušení: cca 6minut Teplota vytvrzení: 165°C Čas vytvrzování: min. 10 minut



3.2. Příprava vzorků

3.2.1. Adherendy použité na vzorky

Pro zjištění vlivu povrchových úprav na kvalitu lepených spojů byly jako adherendy zvoleny ocelové plechy s označením HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB, které se používají pro výrobu dílů karoserie, a dva plechy s novými povrchy s označením NST a Lubritreat, které jsou zatím ve fázi testování. Vlastnosti jednotlivých adherendů a specifikace povrchových úprav jsou popsány dále pro každý adherend zvlášť.

HX 180BD Z100 MCO + NIT [16,17]

Adherend s tímto označením je ocelový plech s maximálním množstvím 0,1% C, obsahující další prvky jako Si, Mn, P, S, Al, Nb a Ti, který je zároveň pozinkovaný (100g/m² zinku) a určený k tváření za studena. Písmeno B v označení plechu znamená, že tyto oceli vykazují BH efekt, což je v podstatě stárnutí (k němu dochází při KTL lakování), kdy vzroste mez kluzu. BH efekt se nejvíce projevuje u deformací kolem 2%, zatímco při velkých deformacích není tak výrazný.

Tento adherend má povrchovou úpravu NIT, což je anorganická úprava, kdy je na povrch plechu nástřikem aplikován heptahydrát síranu zinečnatého (bílá skalice) v množství cca 20 mg/m². NIT povrch je nanášen pro zlepšení vlastností při operaci tažení (má za úkol snížit koeficient tření), bez ohledu na způsob pokovení ocelového plechu. Na obr. 3.2.1. je zobrazena struktura povrchu adherendu s NIT zachycená elektronovým mikroskopem.

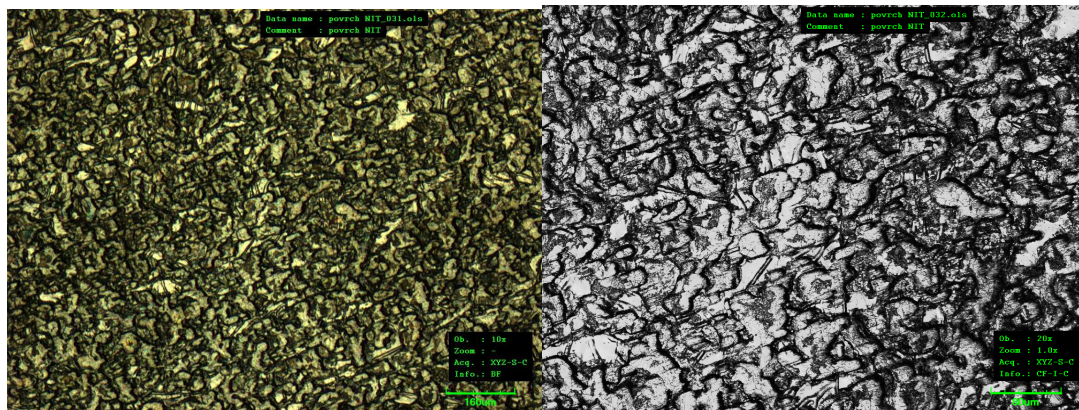
Tab. 3.2.1: Mechanické vlastnosti plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT

Mechanické vlastnosti plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT	
Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [MPa]	180 – 240
Pevnost v tahu [MPa]	290 – 360
Tažnost A_{80} [%]	min. 34
Součinitel plastické anizotropie r_{90} [-]	min. 1,5
BH efekt – BH_2 [MPa]	min. 35
Tloušťka materiálu [mm]	0,7



Tab. 3.2.2: Chemické složení plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT

Chemické složení plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT [hmotnostní %]								
	C	Si	Mn	P	S	Al celk	Nb	Ti
HX180BD	0,1	0,5	0,7	0,06	0,025	≤ 0,1	0,09	0,12



240x zvětšeno

480x zvětšeno

Obr. 3.2.1: Struktura povrchu plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT

HX 220BD Z100 MBO [16]

Je ocelový plech, žárově pozinkovaný (100 g/m² zinku) s maximálním obsahem 0,1% C, obsahující prvky Si, Mn, P, S, Al, Nb a Ti, vykazující BH efekt stejně jako u adherendu HX 180BD Z100 MCO + NIT. Rozdílem ocelového plechu jsou vyšší mechanické hodnoty viz tabulka 3.2.3 a vyšší obsah P.

Tento adherend je bez speciální povrchové úpravy, jak vyplývá z označení, jedinou povrchovou úpravou tedy zůstává žárové pokovení zinkem, a plech tak odpovídá běžnému HDG plechu. Na obr. 3.2.2. je zobrazena struktura povrchu adherendu čistě pozinkovaného zachycená.

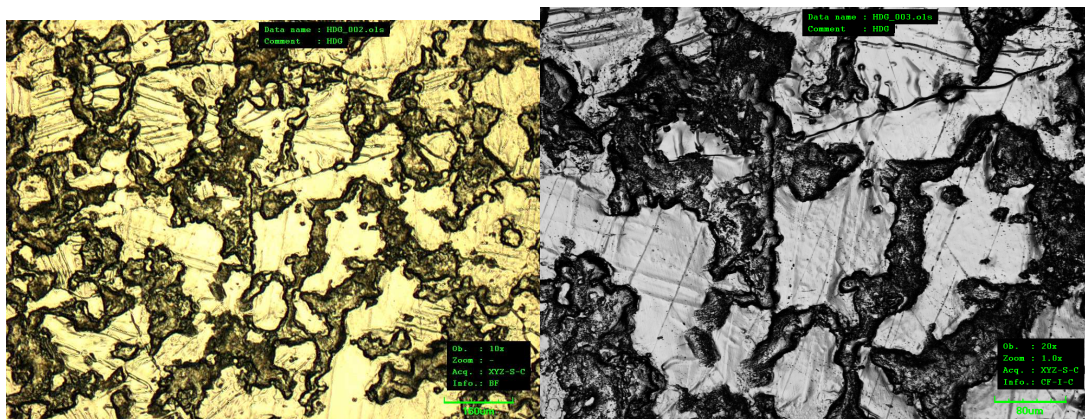
Tab. 3.2.3: Mechanické vlastnosti plechu HX 220BD Z100 MBO

Mechanické vlastnosti plechu HX 220BD Z100 MBO	
Smluvní mez kluzu R _{p0,2} [MPa]	220 – 280
Pevnost v tahu [MPa]	320 – 400
Tažnost A ₈₀ [%]	min. 32
Součinitel plastické anizotropie r ₉₀ [-]	min. 1,2
BH efekt – BH ₂ [MPa]	min. 35
Tloušťka materiálu [mm]	0,6



Tab. 3.2.4: Chemické složení plechu HX 220BD Z100 MBO

Chemické složení plechu HX 220BD Z100 MBO [hmotnostní %]								
	C	Si	Mn	P	S	Al celk	Nb	Ti
HX220BD	0,1	0,5	0,7	0,08	0,025	≤ 0,1	0,09	0,12



240x zvětšeno

480x zvětšeno

Obr. 3.2.2: Struktura povrchu plechu HX 220BD Z100 MBO

HX 180BD ZM100 MB [16]

Je ocelový plech s maximálním množstvím 0,1% C, obsahující další prvky jako Si, Mn, P, S, Al, Nb a Ti, který vykazuje BH efekt a vyznačuje se stejnými mechanickými vlastnostmi a složením jako v případě adherendu HX 180BD Z100 MCO + NIT, viz tabulka 3.2.5. a 3.2.6. Rozdílem je ovšem povrchová úprava, kde pro tento adherend symbol ZM znamená, že povrch plechu je zároveň pokoven slitinou Zn – Mg. Hořčík se přidává pro zvýšení korozní odolnosti plechu (čím více Mg tím vyšší odolnost, ale vyšší náchylnost k zinkovému květu). Na obr. 3.2.3. je zobrazena struktura povrchu plechu pokoveného slitinou ZnMg zachycená elektronovým mikroskopem.

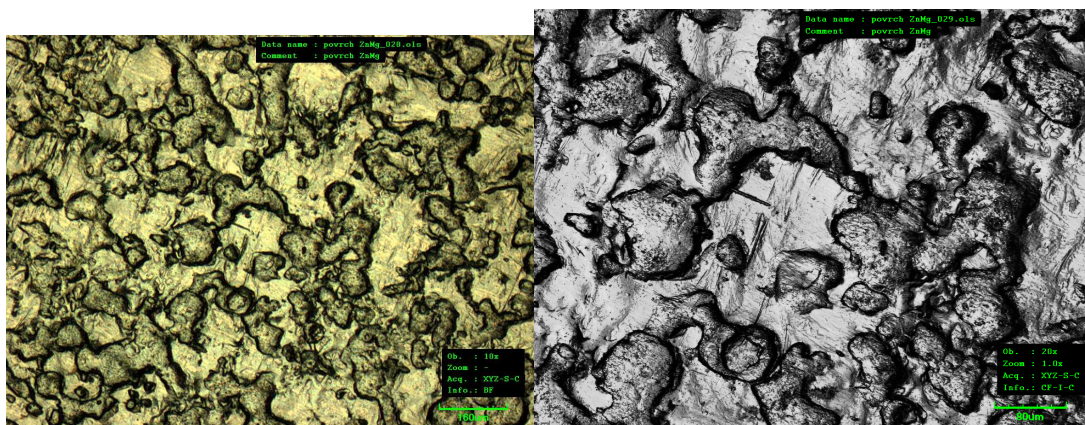
Tab. 3.2.5: Mechanické vlastnosti plechu HX 180BD ZM100 MB

Mechanické vlastnosti plechu HX 180BD ZM100 MB	
Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [MPa]	180 – 240
Pevnost v tahu [MPa]	290 – 360
Tažnost A_{80} [%]	min. 34
Součinitel plastické anizotropie r_{90} [-]	min. 1,5
BH efekt – BH_2 [MPa]	min. 35
Tloušťka materiálu [mm]	0,8



Tab. 3.2.6: Chemické složení plechu HX 180BD ZM100 MB

Chemické složení plechu HX 180BD ZM100 MB [hmotnostní %]								
	C	Si	Mn	P	S	Al celk	Nb	Ti
HX180BD	0,1	0,5	0,7	0,06	0,025	≤ 0,1	0,09	0,12



240x zvětšeno

480x zvětšeno

Obr. 3.2.3: Struktura povrchu plechu HX 180BD ZM100 MB

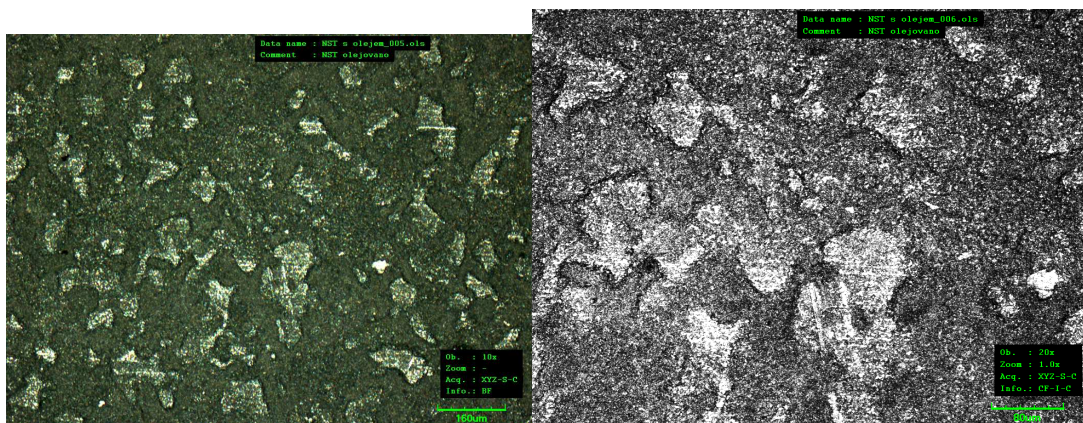
NST [18]

Je ocelový plech o tloušťce $t = 0,8$ mm, elektrolyticky pozinkovaný s mechanickými vlastnostmi viz tabulka 3.2.7. (pro materiál byla provedena tahová zkouška), kde zkratka NST (**N**ew **S**urface **T**reatments) doslova znamená nové povrchové úpravy. Tato povrchová úprava je vyvíjena pro pozinkované ocelové plechy (EG nebo HDG), aby tyto adherendy vykazovaly lepší vlastnosti při operaci tažení. Hlavním cíle výrobců je aby NST snižovalo koeficient tření, eventuálně nahradilo fosfátování, odstranilo či omezilo potřebu olejů při tažení, ale také vykazovalo dobrou přilnavost při lepení. Na obr. 3.2.4 je struktura povrchu NST.

Bližší informace o povrchové úpravě NST bohužel nebyly od výrobce poskytnuty, protože NST je teprve ve fázi testování a výrobce tedy podrobnější informace neposkytuje.

Tab. 3.2.7: Mechanické vlastnosti plechu NST

Mechanické vlastnosti plechu NST	
Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [MPa]	219
Pevnost v tahu [MPa]	352
Tažnost A_{80} [%]	34



NST s olejem 240x zvětšeno

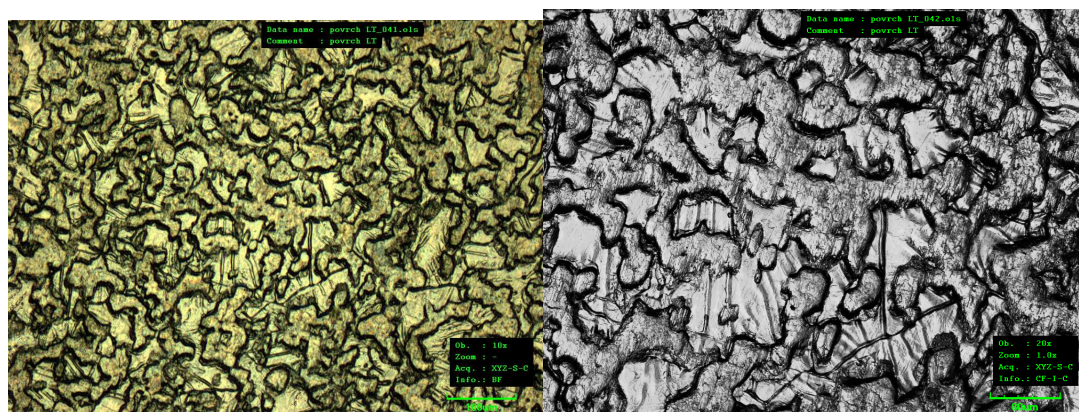
NST s olejem 480x zvětšeno

Obr. 3.2.4: Struktura povrchu NST zachycená elektronovým mikroskopem

Lubritreat [19]

Je ocelový plech o tloušťce $t = 0,8$ mm, elektrolyticky pozinkovaný s mechanickými vlastnostmi viz tabulka 3.2.8. (pro materiál byla provedena tahová zkouška), kde Lubritreat je speciální povrchová úprava, která stejně jako u NST má zlepšit vlastnosti při operaci tažení. Dle výrobce je Lubritreat vysoce účinný formovací olej, nestékavý při skladování, který lze použít místo olejů hot-melt, prelube nebo místo fosfátování. Na obr. 3.2.5. je struktura povrchu Lubritreat.

Bližší informace stejně jako v předchozím případě bohužel nejsou k dispozici, protože materiál je rovněž ve vývoji a výrobce bližší informace neposkytuje.



240x zvětšeno

480x zvětšeno

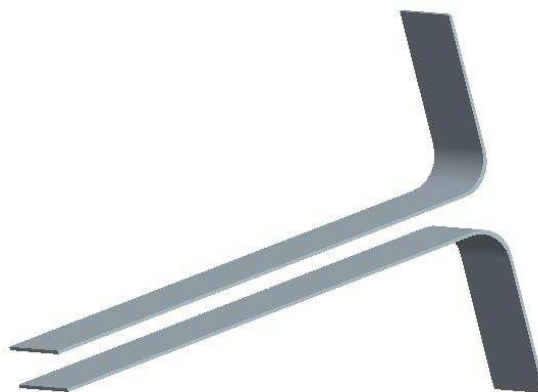
Obr. 3.2.5: Struktura povrchu Lubritreat zachycená elektronovým mikroskopem



Tab. 3.2.8: *Mechanické vlastnosti plechu Lubritreat*

Mechanické vlastnosti plechu Lubritreat	
Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [MPa]	213
Pevnost v tahu [MPa]	330
Tažnost A_{80} [%]	37

Vzorky pro experimentální část měření diplomové práce, byly připraveny dle popsané normy ISO 11 339, tj. pro zkoušku pevnosti lepených spojů v odlupu. Tyto vzorky se skládají ze dvou dílů pásků plechu viz obrázek 3.2.6. jejichž příprava je uvedena v následujících kapitolách.



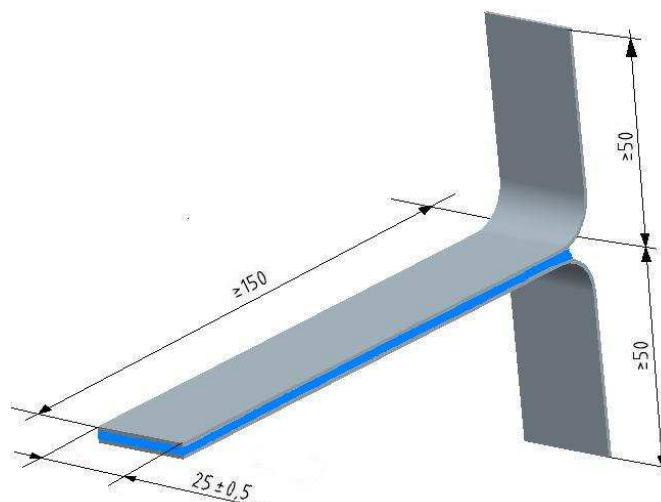
Obr. 3.2.6: Části vzorku pro ISO 11 339

3.2.2. Nastříhání vzorků

Vzorky z plechů jednotlivých materiálů byly nastříhány na tabulových nůžkách (viz. obr. 3.2.8.) na rozměry dle příslušné normy ISO 11 339.

❖ ISO 11 339

Dle normy byl pro každý adherend nastříhán normalizovaný počet vzorků (5) o rozměrech 200 mm x 25 mm podle obrázku 3.2.7. Vzorky byly následně ohnuty na výstředníkovém lisu (obr. 3.2.9.) pod úhlem 90° ve vzdálenosti 50mm od kraje z důvodu uchycení vzorků na trhačí zařízení. Vzhledem k tomu, že podmínkou testování bylo kataforetické vytvrzování, bylo nutné opatřit vzorky otvorem pro zavěšení v komoře KTL.



Obr. 3.2.7. Rozměry vzorků (mm) dle normy ISO 11 339

❖ Použitá zařízení na přípravu vzorků

Tabulové nůžky a výstředníkový lis z dílen katedry strojírenské technologie, na nichž byly vzorky připraveny.



Obr. 3.2.8: tabulové nůžky



Obr. 3.2.9: výstředníkový lis

3.2.3. Očištění a odmaštění vzorků

Nastříhané vzorky požadovaných rozměrů běžně používaných adherendů HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB, byly dále zbaveny nečistot a mastnoty v profesionální myčce (obr. 3.2.10) přípravkem D – SOL 100. Dva nové adherendy, tedy NST a Lubritreat, dle pokynů výrobce odmašťovány nebyly, protože výrobce opatřil plechy speciálními povrchy, jejichž vlastnosti by odmaštěním byly zničeny.

Vzorky adherendů HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB bylo nutné očistit od původních konzervačních maziv



nanášených v hutích. Zároveň s odmaštěním byly odstraněny mechanické nečistoty, jež se na vzorky mohly dostat při jejich stříhání a ohýbání.

❖ Použitý odmašťovací prostředek

D – SOL100 je kapalná směs syntetických uhlovodíků bez obsahu halogenů, sloužící k bezoplachovému odmašťování a čištění materiálů za studena, vhodné např. pro ocel, hliník, zinek, měď a další materiály. Přípravek má velmi dobrou čisticí schopnost a účinkuje na většinu olejů, tuků či vazelin. Nepoškozuje povrch čistěného materiálu a nezpůsobuje jeho korozi. Jeho bod vzplanutí je 58°C a bod tuhnutí – 30°C, je hořlavý a výbušný. Další specifikace je možné najít v materiálovém listu, viz příloha č. 1.

❖ Použité zařízení pro očištění vzorků

Profesionální myčka z laboratoře katedry strojírenské technologie, v níž byly vzorky očištěny a odmaštěny.



Obr. 3.2.10: Profesionální myčka [20]

3.2.4. Označení vzorků

Ještě než byly vzorky opatřeny mazivem, bylo nutné označit vzorky razníky, jelikož kataforetický lak by popisky fixem překryl a ty by pak nebyly čitelné. Na vzorky byly tedy vyraženy písmena označující jednotlivé adherendy a čísla označující jednotlivá lepidla.



3.2.5. Nanesení maziva

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.1, bylo vybráno pět adherendů, z toho tři běžně používané a dva nové. Jelikož se v automobilovém průmyslu realizuje lepení povrchů opatřených mazivem, bylo pro experiment nutné nanést na povrchy adherendů HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB mazivo. To se nanáší po celé ploše obou částí vzorků v množství 3 g/m^2 (množství bylo kontrolováno speciálním přístrojem pro zjišťování množství maziva na povrchu plechu, bližší popis viz [3]), kde toto množství se standardně používá pro lepení v sériové výrobě automobilového průmyslu. Dle pokynů výrobce dva nové adherendy Lubritreat a NST mazány nebyly, a ponechaly se tak, jak přišly do výrobce.

❖ Použité mazivo

Na rozdíl od klasické technologie lepení, kde se lepidlo nanáší na očištěný a odmaštěný povrch, je technologie lepení v automobilovém průmyslu odlišná. Zde jsou plechy pro stavbu karoserie opatřeny mazivem, které je nanášeno zejména pro zajištění operace tažení, také ale zabraňuje kovovému styku mezi výliskem a nástrojem, a zároveň chrání povrch plechu před korozí.

Pro tváření se používá celá řada maziv, kde jejich základní rozdělení a popis je uveden v kapitole 2.3. Podrobnější charakteristika vlastností by zabrala mnoho stran a v této práci nebude detailně popisována. Podrobnější informace zabývající se touto problematikou je možné najít v odborných literaturách nebo v publikacích například [13,14,15]. Pro experimentální měření bylo zvoleno mazivo vzhledem k vybraným adherendům, tedy mazivo vhodné pro tažení ocelových plechů.

