

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



**VLIV TLOUŠŤKY HLUBOKOTAŽNÝCH PLECHŮ
NA PEVNOST V ODLUPU LEPENÝCH SPOJŮ**

Bakalářská práce

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program B2341 - Strojírenství

Strojírenská technologie
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Vliv tloušťky hlubokotažných plechů na pevnost v odlupu lepených spojů

The influence of thickness deep-drawing sheets strenght in separation of glued point

Michal Gezo

KSP - TP – B43

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. – *TU v Liberci*

Konzultant diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. – *TU v Liberci*

Rozsah práce a příloh:

Počet stran 37

Počet tabulek 9

Počet příloh 7

Počet obrázků 21

Datum: 23. 5. 2008

ANOTACE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: B2341 Strojírenství

Diplomant: Michal Gezo

Téma práce: Vliv tloušťky hlubokotažných plechů na pevnost v odlupu lepených spojů
The influence of thickness deep-drawing sheets strenght in separation of glued point

Číslo BP: KSP - TP – B43

Vedoucí BP: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. – TU v Liberci

Konzultant: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. – TU v Liberci

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce bylo zjištění vlivu tloušťky substrátu na pevnost v odlupu lepeného spoje. Pro výrobu vzorků určených k lepení byla použita lepidla: *BETAMATE 1040*, *BETAMATE 1496 V* a *SIKA POWER 415/P1*, maziva: *ANTICORIT PL 3802 39S* a *RENOFORM MCO 3028*, substrát: *DX 56 DZ* s tloušťkami 0,7 mm, 1,0 mm a 1,2 mm.

Pro hodnocení byla použita zkouška ČSN EN ISO 11339 - *Lepidla – T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů*.

Abstract:

The aim of my thesis was assignement influence of thickness sheet to strenght in separation of glued joint. For production samples intended to glue was used glues : *BETAMATE 1040*, *BETAMATE 1496 V* and *SIKA POWER 415/P1*, lubricants: *ANTICORIT PL 3802 39S* and *RENOFORM MCO 3028*, sheet: *DX 56 DZ* with thickness 0,7 mm, 1,0 mm a 1,2 mm.

For appreciate was used test ČSN EN ISO 11339 *Adhesives - T-peel test for flexible-to-flexible bonded assemblies*.

Místopřísežné prohlášení:

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 23. května 2008

.....

Michal Gezo

U Střelnice 1031

463 65 Nové Město pod Smrkem

Velmi rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Doubkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při provádění experimentální části, za cenné připomínky a podněty poskytnuté během vypracovávání zvoleného tématu, také bych chtěl poděkovat Ing. Michaele Kolnerové, Ph.D. za poskytnutí potřebných informací a odbornou pomoc.

Dále bych rád poděkoval své rodině za trpělivost a podporu během celého mého studia.



Obsah

1 Úvod	8
2 Teoretická část	10
2.1 Teorie lepení	10
2.1.1 Základní pojmy	10
2.1.2 Význam adheze pro lepení.....	11
2.1.3 Význam koheze pro lepení	12
2.1.4 Výhody a nevýhody lepení	13
2.2 Nepříznivé faktory ovlivňující pevnost lepeného spoje	13
2.2.1 Druh zatížení	14
2.2.2 Doba vytvrzování lepidla.....	14
2.2.3 Teplota a čas.....	14
2.2.4 Drsnost.....	15
3 Experimentální část	17
3.1 Cíl experimentu.....	17
3.2 Charakteristika použitých materiálů	18
3.2.1 Maziva	18
3.2.2 Lepidla	19
3.2.3 Substrát	20
3.3 Zkouška pevnosti v odlupování	25
3.3.1 Podstata zkoušky	25
3.4 Příprava vzorků.....	26
4 Naměřené výsledky	29
5 Vyhodnocení výsledků	32
6 Závěr	35
Seznam literatury	36
Seznam příloh	37



Seznam použitých zkratk a symbolů:

P_s	střední odlupovací pevnost [N/mm]
W	celková odlupovací práce [J]
W_{ab}	průměrná odlupovací práce na zvoleném úseku [J]
R_m	pevnost v tahu [MPa]
$R_{p0,2}$	smluvní mez kluzu [MPa]
A	tažnost [%]
P_{max}	maximální odlupovací pevnost [N]
x	průměrná hodnota
s	směrodatná odchylka
n	počet vzorků [-]
tab.	tabulka
obr.	obrázek
tj.	to je
např.	například



1 Úvod [1, 2, 3, 4]

Nárůst požadavků na technickou úroveň konstrukcí se projevuje v poslední době intenzivně i v oblasti spojování materiálů, kde lepení je často jedinou spojovací metodou, která nenarušuje vlastnosti materiálů. Poskytuje nové kombinační schopnosti a dovoluje získat takové tvary a vlastnosti, které nejsou jiným způsobem dosažitelné.

Technologie lepení se vyznačuje mnoha výhodami, ale i některými limitujícími činiteli. Při rozhodování o typu spoje je třeba zvážit přednosti a nedostatky této technologie ve srovnání s ostatními způsoby spojování (šroubování, svařování, nýtování). Lepení se musí brát v úvahu jako plnohodnotný doplněk klasických metod spojování a nikoliv za jejich nahrazení.

Lepidel se v automobilovém průmyslu nepoužívá jenom ke spojování dílů karoserií. V množství počítaných na kilogramy se jich používá u součástí sloužících k tepelné a zvukové izolaci, k izolaci a tlumení vibrací a nárazů. Přilepeny jsou např. sisalové potahy v úložném prostoru automobilů, pružné gumové tlumiče chvění na karoserii, brzdová obložení či podlahy. Také k usazení a utěsnění okének, pokud se nedají stahovat, se používá lepidla, takže se rezignuje na ochrannou pryžovou vložku mezi sklem a ocelí.

Pro úspěšné používání lepidel v praxi je však velice důležitá znalost technologie lepení a faktory ovlivňující pevnost lepeného spoje. Při lepení nelze opomenout znalosti týkající se funkce lepených spojů. Jedním z nejčastějších důvodů porušení lepeného spoje je ve většině případů nedostatečná příprava lepených povrchů nebo stejnou měrou podílející se podcenění výběru vhodného druhu lepidla. Lepidlo vytváří spojovací můstek mezi povrchy dílů. Lepené součástky mohou přitom být jak ze stejného materiálu, tak z rozdílných materiálů. Předpokladem lepení je spojování částí prostřednictvím použití vhodných lepidel.

Výsledkem je vznik nerozebíratelného spoje, u kterého se využívají adhezivní síly mezi lepidlem a spojovanými součástmi a vlastní koheze lepidla. Mechanismus soudržnosti závisí na silách, které vyvolávají přilnavost (adhezi) lepidla k lepenému materiálu. Pro mechanismus soudržnosti lepeného spoje má význam nejen adheze, ale i soudržnost filmu lepidla po ztuhnutí nebo vytvrzení, kterou označujeme jako kohezi, což je vlastní pevnost lepidla.



V průmyslu se stále častěji vyskytují požadavky na spojování plechů různých tloušťek a z různých materiálů, přičemž je kromě dokonalého spojení dílů požadována i vysoká pevnost při namáhání spoje. Cílem bakalářské práce bylo posouzení vlivu různých tloušťek hlubokotažných plechů na pevnost v odlupu lepeného spoje podle normy ČSN EN ISO 11339. Standardní tloušťka plechu pro hodnocení pevnosti v odlupu je v rozmezí dle ISO normy 0,7 – 0,8 mm.



2 Teoretická část

2.1 Teorie lepení

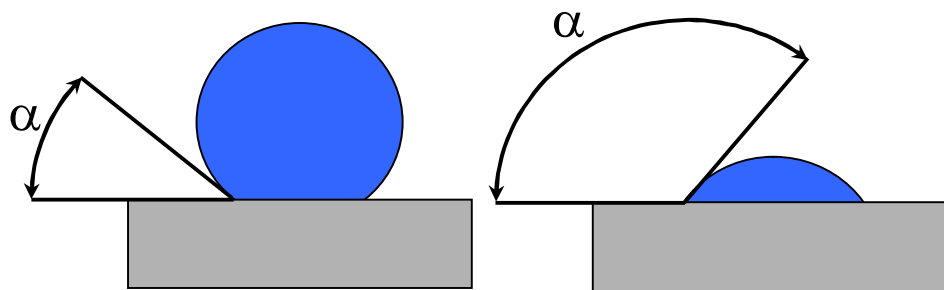
Lepení znamená spojení dvou různých ploch prostřednictvím lepidla, která má dobrou přilnavost k oběma plochám. Každé lepidlo je v okamžiku lepení v kapalném stavu, protože jedině tak může zajistit dokonalé přilnutí k povrchům lepeného materiálu.

Pevnost lepeného spoje závisí na čtyřech parametrech:

- na přilnavosti lepidla k lepenému povrchu (*adheze*),
- na soudržnosti hmoty lepidla, neboli vnitřní pevnosti lepidla (*koheze*),
- na *smáčivosti* lepeného povrchu kapalným lepidlem,
- na *pevnosti* (soudržnosti) lepeného materiálu.

2.1.1 Základní pojmy [1, 5]

- *lepidlo* - látka schopná utvořit pevné a trvalé spojení mezi dvěma plochami,
- *koheze* - soudržnost materiálu. Je to souhrn sil, jimiž se částice dané látky poutají k sobě,
- *adheze* - přilnavost materiálů, tj. mezimolekulární přitažlivé chemické a fyzikální síly na styčných plochách,
- *adherend* - lepený materiál,
- *smáčivost* - poměr daný tím, kolik z povrchu kapky je přímo v kontaktu s rovnou plochou, na které se nachází. Závisí na povrchovém napětí v kapalině, ale také na tvaru mikronerovností povrchu. Obvykle se setkáme s vyjádřením smáčivosti pomocí úhlu smáčení. Jak je zřejmé z obr. 2.1, čím je úhel smáčení menší, tím kapalina má snahu tvořit na povrchu kapky. Při velkém úhlu má kapalina tendenci vytvářet na povrchu film.



Obr. 2.1: Kapková metoda

2.1.2 Význam adheze pro lepení [5]

Adheze je základní předpoklad úspěšného lepení. Jestliže lepidlo není schopno dostatečně pevně přilnout k materiálu, spoj neudrží a dochází k rozlepení na rozhraní lepidlo – lepený materiál. V tomto případě je vnitřní soudržnost lepidla (koheze) i vlastní pevnost materiálu vyšší než přilnavost (adheze). Na to proč vznikají adhezní síly, existují minimálně čtyři teoretické modely vazby mezi lepidlem a lepeným povrchem:

- mechanická vazba,
- chemická (nebo také specifická) vazba,
- molekulová (adsorpční) vazba,
- elektrostatická vazba.

Mechanická vazba se uplatňuje jen u členitých nebo porézních povrchů. Lepidlo zatéká při lepení do pórů a prohlubní a po jeho ztuhnutí se vytvoří jakýsi pevný zámek mezi hmotou lepidla a lepeného materiálu. Při lepení leštěných hladkých ploch je mechanická vazba zanedbatelná.