Mazivo **ANTICORIT PL 3802-39 S** je olej typu Prelube, který je kombinací konzervačního a tažného oleje, nanášený naválcováním nebo různými způsoby nástřiků (zejména elektrostaticky), kde pro nástřik je doporučená pracovní teplota $40 - 65^\circ\text{C}$. Hodí se pro zušlechťené plechy, jakož i pro obtížné operace tažení, se kterými je možné setkat se v procesu lisování dílů karoserie. Základní informace o mazivu jsou uvedeny v tabulce 3.2.9, další specifikace popisuje materiálový list v příloze č. 2.



Tabulka 3.2.9: Charakteristika použitého maziva

ANTICORIT PL 3802-39 S	
Barva	hnědá
Vzhled	kapalina
Hustota při 15°C [kg/m ³]	915
Viskozita při 40°C [mm ² /s]	60
Bod vzplanutí [°C]	196

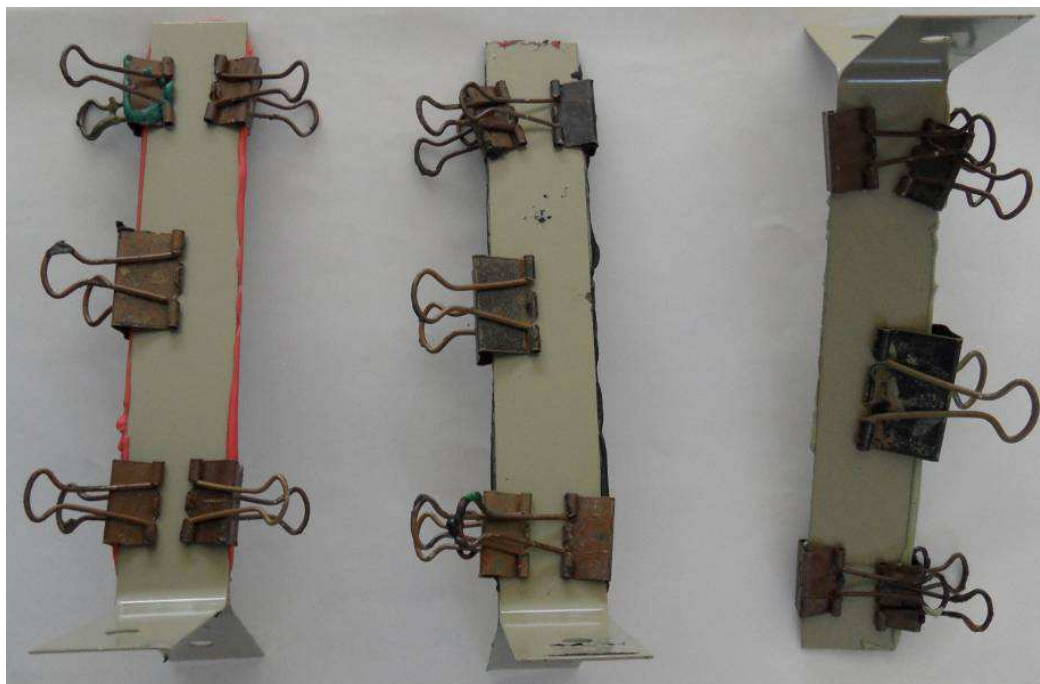
3.3. Vlastní lepení

3.3.1. Nanesení lepidla

Na připravené vzorky, v případě adherendů HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB ještě opatřené mazivem, bylo vytlačovací pistolí naneseno lepidlo, které se nanáší pouze na jednu část vzorku, a to v podobě „housenky“. Po aplikaci lepidla byly na vzorky vloženy distanční tělíska, kde u konstrukčních lepidel měli tělíska podobu drátků o rozměru 0,2 mm (tento rozměr je stanoven pro konstrukční lepidla), a u výplňového lepidla měli tělíska podobu kuliček o rozměru 2 mm (rozměr je stanoven pro výplňová lepidla) dle obrázku 3.3.1. Distanční drátky a kuličky se na vzorky pokládají z důvodu zajištění rovnoměrné vrstvy lepidla po celé délce spoje při jejich zafixování. Následně se obě části vzorku přitlačí k sobě a zafixují svorkami obr. 3.3.2, které znemožní pohyb částí vzorků vůči sobě.



Obr. 3.3.1: Umístění distančních drátků a kuliček na vzorky



Obr. 3.3.2. Zafixování slepů svorkami

❖ Použitá lepidla

Pro lepení zvolených adherendů bylo po konzultaci s výrobcem automobilů a ve spolupráci s katedrou strojírenské technologie vybráno pět lepidel, čtyři konstrukční a jedno výplňové lepidlo používané při stavbě karoserie.

BETAGUARD RB 214-BV [7]

Betaguard RB 214–BV je lepidlo na bázi syntetického kaučuku s dobrými těsnicími vlastnostmi a vysokou pevností. Je používáno v aplikacích, kdy těsnicí schopnost lepidla je kombinována s bodovým svařováním. Má dobrou přilnavost k povrchům opatřených mazivem, používaných v automobilovém průmyslu. Po KTL vytvrzení dosahuje Betaguard RB 214–BV dobrých mechanických vlastností spolu s korozní odolností. Jeho teplotní odolnost je maximálně 30 minut při 220°C. Základní informace uvádí tabulka 3.3.1, další specifikace je pak možné najít v materiálovém listu v příloze č. 3.



Tabulka 3.3.1: *Charakteristika lepidla Betaguard RB 214–BV*

BETAGUARD RB 214-BV	
Báze	Syntetický kaučuk
Barva	šedočerná
Hustota [g/cm ³]	1,4 ± 0,05
Obsah pevné látky [%]	> 99,0
Smyková pevnost [N/mm ²] (20x25 mm) tl. 0,2mm	3 – 5
Teplota při zpracování [°C]	min. 30 max. 45
Podmínky vytvrzení	max. 30 minut / 205°C nebo KTL
Forma	pasta

TEROKAL 8026GB – 25 [7]

Jednosložkové lepidlo na bázi polymerní směsi Epoxid/PVC bez obsahu rozpouštědel. Je vyvinuto s dobrou přilnavostí na povrchy opatřené mazivem pro plechy pozinkované či hliníkové a používá se pro lepení např. dveří, krytů a kapot. Jednou z předností lepidla Terokal 8026GB–25 je dobrá pružnost i při nízkých teplotách až do – 40°C. Pro dosažení optimální pevnosti se Terokal 8026GB – 25 předvytvvrzuje např. indukčním ohřevem nebo v peci a dále pak musí následovat vytvrzení. Základní informace obsahuje tabulka 3.3.2, další specifikace se pak nacházejí v materiálovém listu v příloze č. 4.

Tabulka 3.3.2: *Charakteristika lepidla Terokal 8026GB–25*

TEROKAL 8026 GB 25	
Báze	Epoxid/PVC
Barva	Světle modrá
Hustota [g/cm ³]	1,53
Obsah pevné látky [%]	> 99,0
Teplota při zpracování [°C]	15 až 35
Provozní teplota [°C]	- 40 až 80
Pevnost v tahu [MPa]	12
Podmínky vytvrzení	< 15 minut / 220 °C
Forma	pasta



TEROSTAT 3208 PA-25 [7]

Terostat 3208 PA – 25 je bezrozpouštědlové těsnicí lepidlo na bázi kaučuku, který při teplotách nad 140°C chemicky polymeruje. Lehce zesíťované lepidlo je pak pružné a odolává výkyvům teplot. Je po aplikaci nestékavé, má dobrou přilnavost i na povrchy opatřené mazivem a dobrou korozní odolnost. Bylo vyvinuto speciálně pro lepení výztuh karoserií v automobilovém průmyslu. Základní informace jsou uvedeny v tabulce 3.3.3, další specifikace je pak možné najít v materiálovém listě v příloze č. 5.

Tabulka 3.3.3: Charakteristika lepidla Terostat 3208 PA–25

TEROSTAT 3208 PA-25	
Báze	kaučuk
Barva	černá
Hustota [g/cm ³]	cca 1,5
Teplota zpracování [°C]	cca 20
Smyková pevnost [MPa]	cca 0,4
Teplota použití [°C]	- 40 až 80
Teplotní odolnost [°C] (krátkodobě do 1h)	200
Forma	pasta

SIKA POWER 492G [7]

Jednosložkové lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice, bez obsahu rozpouštědel, aplikovatelné v rozmezí teplot 50 – 60°C. Lepidlo je teplem vytvrzující, s dobrou přilnavostí na povrchy opatřené mazivem a je vhodné pro spojování různých kovů. Po vytvrzení dosahuje vysoké pevnosti a má dobrou korozní odolnost. Základní údaje zachycuje tabulka 3.3.4, další charakteristika lepidla je pak popsána v materiálovém listě v příloze č. 6.



Tabulka 3.3.4: *Stručná charakteristika lepidla Sika Power 492G.*

SIKA POWER 492G	
Báze	Epoxid – hybrid
Barva	černá
Hustota [kg/m ³]	1300
Obsah pevné látky [%]	> 99
Pevnost ve smyku (-30°C/+80°C) [MPa]	22/15
Pevnost v odlupu [N/mm]	cca 9
Pevnost v tahu [Mpa]	cca 30
Viskozita při 50°C [Pa.s]	cca 1000
Podmínky vytvrzení	20 minut /175°C
Forma	pasta

BETAMATE 1440 [7]

Betamate 1440 je jednosložkové epoxidové lepidlo, vyvinuté speciálně pro lepení karosářských plechů, které se používá pro zvýšení únavové pevnosti, stability při nárazu a zvýšení tuhosti vozidla. Má výbornou přilnavost na olejem opatřené povrchy, včetně lakovaných ocelí a vysokou odolnost lepeného spoje. Je určené také pro těsnění spojů i ochranu při bodovém svařování a je kompatibilní s ostatními procesy spojování. Základní informace jsou zaznamenány v tabulce 3.3.5, další specifikace je pak možné nalézt v materiálovém listu č. 7.

Tabulka 3.3.5: *Stručná charakteristika lepidla Betamate 1440.*

BETAMATE 1440	
Báze	Epoxidová pryskyřice
Barva	červená
Hustota 23°C [g/cm ³]	1,24
Pevnost v tahu [MPa]	31
Pevnost v odlupu [N/mm]	9,4
Smyková pevnost [MPa]	29,6
Standardní vytvrzení	30 minut /180°C
Forma	pasta



3.3.2. Vytvrzení lepidla

Slepené a svorkami zafixované vzorky byly následně odvezeny do ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi. Zde byly vzorky navěšeny na drát a kataforeticky (KTL) vytvrzeny, aby byly zachovány identické podmínky jako při reálných podmínkách lepení karoserií. Po vytvrzení byly vzorky opět přivezeny do laboratoří katedry strojírenské technologie a tady pak byly provedeny testy pevnosti lepených vzorků.

❖ KTL vytvrzení [21,22,23]

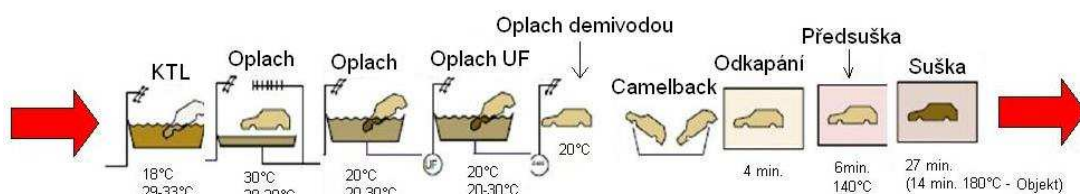
KTL představuje ekologický, hospodárný proces nanášení barvy, který se řadí mezi nejmodernější způsoby úprav povrchů kovových dílů. Slouží především pro ochranu ocelových součástí či výrobků, ale využívá se také pro výrobky pozinkované a hliníkové. V automobilovém průmyslu se KTL používá jako základové lakování.

KTL materiál obsahuje kladně nabitě částice barvy, které obsahují pigment a pojivo (umělá pryskyřice) a záporně nabitě zbytky organické kyseliny [23]. Lakování pak probíhá ponořením karoserie do lakovací lázně, kdy výrobek se zapojí jako katoda. Připojením stejnosměrného proudu mezi karoserií (katoda) a anodu vznikne elektrické pole a začne probíhat přitahování částic barvy ke katodě, kde reakcí ztratí rozpustnost ve vodě a začnou se vylučovat na povrchu lakované součásti. Tento proces probíhá tak dlouho, než se vytvoří určitá vrstva laku, protože s rostoucí vrstvou se zvyšuje také její odpor, dojde tedy ke zpomalení reakce a barva se začne přednostně vylučovat ve skulinách a hůře přístupných místech, kde je vrstva menší. Po dosažení stejnoměrné vrstvy ve všech místech výrobku se proces zastaví a dále už se částice nevylučují. Tloušťka dosahované vrstvy je přednostně závislá na velikosti připojeného napětí. Zpravidla se dosahují tloušťky 15 – 30 μm , lze však dosáhnout tloušťek až 45 μm (silnovrstvá kataforéza). Takto vytvořená vrstva je pevně přilnuta k povrchu a přebytečná barva se opláchne. Nakonec je nutné ještě lak vypálit, k čemuž dochází ve dvou krocích, kdy karoserie nejprve putuje do předsušky (6 min 120°C), a následně do sušky kde dochází k vypálení laku, a zároveň vytvrzení lepidla,



kteřé probíhá při teplotě 165°C minimálně 10 minut, kdy lak získá výsledné vlastnosti. Schéma průběhu kataforezy zachycuje obr. 3.3.3.

Tento způsob lakování je využíván v automobilovém průmyslu k zajištění korozní odolnosti karoserie, estetického vzhledu vozu, odolnosti proti vlivům prostředí a provozu, únosných nákladů, kdy KTL je šetrné k životnímu prostředí. Tato metoda má mnoho výhod (např. minimální zátěž prostředí, vysoká korozní odolnost, rovnoměrná tloušťka vrstvy a další), proti nim stojí jen dvě nevýhody: vysoké investiční náklady a složitější proces změny odstínu. Další informace je možné najít na stránkách firem či v odborném časopise viz [20,21].



Obr. 3.3.3: Průběh kataforetického lakování [23].

3.4. Zkouška vzorků

3.4.1. Hodnocení pevnosti lepeného spoje

Před samotným začátkem hodnocení pevnosti lepených spojů, bylo potřeba všechny vzorky nejprve odsvorkovat a zbavit přetoků lepidla, viz obr. 3.4.1.



Obr. 3.4.1: Odsvorkovaný a přetoků zbavený vzorek.



Testování pevnosti lepených spojů podle příslušné normy ISO 11 339, jak bylo popsáno v kapitole 2.1.4.2, bylo realizováno na trhacím zařízení TIRAtest 2300 (obr. 3.4.2).

❖ Destrukční zkouška pevnosti v odlupování ISO 11 339

Vzorek se nejprve upne do čelistí za ohnuté konce, a po spuštění zkoušky začne být zatěžován odlupující silou, až do jeho úplného porušení. Rychlost destrukce spoje pro tuto zkoušku je 100 mm/min. Výsledkem experimentu jsou hodnoty pevností v odlupování, prezentované ve zkouškových protokolech v přílohách [8,9,10,11,12]. V každém protokolu jsou uvedeny výsledky pěti zkušebních vzorků pro daný adherend a lepidlo, jejich průměrná hodnota pevnosti v odlupu se směrodatnou odchylkou. Zároveň je v protokolu pro názornost uveden jeden průběh zatěžující síly, kde pro každý soubor pěti vzorků je vybrán pouze jeden z průběhů.

Střední pevnost v odlupu je pro každý vzorek vypočtena podle vztahu (2.1), jak je popsáno v kapitole 2.1.4.2. Z hlediska kvalitativního ukazatele se určovala průměrná hodnota pevnosti v odlupu F_{sab_i} z n měřených vzorků, která se spočítá ze vztahu (3.1).

$$\bar{F}_{sab} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{sab_i} \quad (3.1)$$

kde:

$\bar{F}_{sab}$ průměrná hodnota pevnosti v odlupu z n vzorků [N/mm]

F_{sab_i} pevnost v odlupu jednotlivých vzorků [N/mm]

n počet vzorků [-]

Z hlediska statistického je v protokolech uvedena také směrodatná odchylka pro vypočítaný průměr, která se vypočítá ze vztahu (3.2). Směrodatná odchylka udává informaci o tom, jak moc se liší hodnoty naměřené od vypočítané průměrné hodnoty.



$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_{sab_i} - \bar{F}_{sab})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

kde:

s směrodatná odchylka [N/mm]

F_{sab_i} pevnost v odlupu jednotlivých vzorků [N/mm]

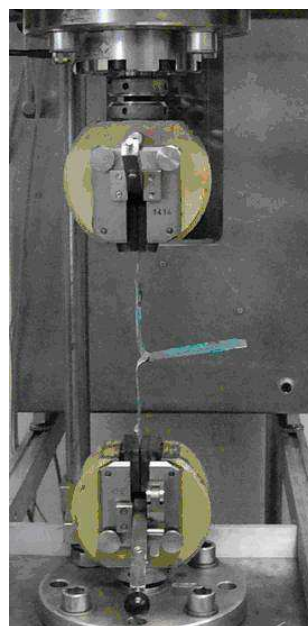
$\bar{F}_{sab}$ průměrná hodnota pevnosti v odlupu z n vzorků [N/mm]

n počet vzorků [-]

❖ Použitá zařízení

Trhací zařízení TIRAtest 2300

Experiment byl prováděn na stroji TIRAtest 2300 (obr. 3.4.2), což je univerzální trhací zařízení, na katedře strojírenské technologie, sloužící pro zjišťování mechanických hodnot materiálů v tlaku, tahu nebo ohybu. K měření byla použita siloměrná hlava s rozsahem 10 kN, neboť splňovala měřený rozsah sil. K přístroji TIRAtest 2300 je připojen počítač vybavený softwarem LabNet, který umožňuje zaznamenat, vyhodnotit výsledky testů a vytvořit zkouškové protokoly s předem zadanými parametry zkoušky.

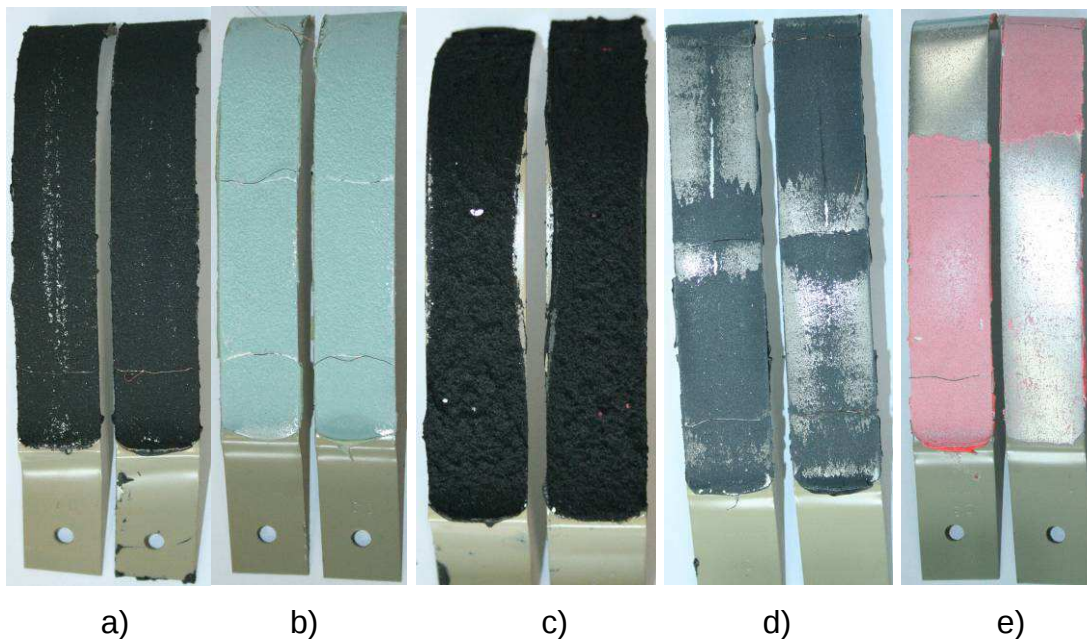


Obr. 3.4.2: Univerzální trhací zařízení TIRAtest 2300



3.4.2. Hodnocení porušení lepeného spoje

Primární hodnocení vzorků se provádí z hlediska pevnosti v odlupu, ale nedílnou součástí hodnocení kvality lepených spojů je i hodnocení typu porušení, a jak již bylo popsáno v kapitole 2.1.4.3, byly hodnoceny typy porušení AF, CF a SCF. Je tedy důležité provést subjektivní vizuální zhodnocení typu porušení spoje, které se realizuje podle normy ČSN ISO 10 365. Pro hodnocení se vybírá vždy jeden z pěti vzorků, který by neměl být ani nejhorším, ale ani nejlepším ze získaných výsledků. U vzorků se provádí hodnocení obou stran a dohromady musí dát vždy 100%. Typy porušení vzorků jsou, stejně jako pevnosti v odlupu, zaznamenány ve zkuškových protokolech, jak je možné vidět v přílohách [8,9,10,11,12]. Dle předpokladů byla téměř u poloviny vzorků zjištěna právě SCF porucha, CF porušení se nad očekávání vyskytovalo v dvojnásobné míře než SCF a porucha AF byla zjištěna jen v minimální míře. Na obr. 3.4.3 jsou ukázány typy porušení lepených spojů u vybraných adherendů, kde byl vybrán zástupce za běžně používaný adherend a zástupce za plechy s novými povrchy.



HX 180BD ZM100 MB



a)

b)

c)

d)

e)

NST

Obr. 3.4.3: Ukázka typů porušení spojů: a) Betaguard RB 214–BV, b) Terokal 8026GB-25, c) Terostat 3208 PA-25, d) Sika Power 492G, e) Betamate 1440.



4. Vyhodnocení výsledků

V tabulkách 4.1 až 4.5, jsou na základě vyhodnocení destruktivní zkoušky v odlupování, zaznamenány získané pevnostní hodnoty testovaných souborů vzorků. Každá tabulka obsahuje souhrn hodnot pěti testovaných lepidel na jednom adherendu.