Chemická vazba se uplatňuje u porézních i zcela hladkých povrchů. Tato teorie je založena na působení slabých Van der Walsových elektrických přitažlivých sil mezi molekulami lepidla a lepeného materiálu, ale zejména na přímém chemickém působení lepidla na lepený povrch. Proto se dobře lepí materiály, které mají reaktivní povrch, nebo povrch chemicky upravený tak, aby mohla proběhnout chemická reakce mezi lepidlem a povrchem za vzniku kovalentní vazby. Velmi dobře se lepí oxidované povrchy (kovy, oxidované plasty), povrchy přírodních



polymerů (dřevo, papír, celulóza). Správně zvolené lepidlo musí obsahovat volné skupiny, schopné reakce s povrchem lepeného spoje.

Kromě mechanické a chemické vazby je mimořádně důležitá také **smáčivost** lepeného povrchu lepidlem. Jestliže lepidlo není schopno se rovnoměrně rozprostřít po lepeném povrchu, žádná adhezní vazba nevznikne. Smáčivost souvisí s polaritou lepeného povrchu a s povrchovým napětím lepidla a povrchu.

Protože lepidla obsahují spoustu reakce schopných chemických skupin, jsou molekuly lepidla jednostranně elektricky orientovány – jsou polární. Dobře smáčí polární povrchy, dochází zde k podobné přitažlivosti jako mezi severním a jižním pólem dvou magnetů. Polární povrchy jsou např. dřevo, papír a jiné deriváty celulózy, mírně povrchově oxidované kovy, přírodní textilie, ale např. i sklo a další. Naopak nepolární povrchy jsou mnohé plasty, vosky a syntetické textilie.

Polarity povrchu látek je příčinou vzniku tak zvané povrchové energie, která se vyjadřuje veličinou **povrchové napětí** [$\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$]. Čím je vyšší hodnota povrchového napětí, tím je pevný povrch nebo lepidlo polárnější. Je-li povrchové napětí kapaliny nižší než povrchové napětí pevného povrchu, dojde k rozlití lepidla po povrchu (smočení). Je-li naopak povrchové napětí lepidla vyšší než napětí povrchu, lepidlo se nerozlije a kapka lepidla se drží na povrchu jako kulička. Nesmáčí-li lepidlo lepený povrch, adheze bude slabá a lepený spoj se rozpadne.

Další teoretické modely je možné nalézt v literatuře uvedené pod číslem [1].

2.1.3 Význam koheze pro lepení [5]

Koheze představuje vlastní pevnost vrstvy lepidla. Jestliže se lepený spoj roztrhne ve vrstvě lepidla, znamená to, že adheze i pevnost adherendu je vyšší než koheze. Kohezní pevnost závisí na charakteru lepidla (dvousložkové epoxidy mají vysokou kohezi, měkké akryláty pro výrobu trvale lepivých samolepících etiket mají nízkou kohezi) a na tepelném namáhání lepeného spoje (většině jednosložkových lepidel jsou termoplasty, měknou při zvyšování teploty).



2.1.4 Výhody a nevýhody lepení [1, 6]

Využití technologie lepení při spojování kovových dílů přináší řadu předností a nedostatků. Tyto přednosti a nedostatky určují konstrukci vhodnou pro lepení a často omezují použití správného lepidla jen na určité případy.

Výhody:

- zvýšení pevnosti, bezpečnosti při poruše,
- snížení výrobních nákladů,
- snížení celkové hmotnosti (není stanovena tloušťka spojovacích dílů),
- útlum vibrací,
- možnost připravit spoje vodotěsné, plynotěsné, spoje s dobrou elektrickou, tepelnou a zvukovou izolací, příp. s dobrou elektrickou vodivostí,
- lze spojovat různé druhy kovů navzájem,
- mohou vznikat speciální konstrukční materiály (např. kovoplastické lamináty, celokovové).

Nevýhody:

- malá odolnost proti zvýšení teploty a odlupování,
- nutnost úpravy ploch před lepením,
- dlouhé vytvrzovací doby,
- náchylnost ke creepu,
- zvýšená bezpečnost práce.

2.2 Nepříznivé faktory ovlivňující pevnost lepeného spoje

Kvalita či poruchovost lepených spojů závisí na mnoha faktorech, např. na volbě lepeného materiálu, úpravě lepeného povrchu, volbě lepidla aj. Lepený spoj dosahuje optimálních vlastností při dodržení všech technologických zásad. Z tohoto důvodu je důležitá znalost základních faktorů, které ovlivňují lepené spoje. Pokud se spoje lepí bez dobrých technologických znalostí, dosahuje se výrazně horších výsledků i za použití odolných a drahých lepidel.

Technologii lepení lze aplikovat téměř na všechny materiály, kovy i nekovy, ke vzájemnému spojování nejen mezi sebou, ale i s jinými materiály. Lepení umožňuje vytvořit spoje pevné a pružné, ale lze i vrstvit materiál na sebe. Za



optimální pevnost konstrukčních lepených spojů se v hlavních kritériích namáhání považují hodnoty odpovídající hodnotám spojovaného materiálu. Pevnost lepeného spoje je soubor dílčích pevností nebo složek pevnosti, jako jsou pevnosti stanovené krátkodobými zkouškami, dále pevnosti spoje při dlouhodobém statickém a dynamickém zatěžování, pevnosti při zvýšených či snížených teplotách, pevnosti při vlivu různých prostředí drsnosti povrchu, doby vytvrzování apod.

2.2.1 Druh zatížení [7]

Lepené spoje mohou být namáhány staticky nebo dynamicky. Statické namáhání může být realizováno tahem, smykem a odlupováním. Nejvyšších hodnot pevnosti bývá dosahováno u namáhání smykem, nejmenších při namáhání odlupováním. Proto se lepený spoj konstruuje tak, aby rozhodující namáhání bylo smykové, případně tahové. U tahového zatížení jsou zatěžující síly kolmé k vrstvě lepidla a působí rovnoměrně po celé ploše. Lepený spoj u tohoto typu namáhání je zatížen najednou a každá jeho část přenáší rovnoměrný podíl z celkového zatížení. V praxi ale není vždy jisté, zda tahové zatížení je jediné, které na lepený spoj působí. Proto bývá vhodnější pomocí vhodné konstrukční úpravy převést toto namáhání na smykové. Pro své praktické přednosti se takto překlátovaného lepeného spoje využívá nejvíce.

2.2.2 Doba vytvrzování lepidla [8]

Při spojování materiálů nýtováním, svařováním nebo pájením lze vytvořený spoj plně zatěžovat ihned (u nýtování) či velmi brzy po jeho zhotovení (u svařování nebo pájení). Při použití technologie lepení lze však spoj plně zatěžovat až po určité době. Délka této doby závisí především na typu použitého lepidla (jiná je pro tavná lepidla, jiná pro lepidla epoxidová či kyanakrylátová apod.) a bývá uvedena v návodu pro použití konkrétního produktu. Je pro nutné dbát na návod daného typu lepidla.

2.2.3 Teplota a čas [9]

Pevnost lepidla je ve srovnání s pevností kovů malá. Aby mohlo být využito alespoň zčásti pevnosti kovového adherendu, musí být lepená plocha velká a převážná část zatížení musí působit v rovině lepené plochy tak, aby byl spoj zatěžován ponejvíce smykovým napětím. Kovy jsou materiálem nepropustným pro



plyny, vyznačují se zpravidla dobrými adhezními vlastnostmi a vysokou teplotní odolností. V oblasti lepení kovů se převážně využívají epoxidová lepidla.

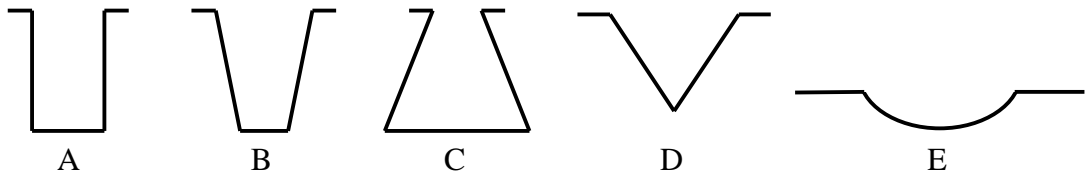
Jedním z aspektů majících výrazný vliv na pevnost lepených spojů v provozu je vliv teploty a času. Tento aspekt je nazýván *stárnutím*, které se projevuje změnou mechanických vlastností v čase, především snížením výsledné pevnosti a spolehlivosti lepených spojů. Je proto nutné dbát na technologických zásad daného lepidla.

2.2.4 Drsnost [1, 10]

Jedním z nejčastějších důvodů porušení spoje je nedostatečná příprava lepených povrchů. Při procesu lepení nesmíme opomenout znalosti týkající se funkce lepených spojů. Pevnost lepeného spoje je do značné míry určena přilnavostí mezi lepidlem a spojovanými povrchy. Pro mechanismus soudržnosti lepeného spoje má význam nejen přilnavost (adheze), ale i soudržnost filmu lepidla po ztuhnutí nebo vytvrzení, kterou označujeme jako vlastní pevnost lepidla (kohezi). Přilnavost se zlepší odstraněním nežádoucích povrchových vrstev odmaštěním nebo mechanickou úpravou povrchu. Bez těchto úprav nelze dosáhnout kvalitního spoje ani s nejlepšími lepidly. U kovových materiálů jsou povrchy nejen znečištěné, ale také potažené vrstvou oxidů, které nelze pouhým odmaštěním odstranit. V takovém případě je nutné tuto vrstvu mechanicky odstranit, například broušením nebo otrýskáváním.

Základní typy nerovností povrchu uvádí De Bruyne dle obr. 2.2. Tvary nerovností A, B, C nejsou pro lepení příliš vhodné. Lepidlo špatně vyplňuje prohlubně, poměr mezi účinným povrchem a mikropovrchem je nevýhodný. Tvar nerovnosti D má kuželovitý povrch. Pevnost spoje je tím větší, čím menší je hloubka. Naopak dojde-li při lepení k uzavření vzduchové bubliny v prohlubni tvaru E, je vzhledem k velkému průměru a malé hloubce nerovnosti postižena poměrně velká část lepené plochy neprolepením. To se pak projeví zejména při odlupovacích zkouškách.

Nejvýhodnější hloubka zdrsnění bývá kolem 1 až 6 mikrometrů. Lepidla vytvrzující za studena jsou zpravidla na tvar nerovnosti povrchu citlivější než lepidla vytvrzovaná za tlaku a při zvýšené teplotě.



Obr. 2.2: Základní typy nerovností povrchu



3 Experimentální část

3.1 Cíl experimentu

Práce je zaměřena na vyhodnocení vlivu tloušťky na pevnost v odlupu. Pro zkoušku byly vybrány tři tloušťky a to 0,7, 1,0 a 1,2 mm. Jako substrát byl použit plech *DX 56 DZ*. Byla využita standardně používaná lepidla s rozdílnými mechanickými vlastnostmi. Konkrétně to byla tato: *BETAMATE 1040*, *BETAMATE 1496 V* a *SIKA POWER 415/P1*. Plechy byly ošetřeny dvěma mazivy běžně používanými v automobilovém průmyslu a to *ANTICORIT PL 3802 – 39 S* a *RENOFORM MCO 3028*.