Tabulka obsahuje:

F_{sab} střední pevnost v odlupování [N/mm]

s směrodatná odchylka pro střední pevnost v odlupování [N/mm]

CFkohezní porušení [%]

SCFspeciálně kohezní porušení [%]

AFadhezní porušení [%]

Tabulka 4.1: Výsledky souborů vzorků pro plech HX 180BD Z100 MCO + NIT

HX 180BD Z100 MCO + NIT					
Lepidlo	F_{sab} [N/mm]	s [N/mm]	Typ porušení		
			CF [%]	SCF [%]	AF [%]
Betaguard RB214BV	4,24	0,14	100	-	-
Terokal 8026 GB-25	4,21	0,25	100	-	-
Terostat 3208 PA-25	2,07	0,08	100	-	-
Sika Power 492G	6,97	0,42	10	87	3
Betamate 1440	7,67	0,47	10	90	-

Tabulka 4.2: Výsledky souborů vzorků pro plech HX 220BD Z100 MBO

HX 220BD Z100 MBO					
Lepidlo	F_{sab} [N/mm]	s [N/mm]	Typ porušení		
			CF [%]	SCF [%]	AF [%]
Betaguard RB214BV	4,64	0,14	99	1	-
Terokal 8026 GB-25	5,51	0,07	90	10	-
Terostat 3208 PA-25	1,74	0,05	100	-	-
Sika Power 492G	7,98	0,05	100	-	-
Betamate 1440	10,05	0,42	10	90	-



Tabulka 4.3: Výsledky souborů vzorků pro plech HX 180BD ZM100 MB

HX 180BD ZM100 MB					
Lepidlo	F_{sab} [N/mm]	s [N/mm]	Typ porušení		
			CF [%]	SCF [%]	AF [%]
Betaguard RB214BV	4,39	0,13	100	-	-
Terokal 8026 GB-25	6,25	0,30	90	10	-
Terostat 3208 PA-25	1,76	0,26	100	-	-
Sika Power 492G	9,94	0,21	85	15	-
Betamate 1440	9,40	0,40	20	60	20

Tabulka 4.4: Výsledky souborů vzorků pro plech NST

NST					
Lepidlo	F_{sab} [N/mm]	s [N/mm]	Typ porušení		
			CF [%]	SCF [%]	AF [%]
Betaguard RB214BV	4,24	0,06	100	-	-
Terokal 8026 GB-25	5,27	0,19	100	-	-
Terostat 3208 PA-25	2,28	0,31	100	-	-
Sika Power 492G	6,11	0,39	15	85	-
Betamate 1440	10,96	0,60	15	85	-

Tabulka 4.5: Výsledky souborů vzorků pro plech Lubritreat

Lubritreat					
Lepidlo	F_{sab} [N/mm]	s [N/mm]	Typ porušení		
			CF [%]	SCF [%]	AF [%]
Betaguard RB214BV	4,01	0,25	30	70	-
Terokal 8026 GB-25	4,82	0,20	100	-	-
Terostat 3208 PA-25	1,91	0,27	100	-	-
Sika Power 492G	5,36	0,77	10	90	-
Betamate 1440	6,46	1,11	5	95	-

Diskuse dílčích výsledků a jejich porovnání je pak uvedeno v následující kapitole 5.



5. Diskuze výsledků

Výsledky z experimentálních měření a jejich vyhodnocení byly pro větší názornost zaznamenány do přehlednější grafické formy (viz grafy 5.1.1 až 5.2.5) a podrobnější hodnocení dílčích výsledků je pak uvedeno v jednotlivých kapitolách 5.1 a 5.2.

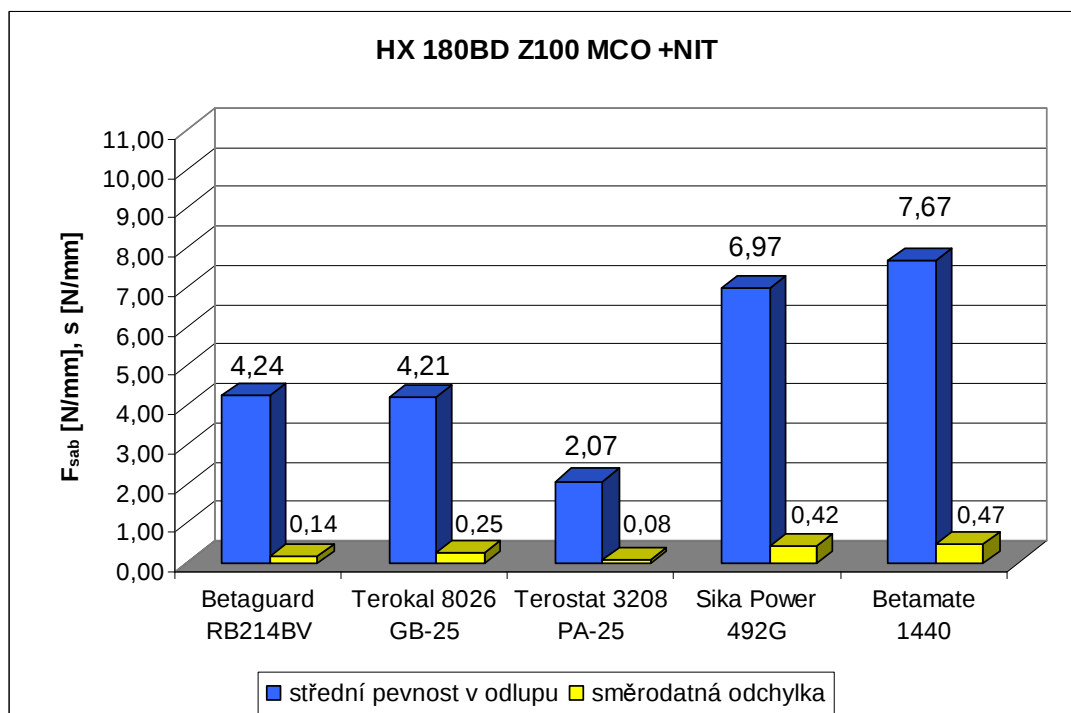
5.1. Diskuze dílčích výsledků z hlediska hodnocení lepidel versus adherend

V následujících grafech jsou zpracovány výsledky všech testovaných lepidel v závislosti na adherendu, kde každý graf obsahuje výsledky pevností v odlupu a směrodatné odchylky právě pro jeden testovaný adherend.

Vzhledem ke skutečnosti, že testovaná lepidla nepocházejí ze stejné skupiny, ale ze skupin dvou (kaučuková a epoxidová). Čtyři lepidla jsou pro konstrukční účely a jedno lepidlo je výplňové, nelze tedy provést srovnání lepidel.

Obecně mají totiž výplňová lepidla (Terostat 3208 PA-25) nižší pevnost v odlupu než lepidla konstrukční (Betaguard RB 214 BV, Terokal 8026GB–25, Sika Power 492G, Betamate 1440), což bylo potvrzeno i experimentálním měřením v diplomové práci a prezentováno v grafech (obr. 5.1.1. až 5.1.5).

Z hlediska daných cílů diplomové práce lze vyhodnotit dílčí závěr, kdy na základě experimentálního měření bylo prokázáno, že testovaná lepidla zařazena do dvou skupin s lišícími se vlastnostmi pro konstrukční a výplňová lepidla se chovají při hodnocení pevnostních vlastností dle dříve zjištěných skutečností pro běžně používané adherendy v sériové výrobě, obdobné vlastnosti vykazují lepidla i pro adherendy s novými povrchy, jak je vidět z následujících grafů (obr. 5.1.1. až 5.1.5).



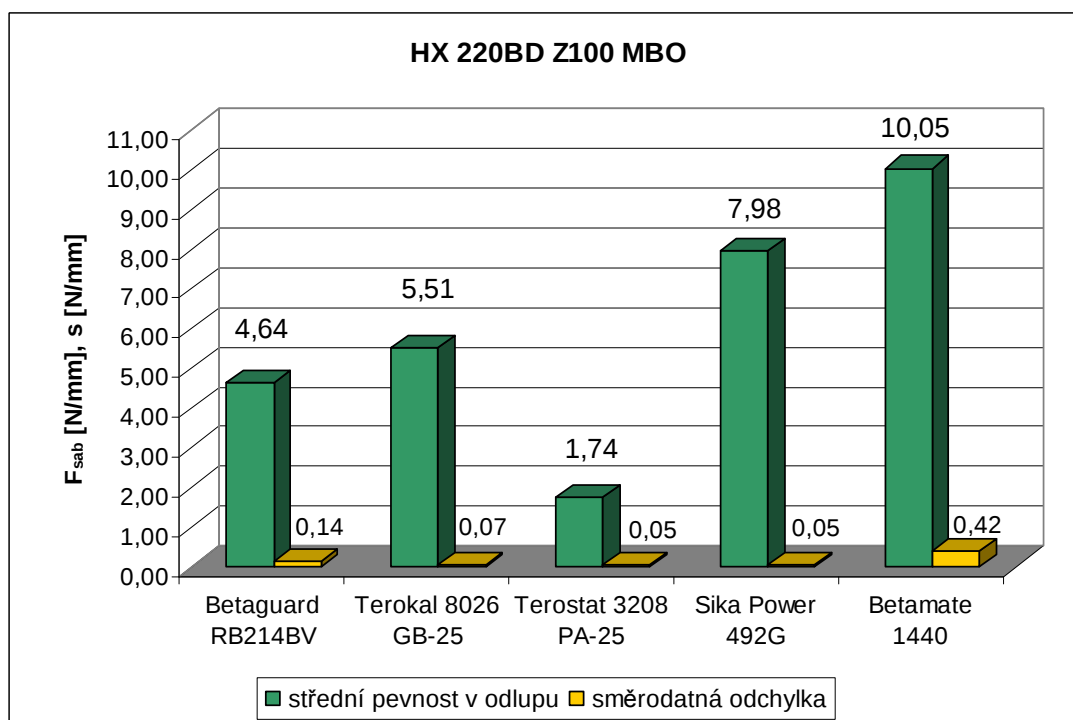
Obr. 5.1.1: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro adherend HX 180BD Z100 MCO + NIT

Hodnocení výsledků pevnosti lepených spojů pro adherend HX 180BD Z100MCO + NIT vychází z obr. 5.1.1, kde je z grafu patrné, že největší pevnost ze skupiny epoxidových lepidel má lepidlo Betamate 1440 (7,67 N/mm), menší pevnost lepidlo Sika Power 492G (6,97 N/mm). Nejnížší pevnost má lepidlo Terokal 8026 GB–25 (4,21 N/mm), které má obdobnou pevnost jako kaučukové lepidlo Betaguard RB 214 BV (4,24 N/mm). Lepidlo Terostat 3208 PA–25 je ze skupiny lepidel: kaučukové – výplňové a byla u něj zjištěna nejnížší pevnost (2,07 N/mm), jak se předpokládalo z použitých lepidel pro experiment.

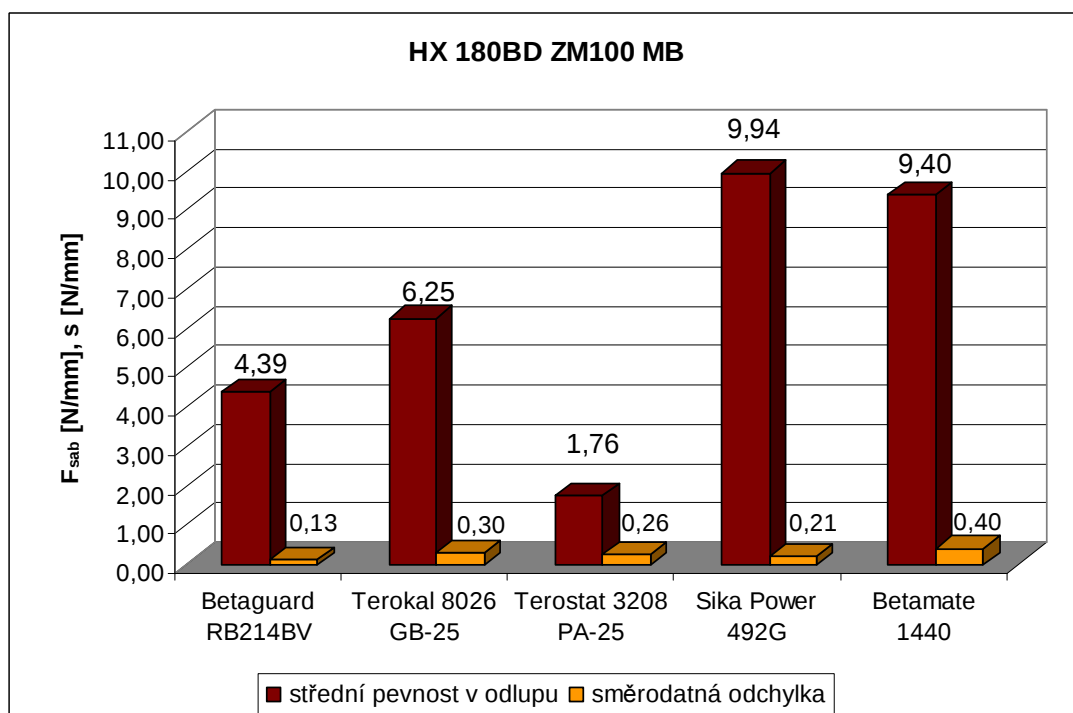
Pro adherend HX 220BD Z100 MBO vychází hodnocení pevnosti lepených spojů z obr. 5.1.2, kde je z grafu patrné, že stejně jako v předchozím případě nejvyšší pevnost ze skupiny epoxidových lepidel má lepidlo Betamate 1440 (10,05 N/mm), nižší pevnost lepidlo Sika Power 492G (7,98 N/mm) a nejnížší pevnost z epoxidových lepidel má Terokal 8026 GB–25 (5,51 N/mm). Nejmenší pevnost lepeného spoje z konstrukčních lepidel byla naměřena u kaučukového lepidla Betaguard RB 214 BV (4,64 N/mm). U lepidla



Terostat 3208 PA-25, které patří do skupiny lepidel: výplňová – kaučuková byla opět jako v předchozím případě zjištěna nejnižší pevnost (1,74 N/mm).



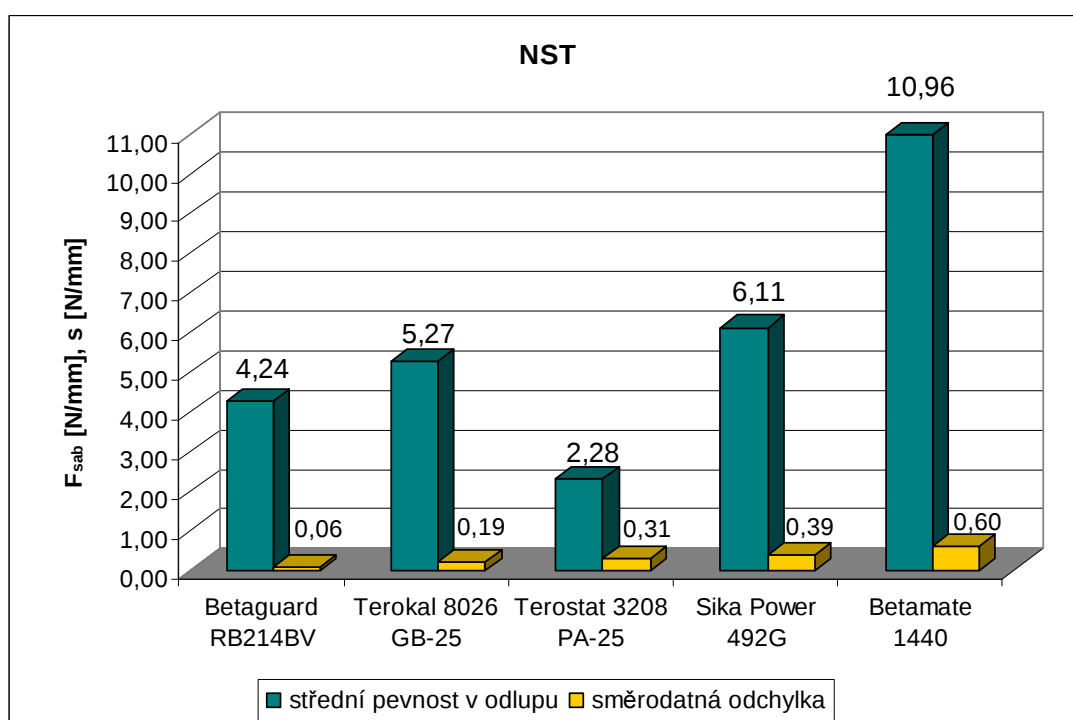
Obr. 5.1.2: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro adherend HX 220BD Z100 MBO



Obr. 5.1.3: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro adherend HX 180BD ZM100 MB



Vyhodnocením výsledků pevnosti lepených spojů pro adherend HX 180BD ZM100 MB (obr. 5.1.3), je z grafu vidět, že v případě toho adherendu má nejvyšší pevnost ze skupiny epoxidových lepidel právě lepidlo Sika Power 492G (9,94 N/mm), nižší lepidlo Betamate 1440 (9,40 N/mm) a nejnižší pevnost z epoxidových lepidel má lepidlo Terokal 8026 GB–25 (6,25 N/mm). Nejmenší pevnost v odlupu z konstrukčních lepidel pak byla zjištěna u kaučukového lepidla Betaguard RB 214 BV (4,39 N/mm). Pro lepidlo Terostat 3208 PA–25 (výplňové kaučukové), stejně jako v předchozích případech byla naměřena nejnižší pevnost (1,76 N/mm).

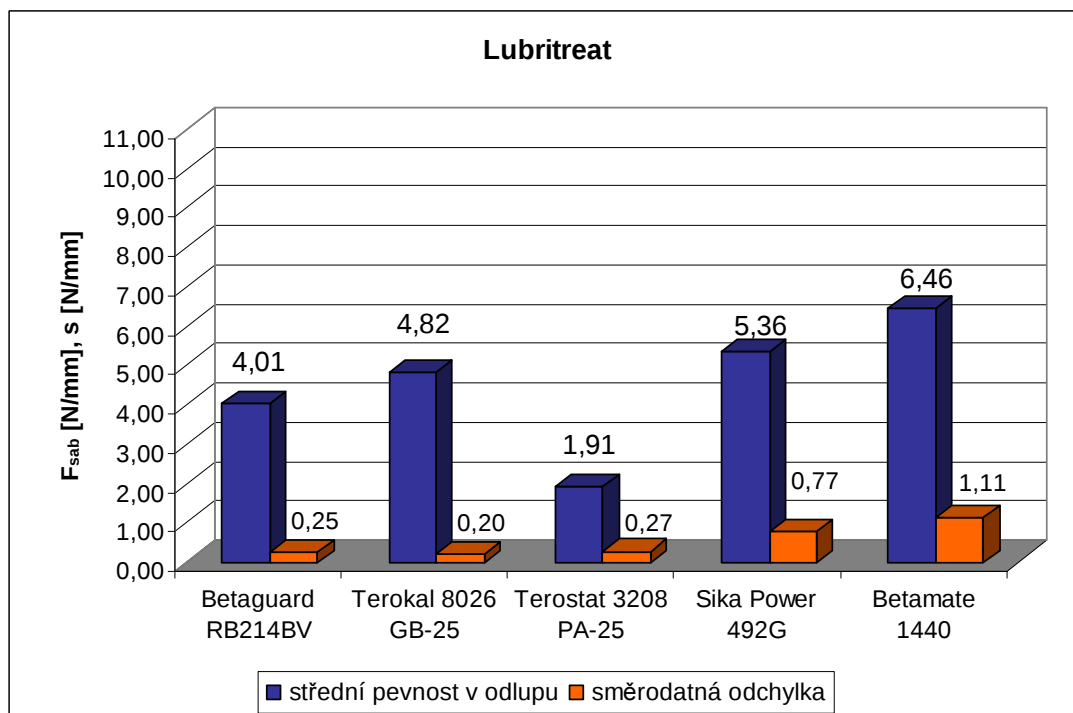


Obr. 5.1.4: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro adherend NST

Hodnocení výsledků pevnosti lepených spojů pro adherend NST vychází z obr. 5.1.4, kde je z grafu patrný větší pevností rozdíl mezi lepidly Betamate 1440 (10,96 N/mm), u kterého byla zjištěna nejvyšší pevnost z epoxidových lepidel, a lepidla Sika Power 492G (6,11 N/mm), u kterého byla naměřena druhá nejvyšší pevnost. Nižší pevnost pak mělo lepidlo Terokal 8026 GB–25 (5,27 N/mm), stejně jako pro předcházející adherend a nejmenší pevnost z konstrukčních lepidel byla zjištěna u kaučukového lepidla Betaguard RB 214 BV (4,24 N/mm). Obdobně jako pro všechny



předcházející adherendy byla i u NST pro lepidlo Terostat 3208 PA–25 (výplňové kaučukové) zjištěna nejnižší pevnost (2,28 N/mm).



Obr. 5.1.5: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro adherend Lubritreat

Pro adherend Lubritreat vychází hodnocení pevnosti lepených spojů z obr. 5.1.5, kde je z grafu patrné, že nejvyšší pevnost lepeného spoje z epoxidových lepidel má lepidlo Betamate 1440 (6,46 N/mm), nižší lepidlo Sika Power 492G (5,36 N/mm) a nejnižší z epoxidových lepidel má lepidlo Terokal 8026 GB-25 (4,82 N/mm). Z konstrukčních lepidel má nejnižší pevnost pro tento adherend kaučukové lepidlo Betaguard RB 214 BV (4,01 N/mm). Lepidlo Terostat 3208 PA–25 (výplňové kaučukové) má podobně jako pro předcházející adherendy i u Lubritreatu nejnižší pevnost (1,91 N/mm).

Porovnání lepidel na určitém typu povrchu je možné provést pouze pro 4 typy konstrukčních lepidel. Jak bylo z experimentálních měření prokázáno kaučukové lepidlo Betaguard RB 214 BV dosahuje nižší pevnosti v odlupu (porovnáním s lepidlem Betamate 1440 je to průměrně o 50%) než lepidla epoxidová. Pouze v případě adherendu HX 180BD Z100 MCO + NIT je pevnost kaučukového lepidla Betaguard RB 214 BV a epoxidového lepidla



Terokal 8026 GB-25 (ze tří zvolených epoxidových lepidel měl Terokal 8026 GB-25 nejnižší pevnost pro tento adherend) srovnatelná. Získané výsledky tedy ukazují, že vyšších pevností bylo dosaženo u lepidel na bázi epoxidů nežli lepidel kaučukových.

Porovnáním jednotlivých výsledků bylo zjištěno, že nejvyšší pevnost v odlupu ve čtyřech případech mělo lepidlo Betamate 1440. Pouze u adherendu HX 180BD ZM100 MB vyšší pevnosti v odlupu dosáhlo lepidlo Sika Power 492G, kde rozdíl pevností činil 0,54 N/mm (tedy 5,7%).

Hlavním cílem diplomové práce je porovnat, jaký vliv mají nové povrchy adherendů na pevnost lepeného spoje. Z předchozích grafů (obr. 5.1.1. až 5.1.5), kdy byla hodnocena lepidla versus adherend, nejsou úplně názorně vidět rozdíly pevností mezi jednotlivými plechy, a proto budou v následující kapitole 5.2. hodnoceny adherendy versus lepidlo.

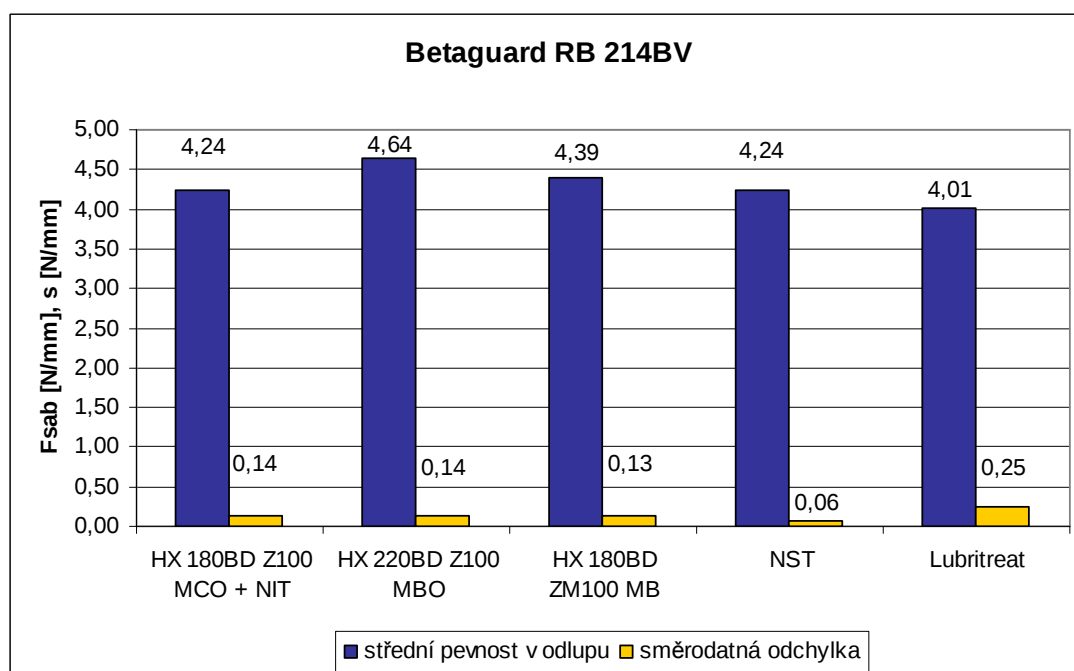
5.2. Diskuze dílčích výsledků z hlediska hodnocení adherendů versus lepidlo

V této kapitole je provedeno srovnání jednotlivých adherendů vůči lepidlu, kde každý graf obsahuje výsledky pevností v odlupu a směrodatné odchylky právě pro jedno lepidlo, aby byly dobře vidět rozdíly pevností dosažené na jednotlivých plechách a projevil se případný vliv povrchu na kvalitu lepeného spoje. K porovnání výsledků a zhodnocení vlivu povrchu na kvalitu lepeného spoje byl po konzultaci s předním výrobcem automobilů ŠKODA AUTO, a.s. Mladá Boleslav vybrán referenční plech, vůči kterému budou srovnávány všechny ostatní typy povrchů. Referenčním adherendem byl zvolen HX 220BD Z100 MBO, protože dle popisu vlastností v kapitole 3.2.1. je tento plech bez zvláštní povrchové úpravy a bude tedy pro srovnání nejvhodnější.

Pro lepidlo Betaguard RB 214 BV je z grafu (obr. 5.2.1.) patrné, že nejvyšší pevnosti v odlupu bylo dosaženo právě u zvoleného referenčního plechu HX 220BD Z100 MBO, a nejnižší pevnost, vůči referenčnímu vzorku, dosahoval adherend s označením Lubritreat, kde pokles pevnosti činil 13,6% (0,63 N/mm). V případě adherendu s označením NST byla pevnost stejná



s plechem HX 180BD Z100 MCO + NIT a rozdíl pevností proti referenčnímu vzorku byl 8,6%, tedy 0,4 N/mm. Nejmenší rozdíl pevností, v porovnání s referenčním plechem, byl naměřen pro adherend HX 180BD ZM100 MB, kde pokles byl pouze 5,4% (0,25 N/mm). Je tedy zřejmé, že rozdíly pevností mezi jednotlivými adherendy nejsou příliš velké, nýbrž v řádu desetin N/mm. Přesto je nutno konstatovat, že v případě lepidla Betaguard RB 214 BV, nové povrchy plechů (NST a Lubritreat) mají negativní vliv na lepený spoj a pevnost v odlupu tak průměrně poklesla o 11%.

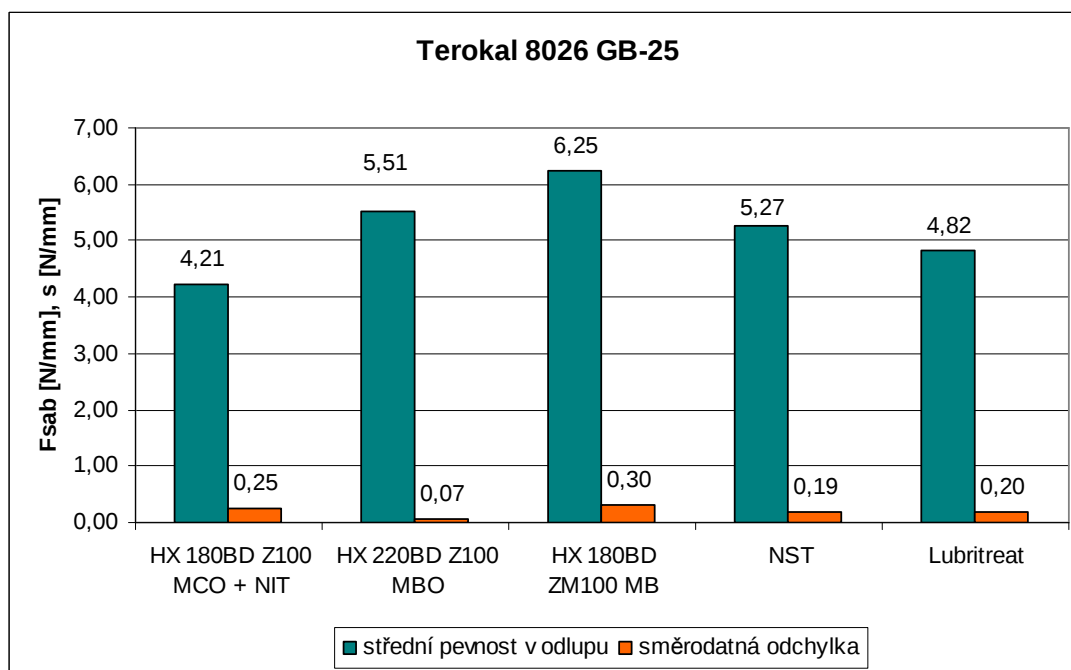


Obr. 5.2.1: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro lepidlo Betaguard RB 214 BV

Porovnáním výsledků pro lepidlo Terokal 8026 GB-25, je z grafu (obr. 5.2.2.) vidět, že pro referenční vzorek plechu HX 220BD Z100 MBO byla naměřena druhá nejvyšší pevnost v odlupu (5,51 N/mm). Vůči němu byla vyšší pevnost zjištěna pouze u plechu HX 180BD ZM100 MB, která vzrostla o 13,4% (0,74 N/mm). Zároveň je také z grafu patrné, že v případě plechů NST a Lubritreat, byla pevnost vůči referenčnímu vzorku opět nižší s poklesem o 4,4% (0,24 N/mm) a 12,5% (0,69 N/mm) pro Lubritreat. Nejhorší výsledek byl zjištěn pro adherend HX 180BD Z100 MCO + NIT, kde pevnost v odlupu poklesla o 23,6% (1,3 N/mm). Z uvedených výsledků, lze

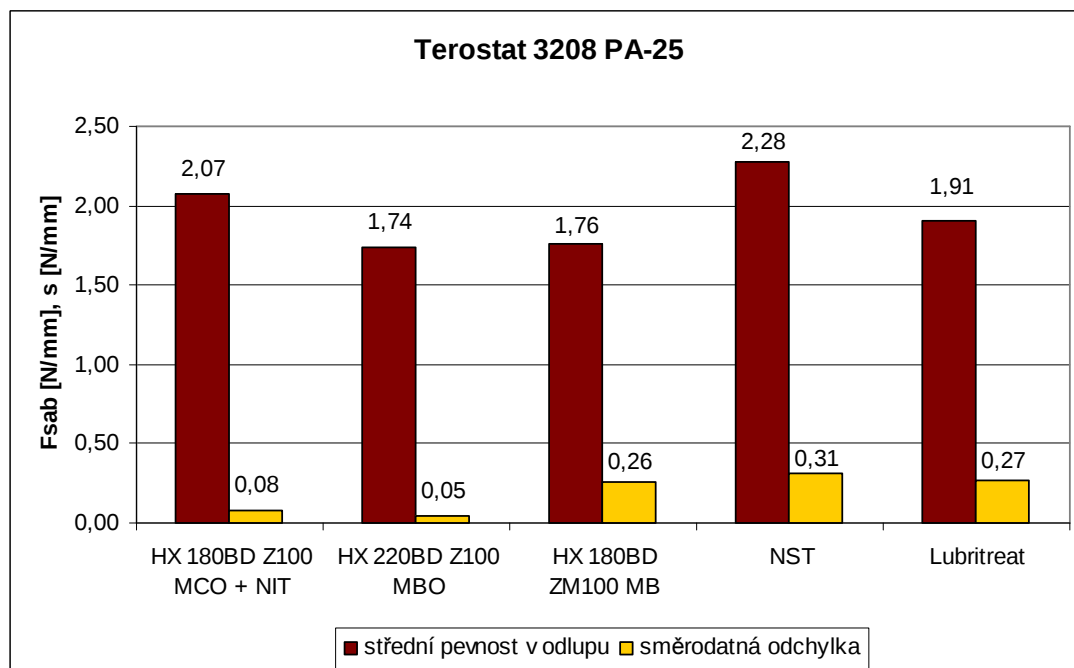


tedy konstatovat, že mezi adherendy jsou viditelně větší rozdíly oproti předchozímu lepidlu, a podobně jako u lepidla Betaguard RB 214 BV povrchy NST a Lubritreat negativně ovlivňují kvalitu lepeného spoje, i když pro NST byl pokles pevnosti nevýrazný (4,4%).



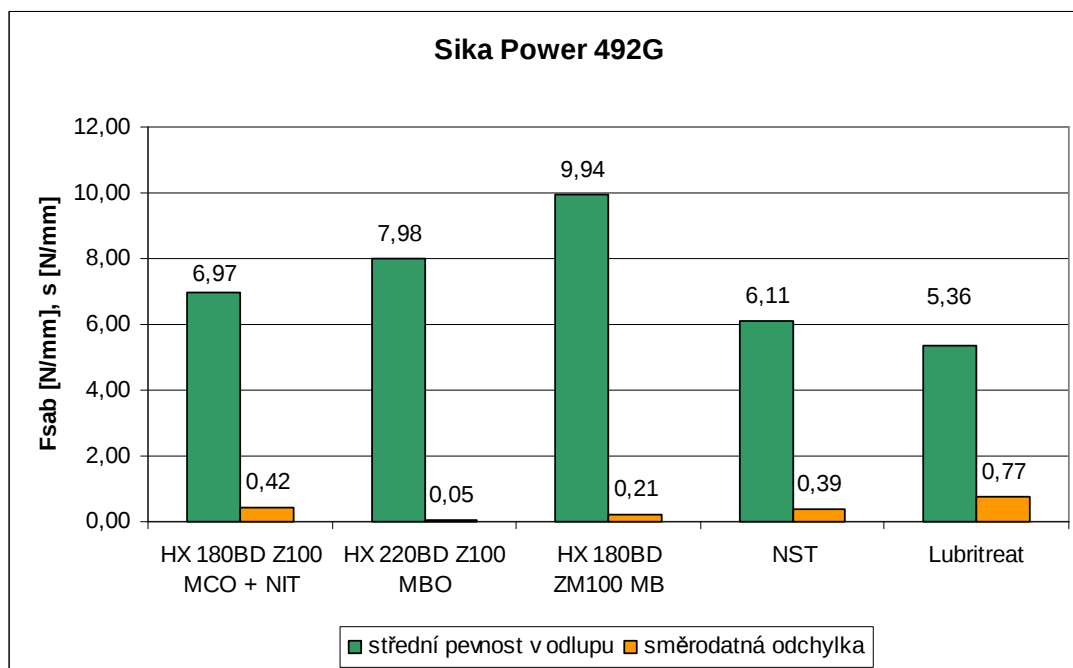
Obr. 5.2.2: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro lepidlo Terokal 8026 GB-25

Pro lepidlo Terostat 3208 PA-25 (obr. 5.2.3) je z grafu vidět, že nejvyšší hodnota pevnosti byla naměřena pro plech NST, kde byl zaznamenán vzrůst o 31% (0,54 N/mm) vůči referenčnímu plechu HX 220BD Z100 MBO (1,74 N/mm). Pro plech HX 180BD Z100 MCO + NIT je vzrůst pevnosti o 19% (0,33 N/mm) a pro Lubritreat vzrostla pevnost o 9,8% (0,17 N/mm). V případě plechu HX 180BD ZM100 MB je pevnost v podstatě srovnatelná s referenčním vzorkem, jelikož k navýšení pevnosti došlo pouze o 1,1% (0,02 N/mm). Z uvedených výsledků tedy vyplývá, že nové povrchy (NST a Lubritreat) mají pozitivní vliv na kvalitu lepeného spoje pro lepidlo Terostat 3208 PA-25, kde samozřejmě nejlepší je povrch NST, ale ani v případě Lubritreatu není nárůst pevnosti zanedbatelný.



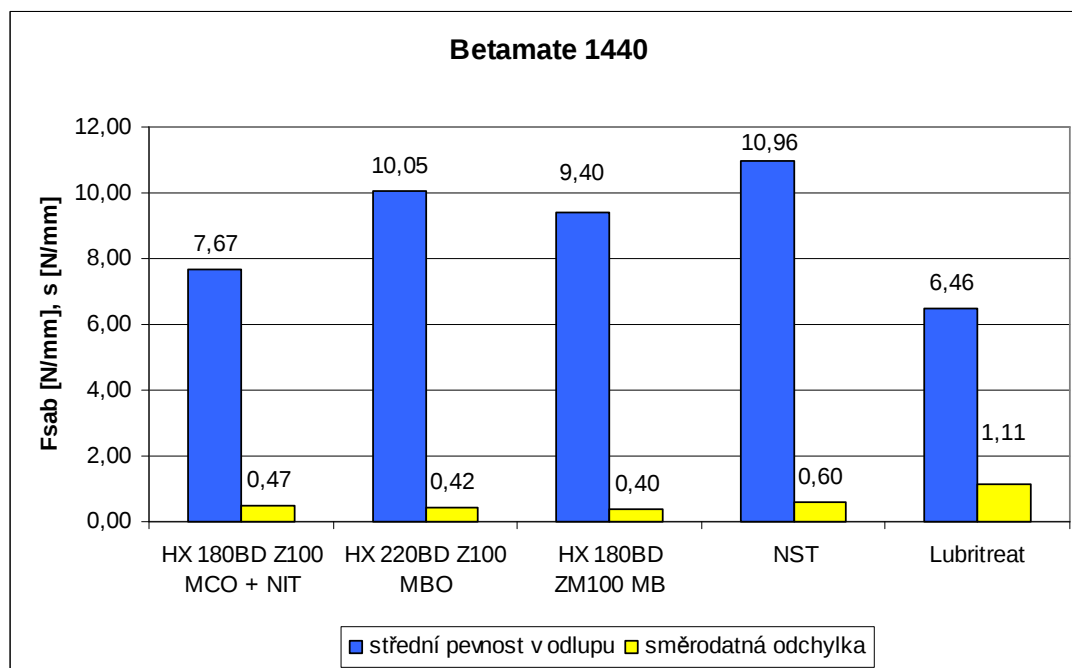
Obr. 5.2.3: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro lepidlo Terostat 3208 PA-25

Již na první pohled je z grafu (obr. 5.2.4.) patrné, že rozdíly pevností jsou výrazné, v řádu jednotek N/mm, a podobně jako pro lepidlo Terokal 8026 GB-25, i v tomto případě bylo pro referenční plech HX 220BD Z100 MBO dosaženo druhé nejvyšší pevnosti v odlupu (7,98 N/mm). Vyšší pevnost vůči tomuto plechu byla naměřena jen pro plech HX 180BD ZM100 MB, kde došlo k navýšení o 24,6% (1,96 N/mm). Pro adherend HX 180BD Z100 MCO + NIT byl pokles pevnosti o 12,7% (1,01 N/mm). Jak je vidět z grafu, nejhoršího výsledku, tedy nízkých hodnot pevnosti v odlupu bylo dosaženo pro plechy NST a Lubritreat, kde pevnost poklesla o 23,4% (1,87 N/mm) a 32,8% (2,62 N/mm) pro Lubritreat. Uvedené hodnoty jasně vypovídají o tom, že vliv obou nových povrchů se pro lepidlo Sika Power 492G projevil negativně oproti klasickým povrchům a bylo by tedy vhodnější použít jinou povrchovou úpravu např. povlak Zn-Mg jako u adherendu HX 180BD ZM100 MB.



Obr. 5.2.4: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro lepidlo Sika Power 492G

Srovnáním hodnot z grafu (obr. 5.2.5.), je i v případě lepidla Betamate 1440 vidět, že pro referenční plech, tedy adherend HX 220BD Z100 MBO, byla naměřena druhá nejvyšší pevnost v odlupu, podobně jako u předchozího lepidla. Nejvyšší pevnosti a tedy nejlepšího výsledku bylo u lepidla Betamate 1440 dosaženo pro adherend NST kde nastalo zvýšení pevnosti o 9,1% (0,91 N/mm). U ostatních adherendů byly pevnosti nižší, kde pro plechy HX 180BD ZM100 MB a HX 180BD Z100 MCO + NIT došlo k snížení pevnosti o 6,5% (0,65 N/mm) a 23,7% (2,38 N/mm) pro plech s povrchovou úpravou NIT. Zároveň je důležité konstatovat, že nejhorší výsledek a tedy nejmenší pevnost, byla opět naměřena pro adherend Lubritreat, kde nastal pokles pevnosti o 35,7% (3,59 N/mm), což je bezpochyby nejhorší výsledek vůči všem lepidlům. Uvedené výsledky pro lepidlo Betamate 1440 tedy jasně vypovídají o tom, že zatím co povrchová úprava adherendu NST má pozitivní vliv na kvalitu lepeného spoje, pak v případě Lubritreatu je vliv povrchu spíše negativní. Z uvedených vyhodnocení jsou zároveň patrné výrazné rozdíly pevností, které se pohybují od desetin až po jednotky N/mm.



Obr. 5.2.5: Graf středních hodnot pevností v odlupu pro lepidlo Betamate 1440

Souhrnem dílčích poznatků je patrné, že povrch adherendu Lubritreat nepříznivě ovlivňuje pevnost lepeného spoje ve většině případů, jak je ostatně zřetelné na grafech (obr. 5.2.1. až 5.2.5.), kdy dosahovaná pevnost pro tento adherend je téměř vždy nejnižší, pouze v případě lepidla Terostat 3208 PA – 25 byl zaznamenán vůči referenčnímu plechu nárůst pevnosti o 9,8%, což je i nejlepší výsledek pro tento adherend. Dále tedy bude záležet, zda dosahované pevnosti na tomto adherendu jsou dostačující pro lepení karoserií, či nikoliv. Z hlediska výsledků je tedy povrch Lubritreat méně vhodný pro technologii lepení a lépe se hodí použít materiál s jinou povrchovou úpravou například běžně používaný HX 180BD ZM100 MB.

V případě adherendu NST nelze tak jednoznačně říci, zda přináší povrch negativní, či pozitivní vliv, neboť jak je vidět z grafů (obr. 5.2.1. až 5.2.5.), pro lepidla Terostat 3208 PA-25 a Betamate 1440 bylo pro tento adherend dosaženo nejvyšší pevnosti v odlupu, která se vůči referenčnímu adherendu zvýšila o 31% a 9,1% pro Betamate 1440. Pro lepidla Betaguard RB 214 BV, Terokal 8026 GB-25 a Sika Power 492G pak u povrchu NST nastalo snížení pevnosti, z nichž největší pokles byl u lepidla Sika Power 492G a to o 23,4%. Z těchto výsledků lze tedy říci, že povrch adherendu NST má pozitivnější vliv



na pevnost lepeného spoje a je tedy pro lepení vhodnější než materiál Lubritreat.

Porovnáním výsledků pro adherend HX 180BD Z100 MCO + NIT je vidět, že stejně jako u plechu Lubritreat, nastává ve většině případů snížení pevnosti vůči referenčnímu vzorku, a v průměru dojde k poklesu o 17,5%. Pouze u lepidla Terostat 3208 PA-25, bylo zjištěno zvýšení pevnosti o 19%. Naopak nejvyšší pokles byl naměřen u plechu HX 180BD Z100 MCO + NIT pro lepidla Terokal 8026 GB-25 a Sika Power 492G, kde došlo ke snížení pevnosti o 23,7%.

Srovnáním dílčích výsledků adherendu HX 180BD ZM100 MB s referenčním plechem a vůči ostatním adherendům je možné říci, že tato povrchová úprava má na kvalitu lepeného spoje nejpozitivnější vliv.



6. Závěr

Přední výrobci plechů neustále dodávají na trh nové produkty s cílem zlepšovat různé vlastnosti, z důvodu stále se zvyšujících požadavků na bezpečnost a spotřebu automobilu, ale současně se zabývají designem s výzkumem nových povrchů plechů. Cílem diplomové práce je experimentálně ověřit pro technologii lepení možné aplikace nových typů povrchů při výrobě karoserie automobilu s běžně používanými typy plechů v sériové výrobě.

V automobilovém průmyslu se pro výrobu dílů karoserie používají plechy s určitou morfologií povrchu, většinou žárově pozinkované, mnohdy i se speciální povrchovou úpravou, a na takovéto plechy je ve většině případů nanášeno ještě mazivo, aby tak byly zajištěny co nejlepší podmínky pro operaci tažení. Po těchto procesech následuje operace lepení, kdy je požadováno, aby lepený spoj měl dostatečnou pevnost pro kompletaci karoserie. Cílem diplomové práce je tedy zjistit vliv nových typů povrchových úprav plechů na kvalitu lepených spojů. Pro posouzení kvality lepených spojů byla vybrána zkouška pevnosti v odlupu dle normy ISO 11 339, protože spoje namáhané na odlup vykazují obecně horší vlastnosti než např. při namáhání ve smyku. K testování byly zvoleny materiály s novými povrchy s označením NST a Lubritreat, a materiály v automobilovém průmyslu běžně používané pro stavbu karoserie s označením HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO, HX 180BD ZM100 MB. Ke zvoleným plechům byla vybrána lepidla: Betaguard RB 214 BV, Terokal 8026GB – 25, Terostat 3208 PA – 25, Sika Power 492G a Betamate 1440 používaná v automobilovém průmyslu pro lepení dílů karoserií.