Zkoušky pevnosti v odlupu lepeného spoje byly provedeny dle normy ČSN EN ISO 11339 - *Lepidla - T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů*. Standardní tloušťka tenkých adherendů pro posouzení pevnosti v odlupování je 0,7 – 0,8 mm.

U zkoušek pevnosti v odlupu podle normy ČSN EN ISO 11339 byly vyhodnoceny tyto veličiny:

- střední odlupovací pevnost P_s [N/mm],
- celková odlupovací práce W [J],
- průměrná odlupovací práce na zvoleném úseku W_{ab} [J].

Průměrné hodnoty střední odlupovací pevnosti P_s , celkové odlupovací práce W a odlupovací práce na zvoleném úseku W_{ab} byly stanoveny z pěti vzorků zhotovených pro zkoušku ČSN EN ISO 11339.

Vzorky pro zkoušku byly připraveny v laboratoři na katedře strojírenské technologie Technické univerzity v Liberci.



3.2 Charakteristika použitých materiálů

3.2.1 Maziva

o ANTICORIT PL 3802 – 39 S

Ochranný antikorozi olejí i tvářecí mazivo pro použití v ocelárnách. Z důvodu nepřítomnosti těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromátů nezatěžuje pracovní prostředí. Je kompatibilní se všemi běžnými lepicími systémy při výrobě automobilů a snadno odstranitelný i po stárnutí a tepelném zatížení. Více viz materiálový list v Příloze 1.

Základní technické údaje:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| ➤ zápach | mírný, |
| ➤ barva | hnědá, |
| ➤ hustota při 15 °C | 915 kg.m ⁻³ , |
| ➤ viskozita při 40 °C | 60 mm ² .s ⁻¹ , |
| ➤ bod vzplanutí | 196 °C. |

o RENOFORM MCO 3028

Ochranný antikorozi olejí se používá především pro tažení a hluboké tažení karosářských plechů při středně náročných až náročných operacích. Je vhodný pro všechny plechů, i pozinkované a pohlinikované. Více viz materiálový list v Příloze 2.

Základní technické údaje:

- | | |
|----------------------|--|
| ➤ zápach | mírný, |
| ➤ barva | hnědá, |
| ➤ hustota při 15°C | 918 kg.m ⁻³ , |
| ➤ viskozita při 40°C | 312 mm ² .s ⁻¹ , |
| ➤ bod vzplanutí | >155 °C. |



3.2.2 Lepidla

o **BETAMATE 1040**

Je jednosložkové za studena aplikovatelné, teplem vytvrditelné epoxidové lepidlo. Má dobré těsnící vlastnosti a odolnost proti rázům. Je velmi pevný. Více viz materiálový list v Příloze 3.

Základní technické údaje:

➤ zápach	charakteristicky vlastní,
➤ barva	modrá,
➤ hustota při 23°C	1,23 g.cm ⁻³ ,
➤ sušina	>99%,
➤ vytvrzovací podmínky	> 180°C / 30 min,
➤ pevnost v tahu	50 MPa,
➤ forma	pasta.

o **BETAMATE 1496 V**

Je jednosložkové za studena aplikovatelné, teplem vytvrditelné epoxidové lepidlo. Vykazuje výbornou adhezivní schopnost k plechům používaným v automobilovém průmyslu. Je odolné proti degradaci a korozi substrátu. Více viz materiálový list v Příloze 4.

Základní technické údaje:

➤ zápach	mírný,
➤ barva	modrá,
➤ hustota při 23°C	1,18 g.cm ⁻³ ,
➤ sušina	>99%,
➤ vytvrzovací podmínky	> 170°C / 30 min,
➤ pevnost v tahu	32 MPa,
➤ forma	pasta.



o **SIKA POWER 415/P1**

Je jednosložkové za studena aplikovatelné, teplem předvytvrditelné a teplem vytvrzující lepidlo na bázi epoxi-PUR. Vhodný pro tmelení švů a spojů v oblasti výroby a montáže plechových konstrukcí. Je odolný proti rázům. Vykazuje dobré elastické vlastnosti. Více viz materiálový list v Příloze 5.

Základní technické údaje:

➤ zápach	charakteristicky vlastní,
➤ barva	černá,
➤ hustota při 23°C	1,4 g.cm ⁻³ ,
➤ sušina	>97%,
➤ vytvrzovací podmínky	> 180°C / 25 min,
➤ pevnost v tahu	2 MPa,
➤ forma	pasta.

3.2.3 Substrát

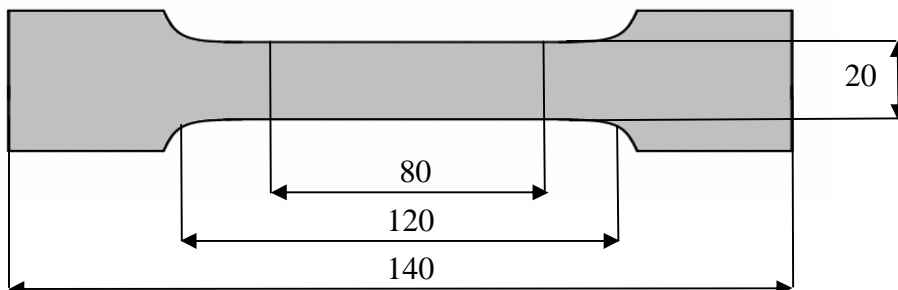
o **Charakteristika substrátu**

Ke zkouškám byl jako substrát zvolen materiál, používaný ve stavbě karoserií. Jedná se o hlubokotažný ocelový pozinkovaný plech. Označovaný *DX 56 DZ*.

o **Statická zkouška tahem**

Zkouška tahem se provádí podle předpisů a norem s cílem určit mechanické vlastnosti materiálu. V našem případě jsme vycházeli z normy ČSN EN 10 002-1 *zkouška tahem za okolní teploty* (10 až 35)°C.