Na základě požadavků z průmyslové praxe bylo pro diplomovou práci stanoveno mazivo ANTICORIT PL 3802-39 S, tedy olej typu prelube, který je používán jako konzervační mazivo v ocelárnách nebo se dnes běžně používá jako tažné mazivo pro ocelové plechy, protože v automobilovém průmyslu jsou výlisky pro stavbu karoserií běžně lepeny bez odmašťování.

Vzhledem k pokynům výrobce bylo zmíněné mazivo nanášeno pouze na adherendy HX 180BD Z100 MCO + NIT, HX 220BD Z100 MBO,



HX 180BD ZM100 MB a materiály NST a Lubritreat byly ponechány, tak jak byly dodány výrobcem, tzn. nebyly tedy ani odmašťovány ani opatřeny mazivem.

Z prezentovaných výsledků v jednotlivých grafech (obr. 5.1.1 až 5.2.5.) vyplývá, že naměřené pevnosti v odlupu pro lepidlo Betaguard RB 214 BV byly nejnižší z konstrukčních lepidel. Zároveň je také vidět, že pro lepidlo Betaguard RB 214 BV bylo nejvyšší pevnosti dosaženo pro referenční plech HX 220BD Z100 MBO (4,64 N/mm), a tedy ostatní povrchové úpravy znamenaly pokles pevnosti, kde nejvyšší byl zaznamenán u plechu s označením Lubritreat (pokles o 13,6%). Lze tedy říci, že v případě lepidla Betaguard RB 214 BV mají nové povrchy NST a Lubritreat negativní vliv.

U lepidla Terokal 8026GB – 25 byla nejvyšší pevnost v odlupu naměřena pro adherend HX 180BD ZM100 MB (6,25 N/mm), druhá nejvyšší pro referenční plech, a tedy ostatní povrchové úpravy opět znamenaly snížení pevnosti. Nejvíce klesla pevnost u HX 180BD Z100 MCO + NIT (o 23%). I v tomto případě tedy nové povrchové úpravy u adherendů NST a Lubritreat měli negativní vliv na kvalitu lepeného spoje i přesto, že výsledné údaje byly příznivější.

U lepidla Terostat 3208 PA–25 je patrná výrazně nižší pevnost v odlupu oproti ostatním lepidlům, což je způsobeno tím, že Terostat 3208 PA–25 je výplňové lepidlo a tato lepidla mají obecně nižší pevnost v odlupu než konstrukční lepidla. Z grafů je vidět, že pro toto lepidlo byla nejnižší pevnost naměřena právě u referenčního plechu HX 220BD Z100 MBO (1,74 N/mm) a tedy všechny povrchové úpravy měli za následek zvýšení pevnosti, kde nejvyšší pevnost byla změřena pro materiál NST (2,28 N/mm). Na základě zkoušek lze konstatovat, že v případě lepidla Terostat 3208 PA – 25 mají nové povrchy pozitivní vliv na kvalitu lepeného spoje a přinášejí navýšení pevnosti až 31% (pro NST).

Pro lepidlo Sika Power 492G byla nejvyšší pevnost naměřena pro plech HX 180BD ZM100 MB (9,94 N/mm), druhá nejvyšší pak u referenčního plechu HX 220BD Z100 MBO (7,98 N/mm) a nejnižších pevnost byla zjištěna u materiálů NST a Lubritreat (pokles byl 23,4% a 32,8%). Ze srovnání je patrné, že rozdíly mezi testovanými adherendy jsou výrazně větší než u



předchozích lepidel, a z hlediska poklesu pevnosti spoje dopadly tyto nové povrchy nejhůře.

Porovnáním hodnot jednotlivých grafů je patrné, že lepidlo Betamate 1440 mělo nejvyšší pevnost z testovaných lepidel, a vzhledem k adherendu byla nejvyšší pevnost v odlupu naměřena pro materiál NST (10,96 N/mm). Nejnižší pevnost pak byla zjištěna u plechu Lubritreat (6,46 N/mm). Z těchto poznatků lze lepidlo Betamate 1440, doporučit jako vyhovující pro lepení plechů NST. V případě plechu Lubritreat je vliv jeho povrchu na kvalitu lepeného spoje negativní a pokles pevnosti je značný.

Souhrnem získaných výsledků je možné konstatovat, že v případě plechu Lubritreat jeho speciální povrchová úprava nezvýšila pevnost lepeného spoje, naopak pro lepidlo Betamate 1440 poklesla pevnost oproti referenčnímu plechu o 35,7%. V případě materiálu NST jeho speciální povrchová úprava měla za následek zvýšení pevnosti spoje vůči referenčnímu adherendu, ale pouze ve dvou případech, a sice u lepidla Betamate 1440 o 9,1% a u lepidla Terostat 3208 PA – 25 o 31%, v ostatních případech měl speciální povrch na pevnost lepeného spoje negativní vliv a došlo k poklesu pevnosti.

Vzhledem k tomu, že v případě plechu NST je vliv povrchu pozitivní pouze ve dvou případech, a pro plech Lubritreat jsou získané výsledky vyplývající z experimentálního měření diplomové práce bohužel nepříznivé, jsou i tyto výsledky přínosem pro další výzkum a vývoj v oblasti lepení karosářských dílů, nejen pro výrobce automobilů, ale i výrobce plechů a lepidel.

Přínosem diplomové práce jsou bezpochyby získané výsledky, které z hlediska testované kombinace lepidel a materiálů jsou prvotními testy pro průmyslovou praxi provedené na katedře strojírenské technologie Technické univerzity v Liberci. Na základě výsledků lze doporučit provést ještě další soubory testů, např. s jinými lepidly, či jiné typy zkoušek, které doplní informace o kvalitě lepených spojů pro testované povrchy. Je možné očekávat různé chování kombinací lepidel a povrchů a tyto testy pak mohou potvrdit či vyvrátit použití zkoušených materiálů. Jelikož toto testování je první svého druhu, nelze vyvodit jednoznačné závěry o vhodnosti použití povrchů z provedených testů.



Seznam literatury:

- [1] BROZOVÁ V.: Hodnocení kvality lepených spojů u plechů z hliníkových slitin, Bakalářská práce, TUL, 2009.
- [2] D PLAST-EFTEC.: Lepení. Dostupný z www: <http://dplast-eftec.cz/>
- [3] KOLNEROVÁ M.: Vliv technologických podmínek na vznik zadírání pozinkovaných plechů při tažení, Disertační práce, TUL, 2005.
- [4] PETERKA J.: Lepení konstrukčních materiálů ve strojírenství. Praha: Nakladatelství SNTL, 1980. 792s.
- [5] KOVAČIČ L.: Lepenie kovov a plastov. Bratislava: Nakladatelství ALFA, 1984. 398s.
- [6] Technologie lepení v automobilovém průmyslu.: Dostupný z www: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/lepeni.pdf
- [7] Technické listy lepidel - Dow Automotive GmbH, Henkel ČR s.r.o., Revocoat S.A.S, Sika Automotive GmbH.
- [8] WIKIPEDIE.: Adheze. Dostupný z www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Adheze>
- [9] KOLEKTIV AUTORŮ. *Loctite, Worlwide Design Handbook*. 2. vyd. Mainz: Erasmusdruck GmbH, 1998. 452 s.
- [10] INDIAMART.: Dostupný z www: <http://catalogs.indiamart.com/products/rubber-adhesives.html>
- [11] ISO 11339 - T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adhezivů.
- [12] SOBOTKA J.: Zhodnocení použití pevných a polotuhých mazadel v sériové výrobě při lisování výlisků karosářského typu, Diplomová práce, TUL, 2004.
- [13] BLÁŠKOVIČ, P.-BALLA, J.-DZIMKO, M.: Tribologie, ALFA Bratislava, 1990.
- [14] ŠTĚPINA, V. VESELY, V.: Maziva v tribologii, VEDA Bratislava, 1985
- [15] ŠAFR, E.: Technika mazání, SNTL Praha 1970
- [16] EN 10346 - Kontinuální žárově ponorem povlakované ploché výrobky, tabulky mechanických vlastností a chemického složení materiálu
- [17] ŠKODA AUTO a.s Mladá Boleslav.: *Prezentace povrchová úprava NIT*



- [18] ŠKODA AUTO a.s Mladá Boleslav.: *Prezentace New Surface Treatments by AM, Skoda-ArcelorMittal meeting*, 2009.
- [19] THYSSENKRUPP STEEL EUROPE.: Forming made easy. Dostupný z [www. http://www.thyssenkrupp-steel-europe.com/tiny/3cR/download.pdf](http://www.thyssenkrupp-steel-europe.com/tiny/3cR/download.pdf)
- [20] OTS.: Odmašťovací stoly. Dostupný z [www: http://www.qts.cz/SA531B0C1711D0S0-atypicke-odmastovaci-stoly.html](http://www.qts.cz/SA531B0C1711D0S0-atypicke-odmastovaci-stoly.html)
- [21] HOLOUBEK V.: Povrchové úpravy – Kataforetické lakování. [cit. 4/2005]. Dostupný z [www: http://www.povrchoveupravy.cz/2005-04-clanek01.html](http://www.povrchoveupravy.cz/2005-04-clanek01.html)
- [22] LAKUM-KTL a.s.: Kataforéza – KTL. Dostupný z [www: http://www.lakum.cz/web/technologie/ctl/cz/?submenu=2](http://www.lakum.cz/web/technologie/ctl/cz/?submenu=2)
- [23] ŠKODA AUTO a.s Mladá Boleslav.: Proces lakování karosérií – lakovna M11A + M11B ŠKODA AUTO MLADÁ BOLESLAV, 2010.



Seznam příloh:

- Příloha číslo 1: Materiálový list odmašťovacího přípravku D – SOL 100
- Příloha číslo 2: Materiálový list maziva Anticorit 3802 – 39S
- Příloha číslo 3: Materiálový list lepidla Betaguart RB 214BV
- Příloha číslo 4: Materiálový list lepidla Terokal 8026 GD-25
- Příloha číslo 5: Materiálový list lepidla Terostat 3208 PA-25
- Příloha číslo 6: Materiálový list lepidla Sika Power 492G
- Příloha číslo 7: Materiálový list lepidla Betamate 1440
- Příloha číslo 8: Zkouškové protokoly pevnosti v odlupu pro adherend
HX 180 BD Z100 MCO + NIT
- Příloha číslo 9: Zkouškové protokoly pevnosti v odlupu pro adherend
HX 220 BD Z100 MBO
- Příloha číslo 10: Zkouškové protokoly pevnosti v odlupu pro adherend
HX 180 BD ZM100 MB
- Příloha číslo 11: Zkouškové protokoly pevnosti v odlupu pro adherend
NST
- Příloha číslo 12: Zkouškové protokoly pevnosti v odlupu pro adherend
Lubritreat

Příloha č. 1



D-sol 100

Popis:	kapalina D-sol 100 je směsí syntetických isoparafinických uhlovodíků bez obsahu halogenů	
Použití:	k bezoplachovému odmašťování a čištění dílů za studena v ultrazvukových vanách, postřikových, máčecích nebo ručních strojích, jako náhrada lakových benzinů, tri- a perchloreтанu, ideální pro opravy, údržby, průmyslové pivozy, lakovny, galvanovny, elektrotechniku	
Vlastnosti:	▪ vynikající čistící schopnost ▪ účinnost na většinu olejů, tuků, vazelín a vosků ▪ vyhovující odpařivost ▪ bez zápachu ▪ nepoškozuje čistěný povrch ▪ nezpůsobuje korozi materiálů ▪ ideální pro ocel, hliník, zinek, měď, titan ▪ vysoká sytnost ▪ zasychá bez map ▪ nízký obsah aromátů (do 0,002 % hm) ▪ dermatologicky bez problémů ▪ minimální zatížení ovzduší ▪ použitelný s PEHD, PA66, ABS, PET, PVC, PTFE, PVF, PVDF, NBR ▪ nepoužitelný s POLYSTYREN, SBR, EPDM	
Parametry:	bod vzplanutí	58 °C
	hustota při 15°C	761 kg/m³
	viskozita při 25°C	1,09 mPa.S
	odpařivost (Ether = 1)	85
	třída hořlavosti	III.
Balení:	50 l, 160 l, 200 l	
Likvidace:	společnost QTS CZ s.r.o. garantuje na území ČR zpětný odběr znečištěné náplně k ekologické likvidaci	

QTS CZ s.r.o.
Kydlinovská 245
505 01 Hradec Králové
www.qts.cz
qts@qts.cz

Tel./fax: +420 495 532 763
GSM: +420 602 412 577
+420 603 568 499
+420 777 212 577

Produkt- INFORMACE



ANTICORIT PL 3802-39 S

PI 3-4211

Popis

ANTICORIT PL 3802-39 S je olej typu Preube, to znamená ochranný antikorozní olej i tvářecí mazivo pro použití v ocelárnách.

ANTICORIT PL 3802-39 S se vyznačuje následujícími speciálními vlastnostmi:

- bezpečná antikorozní ochrana i za extrémních klimatických podmínek
- optimální tvářecí výkon i pro obtížné tahy
- vhodnost pro zušlechťené plechy (Z, ZE, ZNE, ZF, fosfatované i nefosfatované), jakož i pro normální ocelové plechy
- snadná odstranitelnost i po stárnutí a tepelném zatížení
- kompatibilita se všemi běžnými lepicími systémy při výrobě automobilů
- vysoká snášenlivost s katalytickými látky a látky s nízkým obsahem rozpouštědel a pigmentů
- nezatěžuje pracovní prostředí díky základovému oleji bez obsahu těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromatických

ANTICORIT PL 3802-39 S se používá převážně jako konzervační olej v ocelárnách, může však být nanesen i jako tvářecí látka bezprostředně před tvářením.

Použití

Nanášení lze provádět všemi způsoby nastřiku (přednostně elektrostaticky) ale také navlačováním.

Doporučená pracovní teplota pro nastřik a filtraci je 40 - 65 °C.

Jako u všech tixotropních látek může dojít po delší době skladování k lehkému usazování látek, zajišťujících tixotropní účinky.

ANTICORIT PL 3802-39 S je skladovatelný v uzavřeném originálním balení při teplotě 5 - 40 °C minimálně 5 let.

Charakteristika

Vlastnost	Jednotka	Údaje	Zkouška dle
Číslo barvy	-	3,5	DIN ISO 2049
Hustota při 15 °C	kg/m ³	915	DIN 51 757
Viskozita při 40 °C	mm ² /s	60	DIN 51 562
Bod vzplanutí	°C	196	DIN ISO 2592
Obsah vody	% hmotnosti	< 0,2	DIN 51 777-2
Odstranitelnost	-	vyhovuje	VW 52.02
Obsah aromatických v základovém oleji	% hmotnosti	< 7	Zkušební metoda VN č. 1 TML 1 *)
Antikorozní vlastnosti (St 1405)			
Kondenzační komora	h	200	ASTM D 1748
Klimatická komora	cykly	> 20	DIN 51 366-1
Solná komora	h	24	DIN 50 021 SS

*) VM - zkušební metoda Vauxhall Motors Limited



Technisches Datenblatt

BETAGUARD RB 214 BV

Abdichtungsklebstoff und Bördelnahtverkleber
mit hoher Festigkeit / Impact Beständigkeit für Applikation im Rohbau

Anwendung / Beschreibung :

BETAGUARD RB 214 BV ist ein kalt-pumpbarer, Kautschuk-basierender, durchschweisbarer Abdichtungsklebstoff mit hoher Festigkeit.

Er findet dort Einsatz, wo Abdichtungsoperationen oder Verklebungen kombiniert mit Schweißpunkten im Bereich Rohbau gefragt sind. Das Material kann auch als Bördelnahtverkleber verarbeitet werden. Betaguard RB 214 BV kann mit Induktion (20 Sekunden bei 180°C) vorgehärtet werden.

Haftung auf öligen Metallsubstraten im Einsatz in der Automobil-Industrie, Durchschweisbarkeit ohne Verbrennung oder starke Geruchsbildung, gute Verträglichkeit zu Vorbehandlungs- und KTL-Bädern sowie gute Auswaschbeständigkeit für Fügedicke unter 2 mm sind gegeben.

Nach Aushärtung im KTL-Ofen weist BETAGUARD RB 214 BV gute Festigkeitswerte und hohe Impact Beständigkeit auf und zeigt ein gutes Korrosionsverhalten.

Technische Daten :

Basis	Synthetisches Kautschuk	
Farbe	Grau - schwarz	
Dichte	1.40 ± 0.05 g. / cm ³	
Trockengehalt (3 Stunde / 105°C)	> 99.0 %	
Auslaufzeit (D55 1069) (Severs, Düse 5 mm Durchmesser, 3 bars)	60 ± 20 g. / Min. bei 35°C.	
Volumenausdehnung	5 - 10 %	
Wäscher- und KTL-Verträglichkeit	gut	
Einbrennbedingungen	minimum	25 Minuten / 155°C oder standard Lacklinienofen
	maximum	30 Minuten / 205°C oder standard Lacklinienofen
Abrutschverhalten (D55 1107)	< 2 mm. bei 35°C.	
(Rundplatte 22,5 mm. Durchmesser, 12 mm. Höhe)	< 4 mm. nach zusätzlicher Einbrennung	

Příloha č. 3

Zugscherfestigkeit (DIN 53 283) Klebefüge 20 x 25 mm; 25 mm. / min.	approx. 2,5 N. / mm ² mit Füge 2 mm. dick approx. 3 – 5 N. / mm ² mit Füge 0,2 mm. dick
Impact Beständigkeit (ISO 11 343) (Schichtdicke 0,2 mm.)	> 10 N. / mm. mit Energie 100 – 300 J. / m je nach Einbrennbedingungen
Korrosionsbeständigkeit	gut (ohne Unterwanderung) nach 9 Zyklen 3C (nach Testmethode D59 1336) auf Rohstahl und Feuerverzinktem Stahl
Temperaturbeständigkeit	max. 30 Minuten 220°C
Lagerfähigkeit	3 Monate nach Auslieferung bei 5 – 35°C

Verarbeitung :

Vorbereitung der Klebefläche	keine (Kleben auf öligem Blech mit max. 3,5 g. Öl / m ²)
Applikation	kalt pumpbar mit handelsübliche Kolben-, Zahnrad- oder Rotationspumpen für hobbooks und Fässer. Bei Kolbenpumpen muss ein Verhältnis von minimum 50:1 vorhanden sein.
Auftragstemperatur	Minimum 30°C. Maximum 45°C Bei 40 – 45°C wirkt eine deutliche Verbesserung der sofortigen Haftung dank schnellerer Ölaufnahme.
Lieferform	Kartuschen mit 300 ml Inhalt Hobbooks mit 22 Liter Inhalt Fässer mit 200 Liter Inhalt

Revocoat Qualitätsmanagement:

Qualität ist unser oberstes Gebot. Revocoat arbeitet mit einem modernen Qualitätsmanagement-System, das die internationalen Anforderungen nach ISO/TS 16949:2002 erfüllt.
Umwelt : alle Standorte von Revocoat sind nach ISO 14001:1996 zertifiziert.

Alle vorstehenden Angaben, technischen Daten und Empfehlungen beruhen auf Prüfungen, die nach unserem Ermessen zuverlässig sind. Dennoch kann die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben, Daten und Empfehlungen nicht garantiert werden, da der Verwender vor Gebrauch des Produktes dessen Eignung für einen bestimmten Verwendungszweck selbst prüfen sollte.

Revocoat übernimmt keine Haftung aus diesem Dokument, und sämtliche Garantien ausdrücklicher oder stillschweigender Art, einschliesslich der stillschweigenden Gewährleistung für Verkaufsfähigkeit und Eignung für einen bestimmten Zweck werden hiermit ausgeschlossen. Weder Verkäufer noch Hersteller sind, aus welchem Rechtsgrund auch immer, für direkten, zufälligen oder kausal bedingten Schaden aus der Verwendung oder der Unfähigkeit der Verwendung des Produktes haftbar.

Revocoat's einzige Verpflichtung ist der Ersatz von schadhaften Produkten.

Revocoat S.A.S
Zone Industrielle Nord
Route d'Amiens
F - 60130 Saint Just en Chaussée
Tel. +33 (0) 3 44 77 81 00
Fax. +33 (0) 3 44 77 81 61

Revocoat Ibérica S.L
C/ Camino del Comar, 7
Polígono Industrial Alcamar
E - 28816 Camarma de Esteruelas (Madrid)
Tel. +34 (9) 1886 61 43
Fax. +34 (9) 1886 76 60





Technisches Datenblatt

Terokal 8026GB-25



Einkomponenten-Metallklebstoff
zum Kleben von Rohblech
lösungsmittelfrei, wärmehärtend

Basis: Polymerblend

Stand: 04.04.2007

Produktbeschreibung

Terokal 8026GB-25 ist ein lösungsmittelfreier Metallklebstoff auf Basis eines Epoxi/PVC-Polymerblends, der zum Erreichen der Wäscherbeständigkeit bei Temperaturen von mindestens 80 °C vorgelagert werden kann. Die Vorgelagerung kann in einem Rohbauofen, mittels induktiver Erwärmung, IR-Strahler oder ähnlichem erfolgen. Überschüssiges Material kann nach der Vorgelagerung abgebürstet werden. Zur Erzielung der Maximalfestigkeit sollte der Klebstoff bei 160 bis 220 °C ausgehärtet werden. Terokal 8026GB-25 besitzt eine gute Kälteflexibilität bis -40 °C. Der Klebstoff enthält Glaskugeln mit einem Durchmesser von 90 – 150 µm, um beim Fügen der Blechteile eine Mindestschichtstärke sicherzustellen.

Anwendungen

Terokal 8026GB-25 dient zum Kleben der Bördelfalznähte von Türen, Klappen und Hauben im Rohbau.

Technische Daten

Farbe:	hellblau
Dichte:	ca. 1,53 g/cm ³
Festkörpergehalt:	> 99 %
Konsistenz:	pastös
Aschegehalt:	ca. 35 %
Viskosität:	10 %35 Pas ±
Messgerät:	Physica
System:	UDS 200 PP-20
Temperatur:	20 °C
Haftung:	guter Verbund zu gefetteten und verzinkten Rohblechen, sowie auf Aluminium
Elastizität:	zäh-elastisch
Korrosionsbeständigkeit:	
Salzsprühtest nach DIN 50021: (35 °C, 5%ige Salzlösung, 500 h)	keine Unterrostung bzw. Haftverlust
Kondenswasser-Wechselklima: (240 h in Anlehnung an DIN 50017-KFW)	keine Unterrostung bzw. Haftverlust
Zugscherfestigkeit in Anlehnung an DIN EN 1465: (Einbrennbedingungen 30 min bei 180 °C)	
geprüft bei RT:	> 12 MPa kohäsiv
geprüft bei 90 °C:	> 7 MPa kohäsiv
geprüft bei -35 °C:	> 15 MPa adhäsiv
Materialkennwerte:	
E-Modul:	700 MPa
Zugfestigkeit:	12 MPa
Dehnung:	4,2 %
Querkontraktion:	0,4
Verklebungsfläche:	10 mm x 25 mm
Schichtstärke:	0,15 mm
Stahlblech ST 1405:	0,8 mm Dicke
Vorschubgeschwindigkeit:	10 mm/min

Příloha č. 4

Verarbeitungstemperatur: 15°C bis 35°C bei beheiztem Auftragskopf unter Beachtung der angegebenen Abschaltzeiten

Gebrauchstemperatur: -40°C bis 80°C

Vorbemerkung

Vor Beginn der Verarbeitung ist es erforderlich, sich anhand des Sicherheitsdatenblattes über Vorsichtsmaßnahmen und Sicherheitsratschläge zu informieren. Auch bei nicht kennzeichnungspflichtigen Produkten sind die bei chemischen Erzeugnissen üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten.

Verarbeitung

Zur Verarbeitung von Terokal 8026GB-25 aus Hobbocks und Fässern eignen sich besonders Hochdruckpumpen mit einem Verdichtungsverhältnis von mindestens 48:1.

Hierbei sind Folgeplatte, Pumpe, und Materialversorgung unbeheizt auszuführen. Um eine gleichmäßige Viskosität des Produktes unabhängig von der Hallentemperatur und damit einen konstanten automatischen Auftrag zu erreichen, empfiehlt es sich, die Materialzuführung zum Dosierer (Schlauch), den Dosierer sowie die Auftragspistole beheizt auszuführen. Die Materialtemperatur darf hierbei 35°C keinesfalls übersteigen, da es ansonsten bei längerer Haltezeit zu einem Viskositätsanstieg durch beginnende Gelierung des Produktes kommen kann. Bei einer Arbeitsunterbrechungen länger als 60 Minuten sollte die Temperatur in der Anlage abgeschaltet werden und das komplette System von Pumpe bis Pistole vollständig druckentlastet werden.

Terokal 8026GB-25 kann aus Fadenpistolen (Düsenöffnung 1 - 3 mm) oder mittels automatischen Auftragseinheiten verarbeitet werden. Ebenso ist eine Verarbeitung im Dünnstrahl- oder Wirbelsprühverfahren möglich, d.h. es wird mittels eines unterstützenden Luftkegels oder durch eine rotierende Düse versprüht. Dabei wird der Materialstrom nicht zerrissen, sondern nur verteilt, was zu einer flächigen Beschichtung ohne Overspray führt.

Der Auftrag erfolgt auf geöltes Blech, das sowohl elektrolytisch oder galvanisch verzinkt als auch unbeschichtet sein kann.

Vorgelierung

Zum Erzielen der Auswaschbeständigkeit muss Terokal 8026 GB-25 vorgeliert werden. Dies kann entweder durch induktive oder IR-Erwärmung, z.B. 10 sec. bei 160°C, oder im Wärmeofen ab 80°C, vorzugsweise 15 min bei 140°C erfolgen.

Aushärtung

Zur Erzielung optimaler Festigkeiten haben sich folgende Aushärtebedingungen bewährt:

> 15 min 160°C
< 15 min 220°C

Hierbei handelt es sich jeweils um Objekttemperaturen.

Lagerung

Frostgefährdet: ja, bedingt
Empfohlene Lagertemperatur: 15°C bis 25°C
Lagerzeit: 4 Monate

Lieferform

Fass 200 l

Příloha č. 4

Gefahrenhinweise/
Sicherheitsratschläge/
Transportkennzeichnung

siehe Sicherheitsdatenblatt

Hinweis

Die vorstehenden Angaben, insbesondere Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen. Wegen der unterschiedlichen Materialien und der außerhalb unseres Einflussbereiches liegenden Arbeitsbedingungen empfehlen wir in jedem Falle ausreichende Eigenversuche, um die Eignung unserer Produkte für die beabsichtigten Verfahren und Verarbeitungszwecke sicherzustellen. Eine Haftung kann weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns insoweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt.

Mit Erscheinen dieses Technischen Datenblattes verlieren alle früheren Ausgaben ihre Gültigkeit.

Henkel KGaA
Standort Heidelberg
D-69112 Heidelberg
Tel.: +49-6221-704-0
Fax +49-6221-704-898



Technologies

Technický informační list

Terostat-3208 PA-25

Bezrozpouštědlová, reaktivní, čerpatelná
lepící/těsnící hmota

Základ: kaučuk

Stav: 2002-01-25

Charakteristika	Terostat-3208 PA-25 je bezrozpouštědlová, reaktivní lepící a těsnící hmota na bázi kaučuku za běžné teploty vysoce viskózní. Při teplotách nad 140 °C Terostat-3208 PA-25 chemicky polymeruje. Lehce zesíťovaný materiál je pružný a málo citlivý na výkyvy teploty. Terostat-3208 PA-25 má dobrou přilnavost i na zaolejovaných plechách. Materiál po nanesení nestéká a je bez předežlatinace odolný vůči vymývání vodnými přípravky pro čištění nebo předúpravy, které se používají v pásové výrobě v autoprůmyslu. Materiál díky své dobré kompatibilitě s elektroforetickými povlaky poskytuje dobrou korozní odolnost i na rozhraních. Terostat-3208 PA-25 je přelakovatelný.																												
Použití	Terostat-3208 PA-25 byl vyvinut speciálně jako materiál pro lepení výztuh automobilových karoserií; k vytvrzení dojde při průchodu suškou kataforézy. Terostat-3208 PA-25 se používá zvláště tam, kde není pro dosažení odolnosti proti vymývání použit předželatinaci nebo předvytvrzení v sušce nebo zařízení na indukční ohřev a kde se vyžaduje vysoká elasticita v širokém rozsahu teplot.																												
Technické údaje	<table><tr><td colspan="2">v dodávaném stavu</td></tr><tr><td>barva:</td><td>černá</td></tr><tr><td>zápach:</td><td>charakteristický vlastní</td></tr><tr><td>hustota:</td><td>cca 1,5 g/cm³</td></tr><tr><td>tlaková viskozita:</td><td>cca 6 g/min</td></tr><tr><td>měřicí přístroj:</td><td>extruzní viskozimetr</td></tr><tr><td>tryska:</td><td>Ø 2 mm</td></tr><tr><td>tlak:</td><td>4 bar</td></tr><tr><td>teplota:</td><td>20 °C</td></tr><tr><td>teplota zpracování:</td><td>cca 20 °C</td></tr><tr><td colspan="2">ve vytvrzeném stavu</td></tr><tr><td>pevnost ve smyku:</td><td>cca 0,4 MPa*</td></tr><tr><td colspan="2">(v uspořádání dle DIN EN 1465)</td></tr><tr><td>tloušťka vrstvy:</td><td>4 mm</td></tr></table>	v dodávaném stavu		barva:	černá	zápach:	charakteristický vlastní	hustota:	cca 1,5 g/cm ³	tlaková viskozita:	cca 6 g/min	měřicí přístroj:	extruzní viskozimetr	tryska:	Ø 2 mm	tlak:	4 bar	teplota:	20 °C	teplota zpracování:	cca 20 °C	ve vytvrzeném stavu		pevnost ve smyku:	cca 0,4 MPa*	(v uspořádání dle DIN EN 1465)		tloušťka vrstvy:	4 mm
v dodávaném stavu																													
barva:	černá																												
zápach:	charakteristický vlastní																												
hustota:	cca 1,5 g/cm ³																												
tlaková viskozita:	cca 6 g/min																												
měřicí přístroj:	extruzní viskozimetr																												
tryska:	Ø 2 mm																												
tlak:	4 bar																												
teplota:	20 °C																												
teplota zpracování:	cca 20 °C																												
ve vytvrzeném stavu																													
pevnost ve smyku:	cca 0,4 MPa*																												
(v uspořádání dle DIN EN 1465)																													
tloušťka vrstvy:	4 mm																												

Příloha č. 5

	stupeň nadouvání:	cca 30%*
	* vypalovací podmínky:	30 min 180 °C
	teplota použití:	-40 °C až 80 °C
	teplotní odolnost:	200 °C
	krátkodobě (do 1 h):	
Zpracování	Upozornění	
	Před zahájením zpracování je nutno informovat se z bezpečnostního listu o opatřeních z hlediska bezpečnosti práce. I u produktů, které nepodléhají nutnosti varovného značení, je nutno dodržovat obecné pokyny pro práci s chemikáliemi.	
	Zpracování	
	Ke zpracování Terostatu-3208 PA-25 z hoboků nebo sudů se hodí vysokotlaké pumpy s převodovým poměrem min. 48: 1. Nanášení se provádí na zaolejovaný, nepředehřátý holý plech. Nanášecí pistole může být pevná, ručně vedená nebo upevněná na automatický nanášecí systém (robot, CNC zařízení). Nanášecí tryska může být upravena podle momentálních požadavků.	
	Podle potřeby dodáme informace ohledně vhodných nanášecích zařízení.	
Skladování	nebezpečí zmrznutí	není
	doporučená teplota:	20 °C až 25 °C
	skladovatelnost:	6 měsíců
Balení	sud	200 l
	jiná balení	podle poptávky
Bezpečnostní pokyny		viz bezpečnostní list DIN
Označení pro dopravu		
Upozornění	Naše údaje odpovídají stávající úrovni chemického a technického vývoje, nekladou si nárok na úplnost. Nejlepší cesta, jak se vyhnout nezdárům, za které nemůžeme nést zodpovědnost, je provedení vlastních pokusů. Proto rozdílné způsoby použití a zpracování materiálů vyžadují od-souhlasení pro dané podmínky.	
	Vydáním tohoto technického listu ztrácejí všechna předešlá vydání svoji platnost.	



Henkel Teroson GmbH
Postfach 105620
D-69112 Heidelberg
Hans-Bunte-Straße 4
D-69123 Heidelberg
Telefon +49-6221-704-0
Fax +49-6221-704-698

Zastoupení v ČR:
Henkel ČR s.r.o.
Divize Henkel Surface Technologies
Dělnická 9
170 04 Praha 7
Tel. +420-220101531
Fax +420-220101533

Produktdatenblatt
Ausgabe 02 / 2009

SikaPower®-492G

Der semi-crashfeste Bördelfalzklebstoff

Materialkennwerte	
Chemische Basis	Epoxid-Hybrid
Farbe (CQP ¹ 001)	Schwarz
Gefahrenkennzeichnung	Xi, N
Nichtflüchtige Anteile (CQP 576)	> 99 %
Dichte vor / nach Aushärtung (CQP 576)	ca. 1.30 / 1.35 kg/l
Applikationstemperatur	50 - 60°C (Düse)
Viskosität; 50°C, Oszillation 5 Hz, P/P 25 mm, 1 mm Spalt (CQP 584-1)	ca. 1000 Pa·s
Härtungszeit / Objekttemperatur	20 Min. / 175°C
Zugscherfestigkeit ² , bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 20 MPa
Zugscherfestigkeit ² , -30°C / +80°C, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 22 / 15 MPa
Zugscherfestigkeit ² , 20' 160°C / 40' 200°C, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 19 / 18 MPa
Zugscherfestigkeit ³ , Blechstärke 1.5 mm, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 30 MPa
Dynamischer Spaltwiderstand ⁴ (CQP 580-3,-6 / ISO 11343)	ca. 30 N/mm
Winkelschallkraft ⁵ (CQP 580-2,-6 / ISO 11339)	ca. 9 N/mm
Zugfestigkeit ⁶ (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 30 MPa
Bruchdehnung ⁶ (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 8 %
Glasumwandlungstemperatur, DMTA (CQP 509 / DIN EN ISO 6721, EN 61006)	ca. 105°C
Haltbarkeit bei 23°C (CQP 584-1)	8 Monate

¹ CQP = Corporate Quality Procedures

² DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m² Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

³ H320 ZE 50/50 1.5 mm; 2 g/m² Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

⁴ DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m² Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 20 x 30 x 0.3 mm; Auftreffgeschwindigkeit: 2.0 m/s.

⁵ DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m² Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 100 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 100 mm/Min.

⁶ Zuggeschwindigkeit: 2 mm/Min.

Beschreibung

SikaPower®-492G (LVP) ist ein einkomponentiger, warmapplizierbarer, hitzehärtender, hochstruktureller, zähmodifizierter Klebstoff auf Epoxidharz-Basis.

SikaPower®-492G (LVP) ist zur Verklebung von Blechen im Rohbau konzipiert, wobei der Klebstoff durch Wärme, zum Beispiel im KTL-Ofen, zu einem hoch belastbaren Duromer aushärtet.

SikaPower®-492G (LVP) wird in Übereinstimmung mit dem Qualitätssicherungs-System ISO-9001/14001 und dem Responsible Care Programm hergestellt.

Produktvorteile

- Einkomponentig
- Hochfest
- Haftung auf beöhlten Untergründen
- Hohe Auswaschbeständigkeit
- Geeignet zum Fügen unterschiedlicher Metalle
- Enthält keine Glaskugeln
- Ermöglicht verzugsfreies Fügen
- Schützt zusätzlich vor Korrosion
- Keine Beschädigung der Füge-teile
- Enthält keine Lösemittel, PVC oder freie Isocyanate

Anwendungsbereich

SikaPower®-492G (LVP) ermöglicht das hochstrukturelle Verbinden von verschiedenen Metallarten. Der Klebstoff ist geeignet zur Anwendung als Bördelfalzklebstoff. Die im Klebstoff enthaltenen Glaskugeln sorgen für eine uniforme Klebschichtdicke im Spalt und verhindern ein übermäßiges Ausquetschen des Klebstoffes. Das Verkleben von beöhlten Untergründen (gängige Korrosionsschutz-, Tiefziehhöle, ca. 2 g/m²) ist aufgrund der Ölaufnahme bei der Heisshärtung möglich.



Verarbeitungshinweise

SikaPower®-492G (LVP) wird im Raupenauftrag mit einem empfohlenen Durchmesser von 1 bis 3 mm appliziert. SikaPower®-492G (LVP) wird bei der Abfüllung mit einer Maschenweite von 300 µm filtriert.

Aufgrund der temperaturabhängigen Viskosität (siehe Diagramm 1) müssen alle Anlagenteile, die mit dem Klebstoff in Berührung kommen beheizt werden. Wir empfehlen eine stufenweise Temperierung von der Fassfolgeplatte (40°C) bis zur Applikationstemperatur (Düse, 55°C). Zur Schonung der Dichtungen und zur besseren Entnahme der aufgeschnittenen Folien-Rondelle empfehlen wir dringend, das neue Gebinde 15 Minuten vorzuwärmen und erst dann die Folien-Rondelle zu entfernen. Bei längeren Stillstandzeiten (z.B. nachts oder am Wochenende) empfehlen wir die Anlage auszuschalten und den Druck zu entlasten (Pumpe und Dosierer).

Die im Klebstoff enthaltenen Glas-Kugeln beeinflussen den Auftrag mit herkömmlichen Applikationsanlagen nicht.

Zwischen Applikation und Härtung darf kein zu grosser Zeitraum liegen, da durch Feuchtigkeit Aufnahme (vom Klima abhängig) bei der thermischen Härtung eine Blasenbildung nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Anhaltswert zur Prozessplanung: Eine Blasenbildung bei Lagerung bei 23°C und 80% relative Luftfeuchte im gefügten Zustand über zwei Wochen wurde nicht beobachtet, ein Abfall des dynamischen Spaltwiderstands wurde auch nach vier Wochen nicht festgestellt. Wird diese Zeit jedoch überschritten, ist eine Vorhärtung von 15 Minuten bei 160°C (Objekttemperatur) notwendig.

Für eine projektbezogene Beratung zur Applikationstechnik wenden Sie sich bitte an die Abteilung Corporate System Engineering (Sika Services AG). Für anwendungsbezogene Beratung (Technischer Service) wenden Sie sich bitte an die Sika Automotive GmbH.

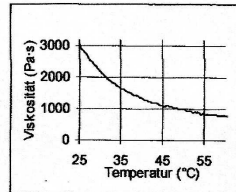


Diagramm 1: Viskosität in Abhängigkeit der Temperatur (Geräte: Physica)

Härtung

SikaPower®-492G (LVP) wird mit Hilfe von Wärme ausgehärtet. Die Aushärtung ist sowohl temperatur- wie auch zeitabhängig. Als Wärmequellen kommen insbesondere Konvektionsöfen zur Anwendung. Eine maximale Temperatur von 220°C darf dabei nicht überschritten werden.

Weitere Informationen

Folgende Dokumente sind auf Anfrage erhältlich:

- Sicherheitsdatenblatt
- Pumpenspezifikation

Gebindeeinheiten

Kartuschen	310 ml
Hobbock ¹⁾	23 l
Hobbock	50 l
Fass	195 l

¹⁾ 280 mm Durchmesser

Messwerte

Alle in diesem Produktdatenblatt aufgeführten technischen Daten stammen aus Laborversuchen. Von uns nicht beeinflussbare Umstände können zu Abweichungen der effektiven Werte führen.

Länderspezifische Daten

Die Angaben in diesem Produktdatenblatt sind gültig für das entsprechende, von der Sika Schweiz AG ausgelieferte Produkt. Bitte berücksichtigen Sie, dass die Angaben in anderen Ländern davon abweichen können; beachten Sie im Ausland das lokale Produktdatenblatt.

Wichtige Sicherheitshinweise

Für detaillierte Angaben betreffend Sicherheit, Lagerung und Verwendung des entsprechenden Produkts, konsultieren Sie das aktuelle Sicherheitsdatenblatt.

Rechtliche Hinweise

Die vorstehenden Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall, vorausgesetzt die Produkte wurden sachgerecht gelagert und angewandt. Wegen der unterschiedlichen Materialien, Untergründen und abweichenden Arbeitsbedingungen kann eine Gewährleistung eines Arbeitsergebnisses oder eine Haftung, aus welchem Rechtsverhältnis auch immer, weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns insoweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt. Hierbei hat der Anwender nachzuweisen, dass er schriftlich alle Kenntnisse, die zur sachgemässen und erfolgversprechenden Beurteilung durch Sika erforderlich sind, Sika rechtzeitig und vollständig übermittelt wurden. Der Anwender hat die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Anwendungszweck zu prüfen. Änderungen der Produktspezifikationen bleiben vorbehalten. Schutzrechte Dritter sind zu beachten. Im Übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Produktdatenblatt, das von uns angefordert werden sollte.



Weitere Informationen unter:
www.sika.ch
www.sika.com

Sika Automotive GmbH
 Reichsbahnstraße 99
 D-22525 Hamburg
 Germany
 Tel. +49405400-0
 Fax +494054002-241



SikaPower®-492G (LVP) 2 / 2



Dow Automotive

Provisorisches Technisches Datenblatt

BETAMATE™ 1440

Crashstabiler Strukturklebstoff

Anwendung / Beschreibung:

BETAMATE™ 1440 ist ein einkomponentiger Epoxidklebstoff, welcher speziell für den Einsatz im Rohbau entwickelt wurde. Der Klebstoff wird angewendet, um die Betriebsfestigkeit, die Crashstabilität und die Steifigkeit des Fahrzeuges zu erhöhen.

Eigenschaften:

- Ausgezeichnete Prozess- und Lagerstabilität
- Ausgezeichnete Haftung auf den im Automobilbau verwendeten Stahlsorten, einschliesslich beschichteten Stählen und vorbehandeltem Aluminium. Gute Verträglichkeit von Ölen und Trockenschmierstoffen
- Erhöht die Steifigkeit und Crashstabilität des Fahrzeuges
- Hohe Beständigkeit des Klebstoffes und der Verklebung.
- Eignung zur Abdichtung und Schutz des Metalls als auch der Schweisspunkte vor Korrosion
- Kompatibel mit anderen mechanischen und thermischen Fügeverfahren
- Kompatibel mit dem KTL - Prozess und auswaschbeständig
- Vorhärter
- Bis zu sechs Wochen Offenzeit im gefügten Zustand

Applikation:

Das Produkt ist kalt anpumpbar, wirbelsprühbar und ist mittels Dünnstrahlspritzen oder als Raupe applizierbar. Es kann mit folgenden Parametern appliziert werden:

Auftragsgeschwindigkeit	200 - 500 mm/s
Temperaturen:	Empfohlen:
Folgeplatte	unbeheizt möglich, oder 30-40°C
Folgeplatte - Dosierer	Pro Heizzone ca. 5°C Temperaturerhöhung.
	40 - 55°C
Düse	45 - 60°C

Um eine optimale Benetzung des Bauteiles mit dem Klebstoff zu erzielen, sollten die Bauteile bei mindestens 15°C gelagert werden. Bei einer längeren Unterbrechung der Applikation, zum Beispiel über das Wochenende (länger als 48 Stunden), sollte die Heizung abgestellt werden.

Alle Dow Automotive Produkte werden in erster Linie mit den Automobil-Herstellern für deren Bedürfnisse und gemäss deren Spezifikation entwickelt und von den Kunden für bestimmte Anwendungen freigegeben.

Der Einsatz für andere als die freigegebenen Anwendungen bedarf der vorherigen, schriftlichen Gutheissung durch den technischen Dienst der Dow Automotive.

Příloha č. 7

Technische Daten:

Basis	Epoxidharz
Farbe	rot
Dichte 23°C (DIN 52451)	1,24 g/ml
Anteil nichtflüchtiger Bestandteile	> 99 %
Viskosität / Fließgrenze (45°C, Bohlin, Casson)	48 Pas / 410 Pa
Aushärtebedingung	> 140°C / 30 Minuten
Standardaushärtung	180°C / 30 Minuten
Zugfestigkeit (DIN EN ISO 527-1)	31 MPa
Bruchdehnung (DIN EN ISO 527-1)	ca. 11%
E-Modul (DIN EN ISO 527-1)	1830 MPa
Zugscherfestigkeit (DIN EN 1465) (CRS 14O3, 1,5 mm) Klebschichtdicke: 0,2 mm Verklebte Fläche: 25x10 mm	29,6 MPa
Winkelschälfestigkeit (DIN EN ISO 11339) (DX56 D Z100 MC, 0,8mm) Klebschichtdicke: 0,2 mm Verklebte Fläche: 25x100 mm	9,4 N/mm
Schlagschälfestigkeit (ISO 11343) (CRS 14O3, 1 mm; 2m/s) Klebschichtdicke: 0,2 mm Verklebte Fläche: 20x30 mm	46 N/mm
Vorbehandlung der Klebflächen	Das Material wurde für die Haftung auf öligem Blech mit bis zu 5 g/m ² Ölaufage entwickelt.
Verarbeitung	aus Kartuschen: Druckluftpistolen mit mechanischem Stempel, oder Handdruckpistolen. aus Hobbock und Fässern: Mit beheizbaren, handelsüblichen Hobbock- und Fasspumpen.
Reinigung	Vor dem Aushärten kann der unausgehärtete Klebstoff mit BETACLEAN 3510 entfernt werden. Achtung: Haftflächen dürfen <u>nicht</u> mit BETACLEAN 3510 gereinigt werden!
Gebinde	Hobbock und Fass: 20, 25, 45, 100 und 200 kg (Mehrweggebinde mit PE-Sack) Kartuschen: 0,36 kg
Lagerstabilität	Das Material ist bei Temperaturen unter 30°C zwölf Monate verarbeitbar.