Zkušební těleso (obr. 3.1) je zatěžováno plynule rostoucí silou bez rázů a chvění až do doby, kdy dojde k jeho přetržení.

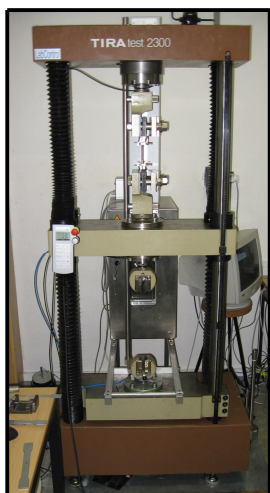


Obr. 3.1: Tvar zkušebního tělesa

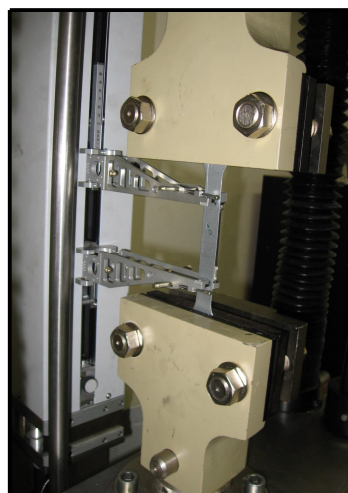
Měření bylo provedeno na univerzálním stroji TiraTest 2300 (obr. 3.2.) určené pro mechanické zkoušky technických materiálů při namáhání v tahu, tlaku a ohybu s instalovaným snímačem síly s rozsahem ± 10 kN. Zatížení zkušebních vzorků se uskutečnilo předepsaným posuvem dolní upínací čelisti, $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. V průběhu zkoušky byla zaznamenávána síla v závislosti na posuvu této čelisti. K měření prodloužené části vzorků bez ovlivnění v okolí upnutí do čelistí byl ke zkušebnímu stroji připojen extenzometr, viz obr. 3.3.

Celé zařízení je ovládáno programově pomocí softwaru LabNet. Výstupem uvedeného programu jsou zkuškové protokoly se zadanými parametry zkoušky a v tomto případě s hodnotami:

- pevnost v tahu R_m [MPa],
- smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [MPa],
- tažnost A [%].



Obr. 3.2: TiraTest 2300



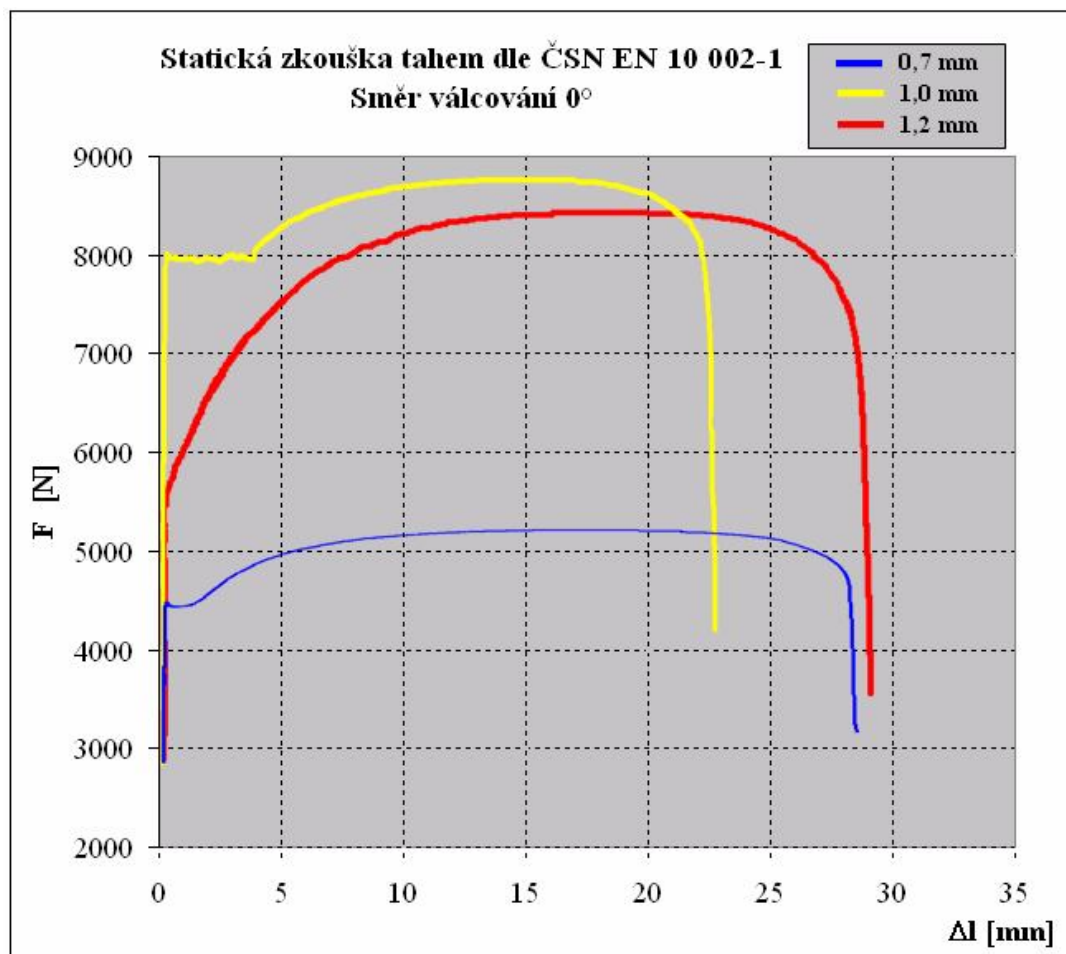
Obr. 3.3: Upnutí zkušebního vzorku

Kombinací tloušťky a směru válcování bylo zkoušeno 9 sérií vzorků. Bylo zhotoveno a odzkoušeno vždy 5 vzorků pro každou sérii. Výsledky všech veličin byly statisticky zpracovány do zkuškových protokolů. Vytvořené zkuškové protokoly o proběhnutých zkouškách jsou z důvodů úspory místa uloženy na datovém médiu přiloženém k této práci. Ukázka vybraného zkuškového protokolu je v Příloze 6.

o Mechanické vlastnosti substrátu

Tab. 3.1: Základní mechanické vlastnosti materiálu DX 56 DZ ve směru 0°

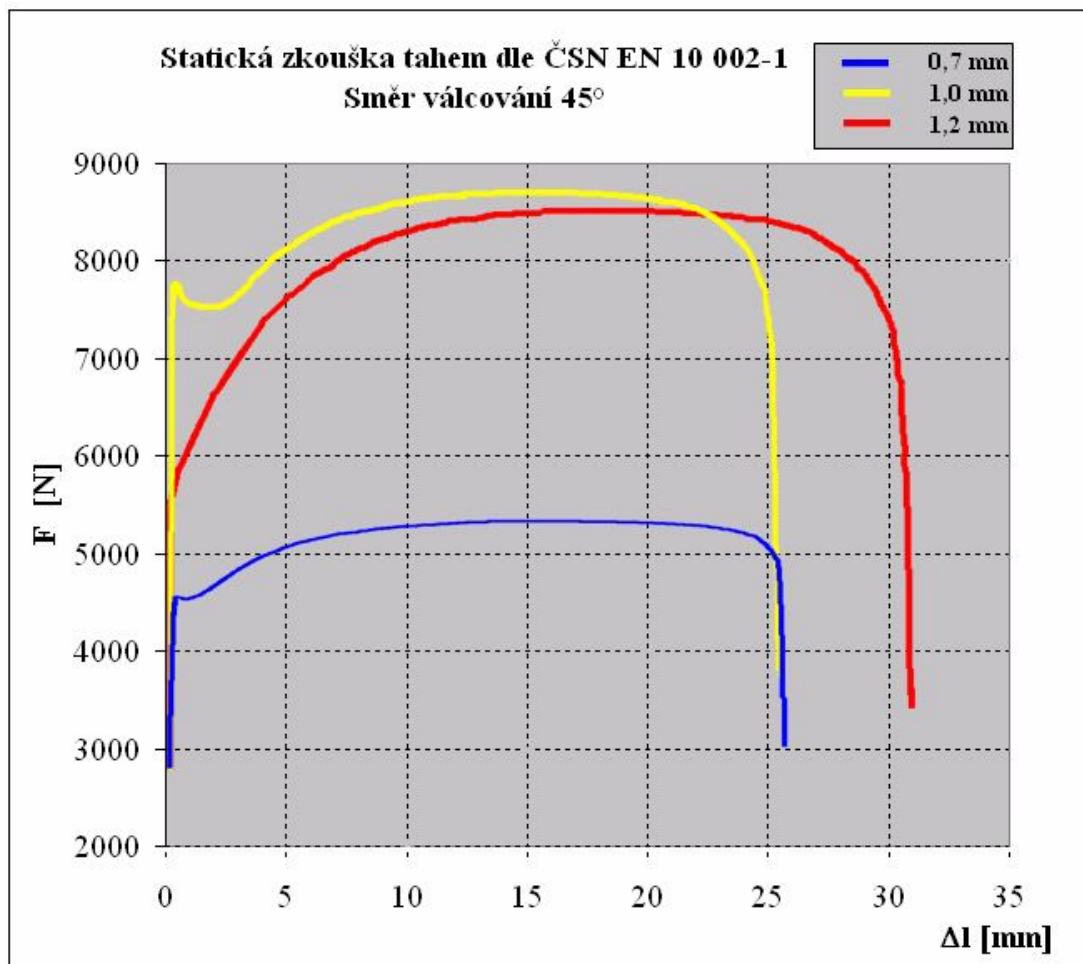
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	A [%]	Rm [MPa]	Rp0,02 [MPa]
0,7	x	34,5	372,7	288,7
	s	0,2	2,3	1,6
1,0	x	30,1	447,2	399,6
	s	1,8	2,3	4,5
1,2	x	36,2	362,7	227,5
	s	0,2	2,2	3,0