Die angegebenen Daten sind Standardwerte.

Sicherheitshinweise:

Exotherme Reaktion

Das Material reagiert bei Aushärtung exotherm und es entsteht Reaktionswärme, die vor allem bei grösseren Gebinden nur sehr schlecht abgeführt wird. Um dies zu vermeiden, ist das Gebinde von Wärmequellen fernzuhalten.

Schutzmassnahmen

Die Handhabung von Epoxidharzklebstoffen ist ungefährlich, wenn die Vorschriften für den Umgang mit Chemikalien befolgt werden. Jedoch muss der Kontakt von unausgehärtetem Klebstoff mit Lebensmitteln und Lebensmittelbehältern unbedingt vermieden werden. Ebenso müssen Schutzmassnahmen getroffen werden, um den Hautkontakt zu verhindern. Undurchlässige Plastik- oder Gummihandschuhe und Augenschutz sind unerlässlich. Nach der Handhabung von Klebstoffen muss die Haut mit warmem Wasser und Seife gründlich gereinigt werden. Lösungsmittel sind zu vermeiden. Zur Trocknung der Haut sind Einwegpapiertücher empfehlenswert. Es ist für gute Belüftung zu sorgen. Weitere detaillierte Schutzmassnahmen entnehmen Sie den Sicherheitsdatenblättern.

Hinweis:

Qualität ist unser oberstes Gebot. Dow Automotive arbeitet mit einem modernen Qualitätsmanagement-System, das die internationalen Anforderungen nach ISO/TS 16949 erfüllt. Alle Standorte von Dow Automotive sind nach ISO 14001 zertifiziert.

Alle vorstehenden Angaben, technischen Daten und Empfehlungen beruhen auf Prüfungen, die unseres Erachtens zuverlässig sind. Die Entscheidung, ob Produkte von Dow Automotive für die jeweilige Anwendung geeignet sind, liegt in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Eine Freistellung von Patenten von Dow oder Dritten wird weder direkt noch indirekt gewährt.

ES WERDEN HIERMIT KEINERLEI GARANTIE ABGEGEBEN. STILLSCHWEIGENDE GARANTIE ODER GEWÄHRLEISTUNGEN FÜR VERKAUFSFÄHIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK SIND AUSDRÜCKLICH AUSGESCHLOSSEN.

Dow Automotive (Schweiz)

Dow Europe GmbH
Bachtobelstrasse 3
CH-8810 Horgen
Tel. +41 (0)44 728 21 11
Fax +41 (0)44 728 29 35

Dow Automotive (Deutschland) GmbH

Am Kronberger Hang 4
D-65824 Schwalbach
Tel. +49 (0)619 65 66 0
Fax +49 (0)6196 566 444

Dow Automotive (USA)

The Dow Chemical Company
250 Harmon Road
Auburn Hills USA
MI - 48326
Tel. +001 248 391 63 00
Fax +001 248 391 64 17

Dow Automotive (España)

Dow Chemical Iberica S.L.
Calle Camino del Corral, 7 (Pol. Ind. Alcamar)
E-28816 Camarma de Esteruelas
Tel. +34 (9)1 886 61 43
Fax +34 (9)1 885 75 60

Dow Automotive (UK)

Dow Chemical Company Limited
2 Heathrow Boulevard
284 Bath Road
West Drayton
Middlesex, UB7 0DQ
Tel. +44 (0)206 917 500
Fax +44 (0)206 917 5400

Dow Automotive (Italia)

Dow Italia s.r.l.
Via Patrolo 21
I-20151 Milan
Tel. +39 (0)2 48 221
Fax +39 (0)2 48 22 40 66

Příloha č. 8

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Betaguard RB214BV
Testovaný substrát: : NIT
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

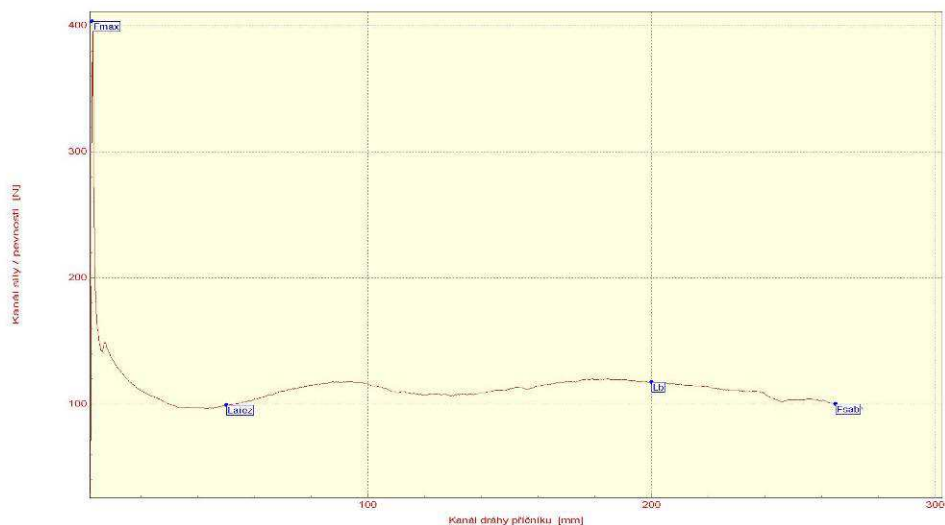
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	403.36	4.43
2	406.84	4.11
3	459.34	4.13
4	430.48	4.18
5	0.00	4.35

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	340.09	4.24
Směrodatná odchylka	191.38	0.14

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 8

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terokal 8026GB-25
Testovaný substrát: : NIT
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

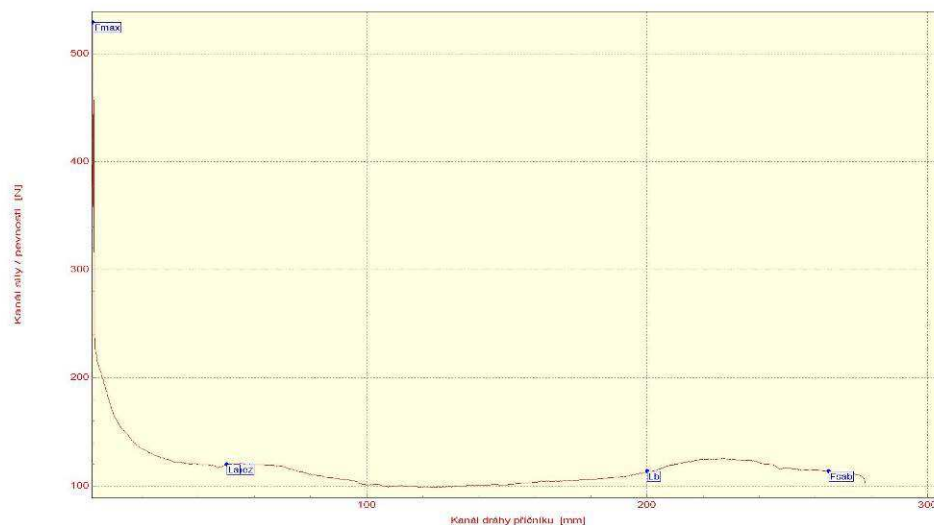
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	217.88	4.31
2	619.42	4.24
3	528.82	4.30
4	478.82	4.42
5	492.54	3.78

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	467.50	4.21
Směrodatná odchylka	149.92	0.25

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 8

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terostat 3208 PA-25
Testovaný substrát: : NIT
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	121.28	2.16
2	120.96	2.14
3	106.04	2.05
4	127.48	2.00
5	111.16	2.00

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	117.38	2.07
Směrodatná odchylka	8.62	0.08

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 8

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Sika Power 492G
Testovaný substrát: : NIT
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

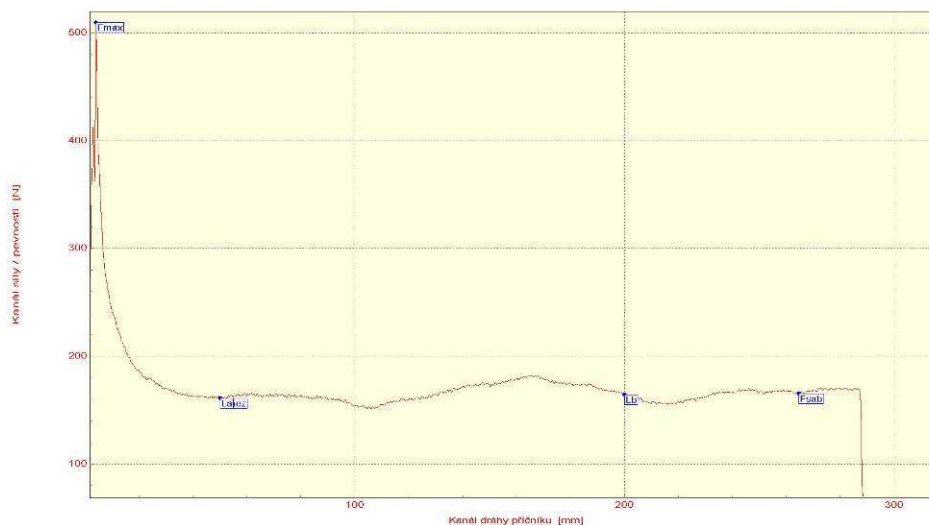
Číslo zkoušky	Fmax N	Fstab N/mm
1	472.30	7.15
2	509.76	6.80
3	313.50	6.32
4	492.98	7.25
5	569.66	7.33

Statistická hodnota	Fmax N	Fstab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	471.64	6.97
Směrodatná odchylka	95.56	0.42

CF: : 10

SCF: : 87

AF: : 3



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 8

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : BETAMATE 1440
Testovaný substrát: : NIT
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

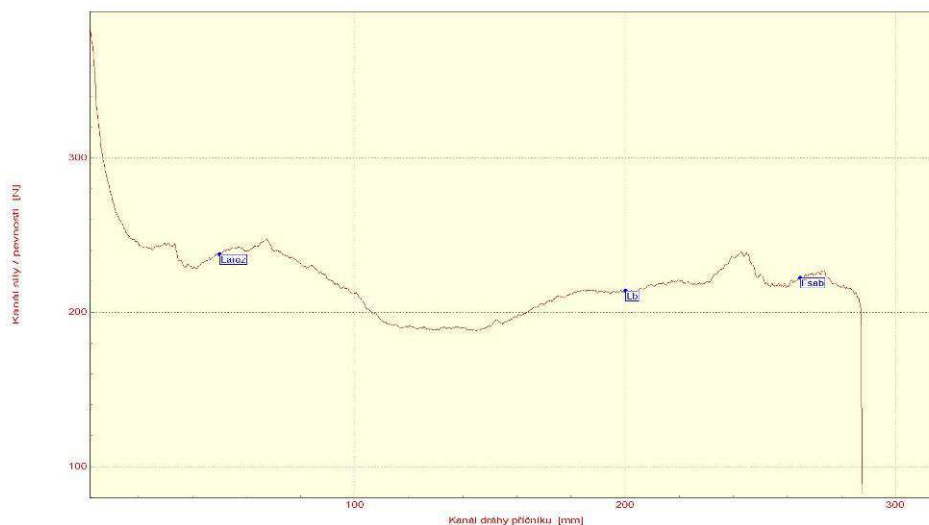
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	0.00	7.80
2	483.18	7.43
3	0.00	8.44
4	0.00	7.24
5	0.00	7.44

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	96.64	7.67
Směrodatná odchylka	216.08	0.47

CF: : 10
SCF: : 90
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 9

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Betaguard RB214BV
Testovaný substrát: : HX220BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	431.46	4.85
2	438.64	4.57
3	459.56	4.75
4	355.02	4.44
5	296.42	4.79

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	396.22	4.64
Směrodatná odchylka	68.39	0.14

CF: : 99

SCF: : 1

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 9

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terokal 8026GB-25
Testovaný substrát: : HX220BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

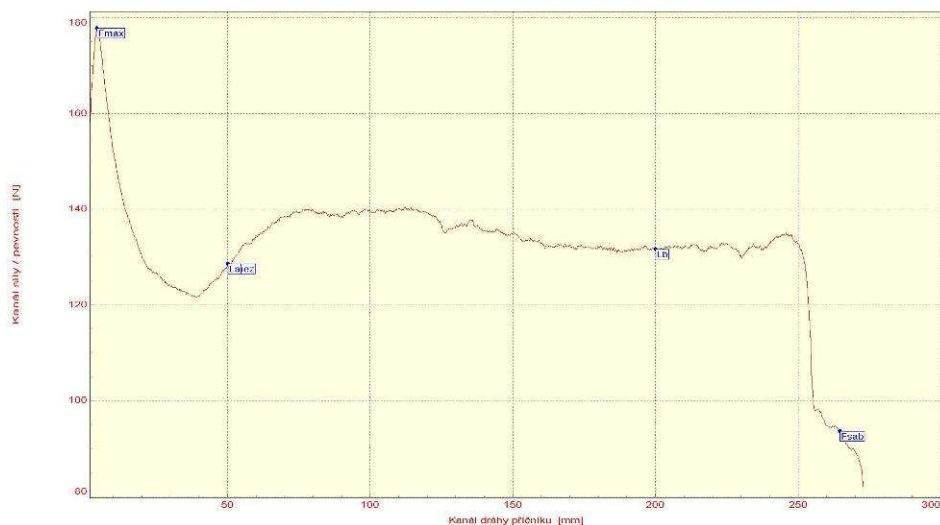
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	177.80	5.44
2	0.00	5.62
3	0.00	5.52
4	495.38	5.51
5	0.00	5.48

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	134.64	5.51
Směrodatná odchylka	215.66	0.07

CF: : 90
SCF: : 10
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 9

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terostat 3208 PA-25
Testovaný substrát: : HX220BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

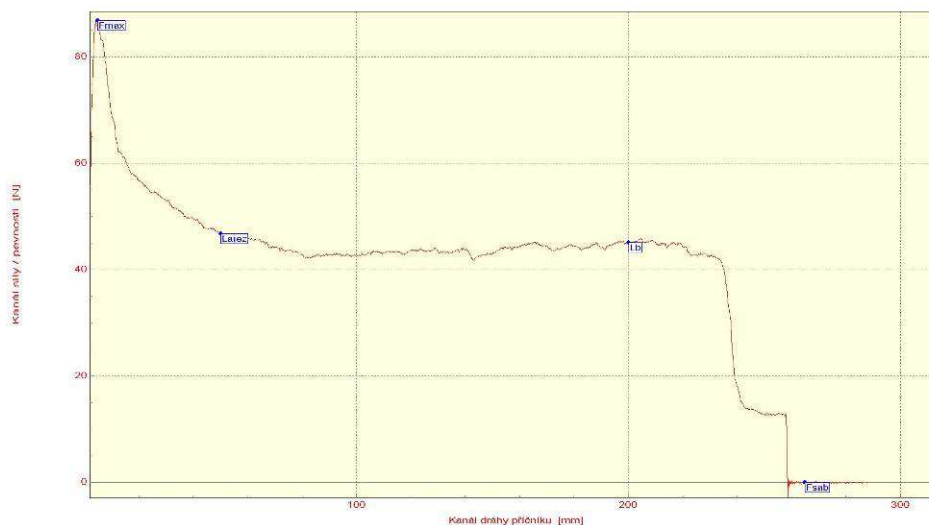
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	56.48	1.65
2	79.68	1.77
3	86.86	1.77
4	57.90	1.75
5	94.48	1.78

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	75.08	1.74
Směrodatná odchylka	17.16	0.05

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 9

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Sika Power 492G
Testovaný substrát: : HX220BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

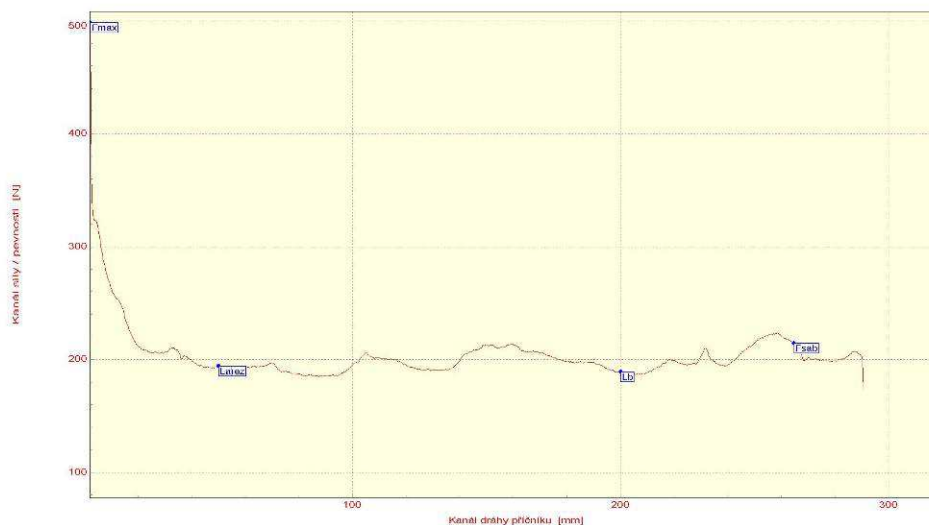
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	410.22	8.04
2	0.00	7.99
3	0.00	8.02
4	498.44	7.93
5	0.00	7.94

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	181.73	7.98
Směrodatná odchylka	250.79	0.05

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 9

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : BETAMATE 1440
Testovaný substrát: : HX220BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

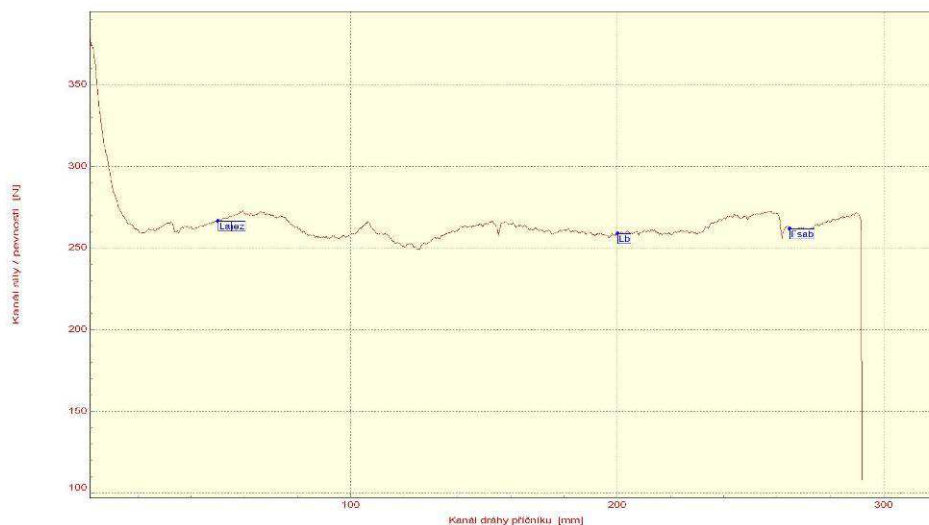
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	0.00	9.56
2	386.48	10.43
3	359.36	9.69
4	0.00	10.47
5	0.00	10.13

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	149.17	10.05
Směrodatná odchylka	204.48	0.42

CF: : 10
SCF: : 90
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 10

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Betaguard RB214BV
Testovaný substrát: : HX180BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

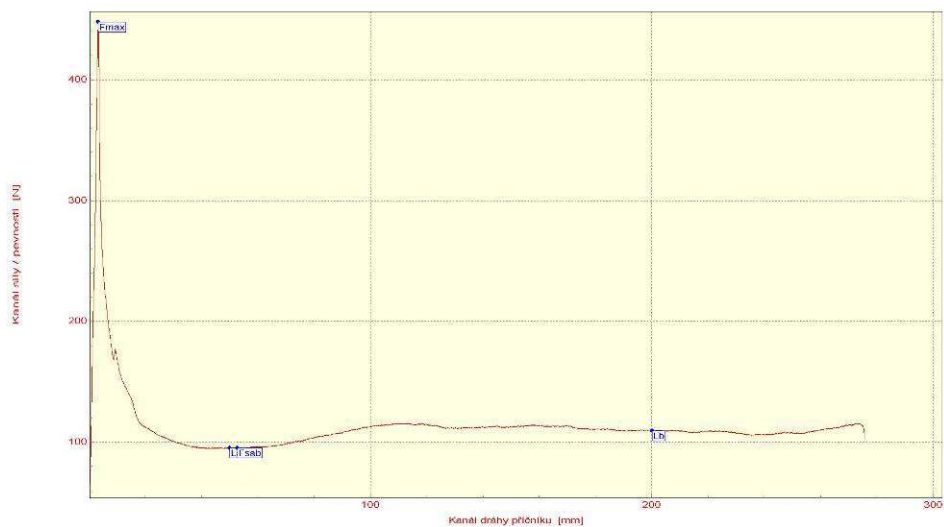
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	481.12	4.22
2	448.34	4.50
3	467.62	4.34
4	453.14	4.54
5	447.68	4.36

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	459.58	4.38
Směrodatná odchylka	14.47	0.13

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 10

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terokal 8026GB-25
Testovaný substrát: : HX180BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	268.66	6.15
2	422.96	6.75
3	494.52	5.97
4	298.16	6.09
5	454.98	6.30

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	387.86	6.25
Směrodatná odchylka	99.21	0.30

CF: : 90
SCF: : 10
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 10

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terostat 3208 PA-25
Testovaný substrát: : HX180BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

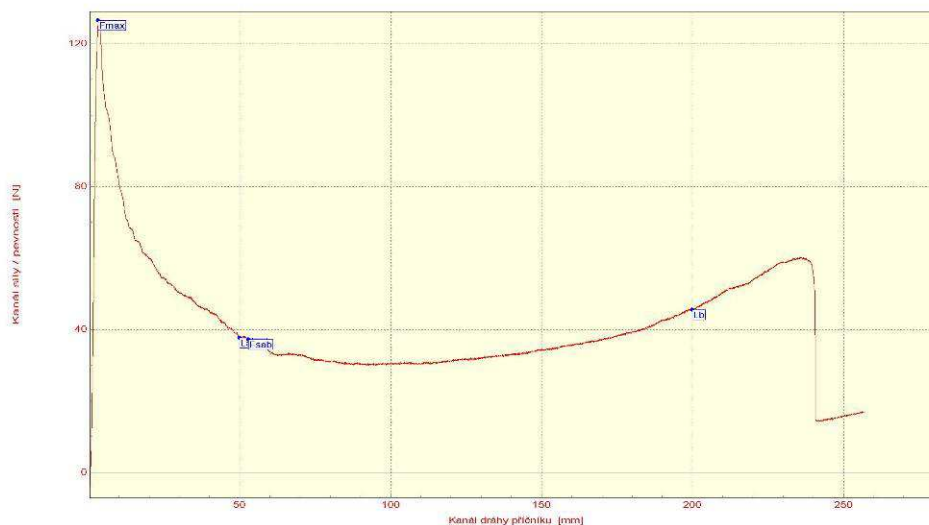
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	59.68	1.89
2	126.54	1.41
3	102.46	1.65
4	100.50	2.11
5	132.74	1.73

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	104.38	1.76
Směrodatná odchylka	28.78	0.26

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 10

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Sika Power 492G
Testovaný substrát: : HX180BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

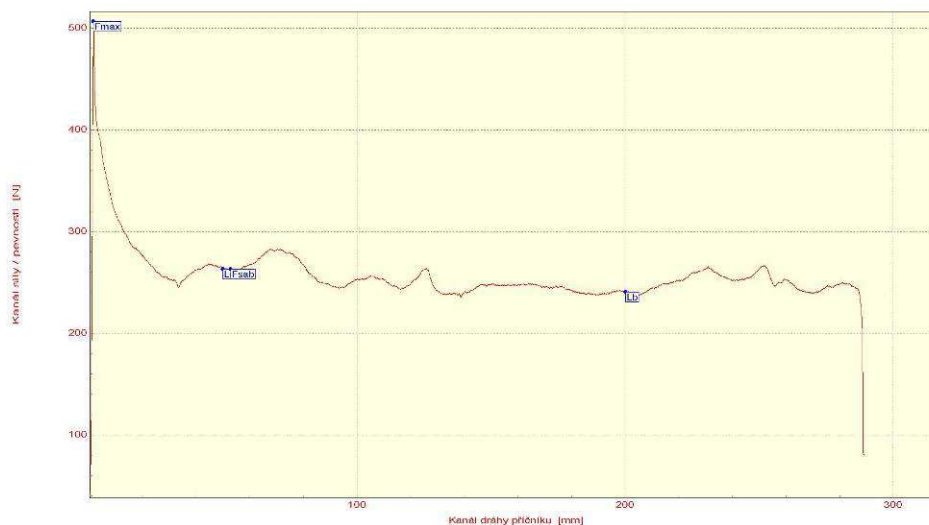
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	532.30	9.94
2	457.70	9.95
3	506.50	10.08
4	463.04	10.13
5	306.44	9.60

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	453.20	9.94
Směrodatná odchylka	87.68	0.21

CF: : 85
SCF: : 15
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 10

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : BETAMATE 1440
Testovaný substrát: : HX180BD
Testované mazivo: : Anticorit PL 3802-39S
Množství maziva: : 3g/m²
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Tomáš Schiffmann

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.

Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.

Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fstab N/mm
1	393.12	9.66
2	501.60	8.69
3	555.18	9.58
4	419.80	9.61
5	478.84	9.47

Statistická hodnota	Fmax N	Fstab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	469.71	9.40
Směrodatná odchylka	64.74	0.40

CF: : 20

SCF: : 60

AF: : 20



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 11

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Betaguard RB214BV
Testovaný substrát: : NST
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

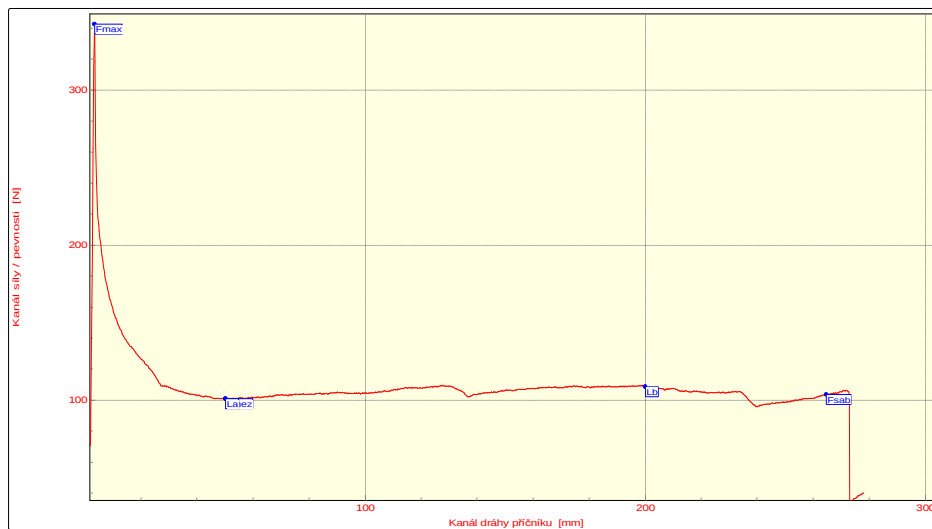
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	342.60	4.24
2	360.34	4.16
3	349.14	4.28
4	339.22	4.21
5	374.82	4.32

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	353.22	4.24
Směrodatná odchylka	14.51	0.06

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 11

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terokal 8026GB-25
Testovaný substrát: : NST
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

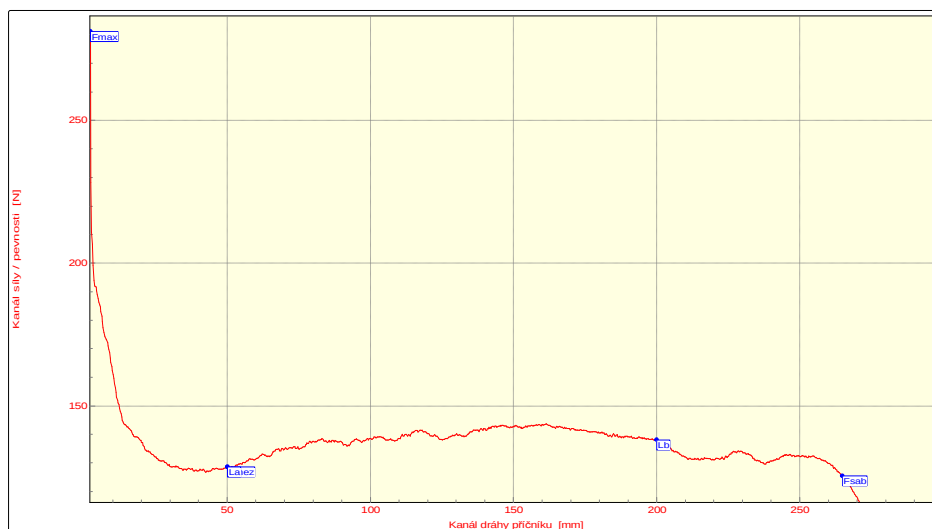
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	281.08	5.54
2	0.00	5.22
3	0.00	5.38
4	0.00	5.07
5	292.62	5.15

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	114.74	5.27
Směrodatná odchylka	157.17	0.19

CF: : 100
SCF: :
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 11

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terostat 3208 PA-25
Testovaný substrát: : NST
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

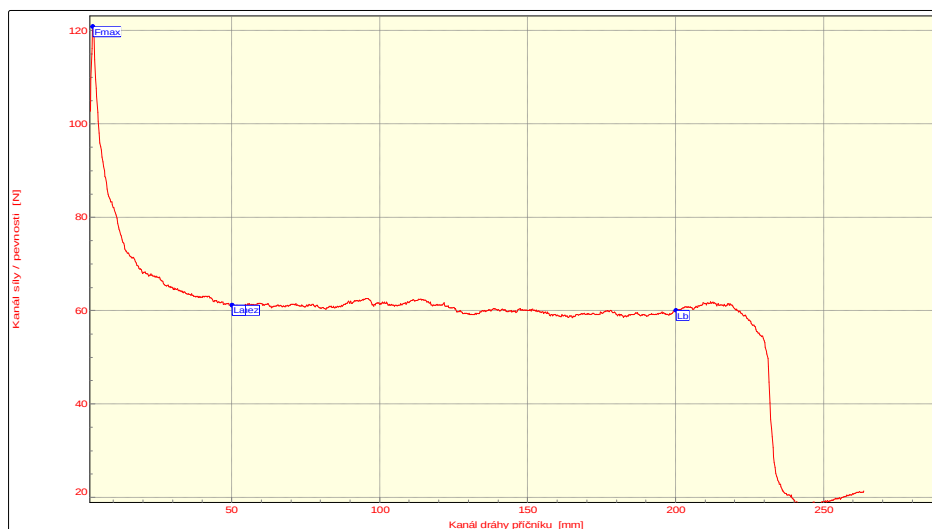
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	116.46	2.47
2	120.82	2.43
3	98.82	2.26
4	96.96	2.49
5	96.86	1.75

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	105.98	2.28
Směrodatná odchylka	11.68	0.31

CF: : 100
SCF: :
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 11

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Sika Power 492G
Testovaný substrát: : NST
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

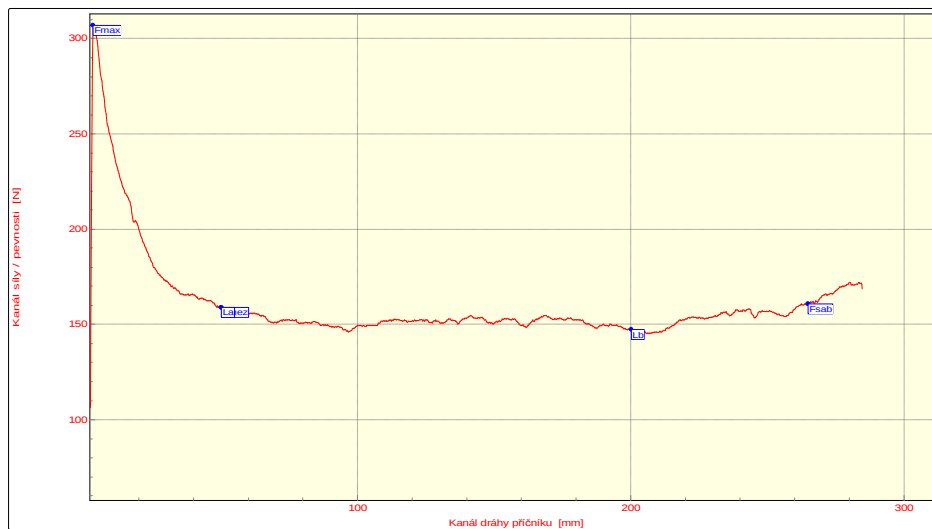
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	307.00	6.06
2	305.14	6.29
3	298.40	6.33
4	325.40	6.40
5	316.46	5.45

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	310.48	6.11
Směrodatná odchylka	10.55	0.39

CF: : 15
SCF: : 85
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 11

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : BETAMATE 1440
Testovaný substrát: : NST
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

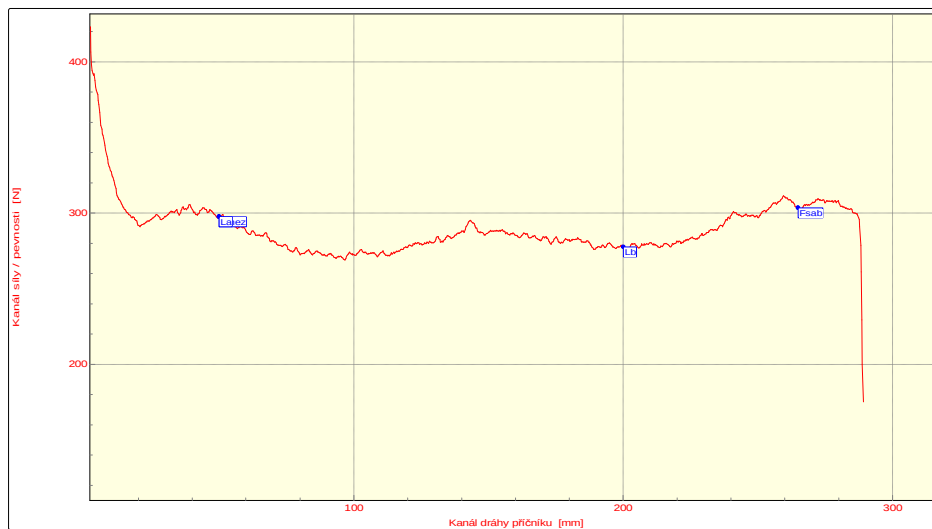
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	413.04	10.75
2	369.06	11.33
3	0.00	11.23
4	443.32	9.99
5	0.00	11.47

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	245.08	10.96
Směrodatná odchylka	225.28	0.60

CF: : 15
SCF: : 85
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 12

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Betaguard RB214BV
Testovaný substrát: : Lubritreat
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

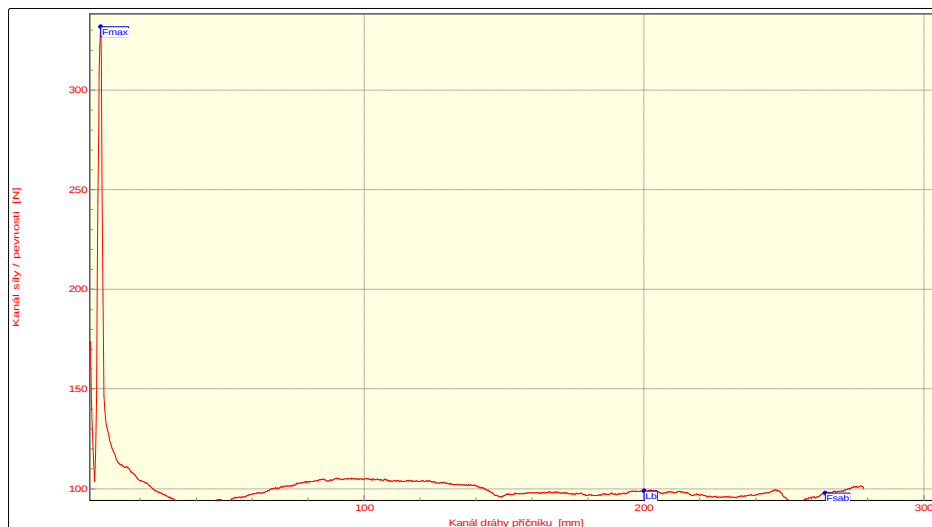
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	381.46	3.70
2	0.00	4.13
3	331.72	4.00
4	0.00	3.87
5	380.92	4.35

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	218.82	4.01
Směrodatná odchylka	200.77	0.25

CF: : 30
SCF: : 70
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 12

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terokal 8026GB-25
Testovaný substrát: : Lubritreat
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

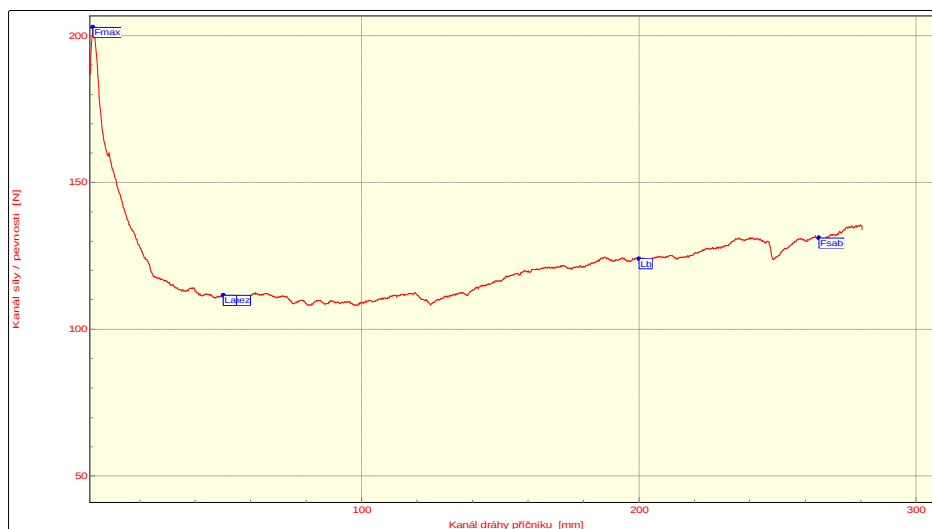
Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	178.20	4.81
2	0.00	4.93
3	260.28	5.08
4	178.52	4.72
5	202.80	4.54

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	163.96	4.82
Směrodatná odchylka	97.58	0.20

CF: : 100

SCF: :

AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 12

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Terostat 3208 PA-25
Testovaný substrát: : Lubritreat
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

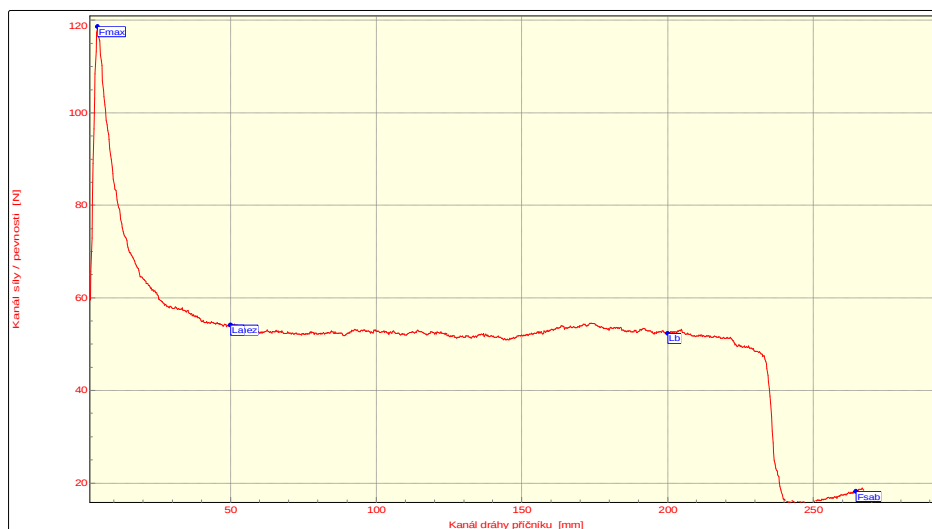
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	114.94	1.85
2	111.02	2.18
3	118.64	2.10
4	106.66	1.94
5	96.64	1.49

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	109.58	1.91
Směrodatná odchylka	8.50	0.27

CF: : 100
SCF: :
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 12

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : Sika Power 492G
Testovaný substrát: : Lubritreat
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

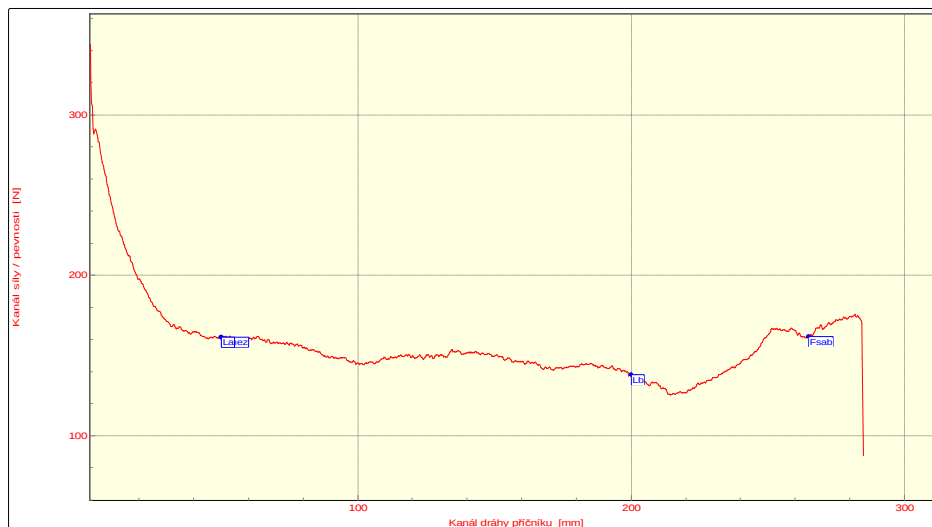
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	0.00	5.97
2	0.00	5.94
3	398.56	4.09
4	0.00	5.51
5	273.90	5.31

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	134.49	5.36
Směrodatná odchylka	189.36	0.77

CF: : 10
SCF: : 90
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Příloha č. 12

ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: : BETAMATE 1440
Testovaný substrát: : Lubritreat
Testované mazivo: :
Množství maziva: :
Rychlost zatěžování: : 100 mm/min.
Vypracoval: : Veronika Brozová

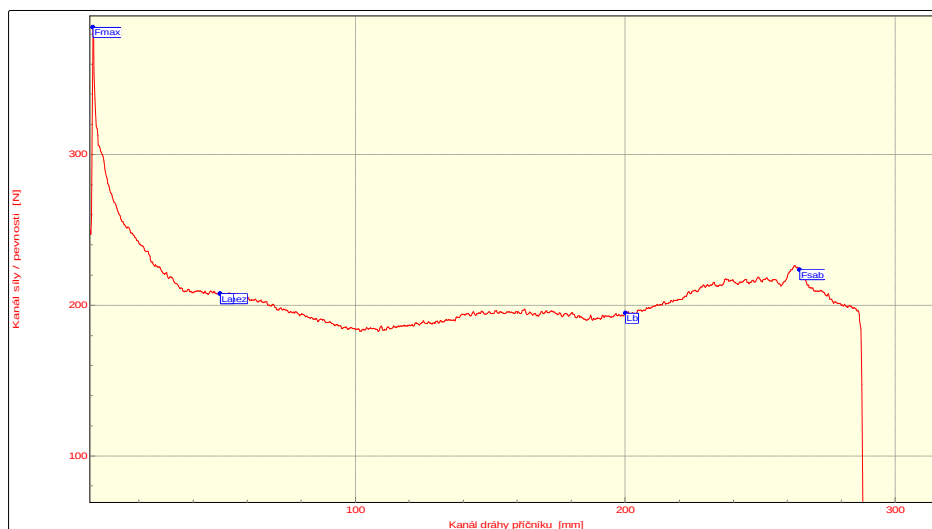
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.
Vytvrzeno KTL Skoda Auto a.s.
Test při RT.

VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	354.24	5.92
2	0.00	5.39
3	261.70	5.67
4	384.52	7.77
5	388.00	7.54

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	277.69	6.46
Směrodatná odchylka	163.41	1.11

CF: : 5
SCF: : 95
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména §60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

Signature