Obr. 3.4: Graf statické zkoušky tahem ve směru 0°

Tab. 3.2: Základní mechanické vlastnosti materiálu DX 56 DZ ve směru 45°

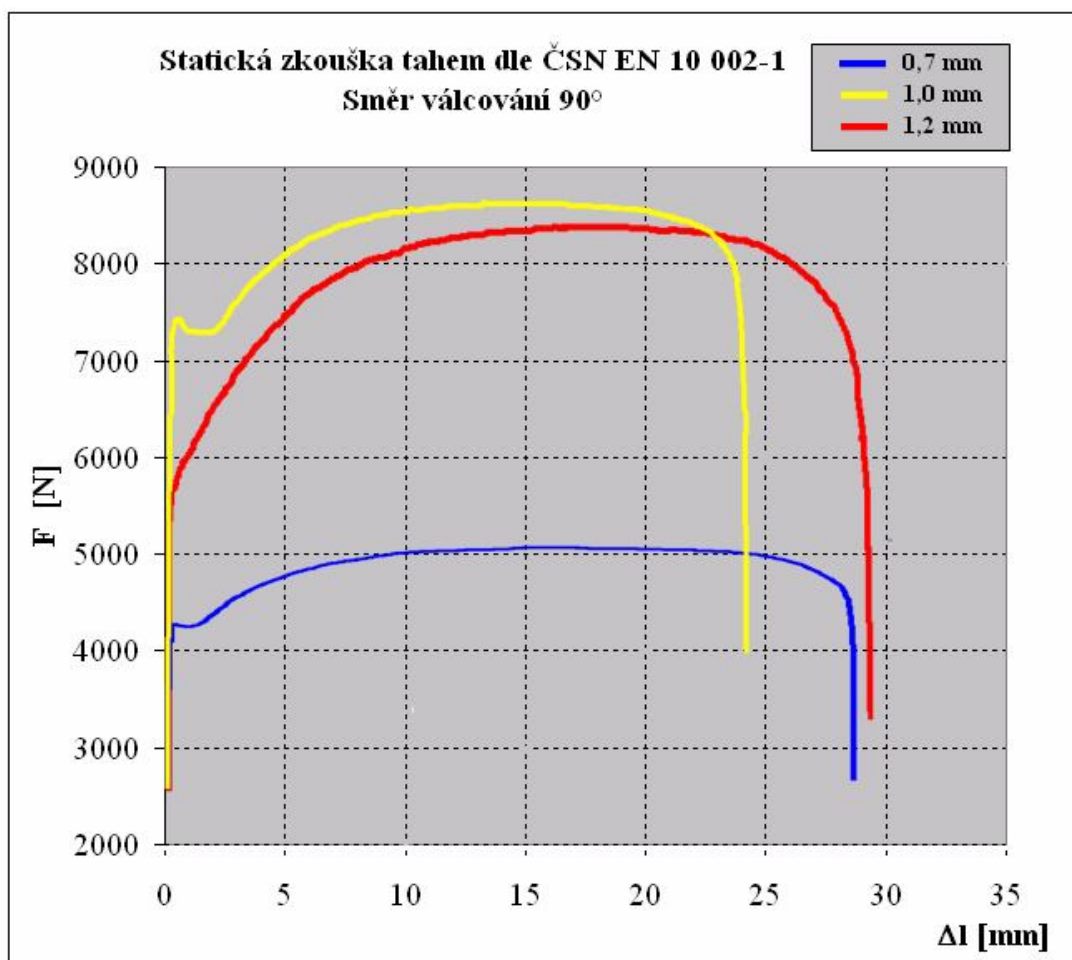
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	A [%]	Rm [MPa]	Rp0,02 [MPa]
0,7	x	31,1	386,6	306,5
	s	0,9	3,0	1,9
1,0	x	31,7	436,4	376,2
	s	1,4	2,1	16,3
1,2	x	38,7	355,4	237,9
	s	0,6	3,6	3,2



Obr. 3.5: Graf statické zkoušky tahem ve směru 45°

Tab. 3.2: Základní mechanické vlastnosti materiálu DX 56 DZ ve směru 90°

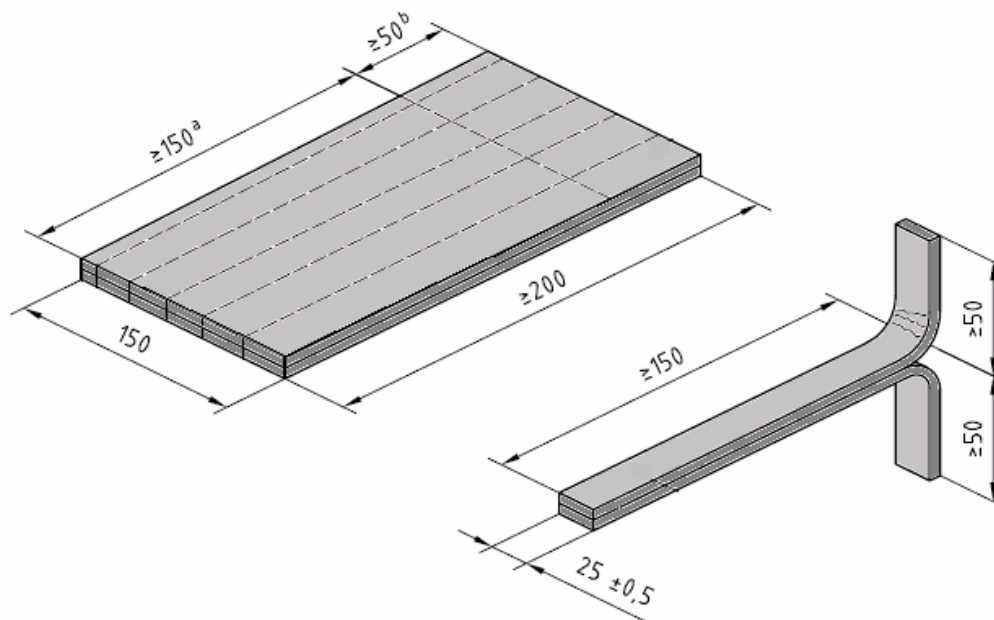
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	A [%]	Rm [MPa]	Rp0,02 [MPa]
0,7	x	34,5	368,8	296,8
	s	0,5	4,6	1,6
1,0	x	30,1	436,0	358,6
	s	0,2	3,9	3,8
1,2	x	36,0	367,1	243,4
	s	0,5	2,8	8,8



Obr. 3.5: Graf statické zkoušky tahem ve směru 90°

3.3 Zkouška pevnosti v odlupování

Pro stanovení pevnosti v odlupování lepených spojů byla použita norma ČSN EN ISO 11339 - *Lepidla - T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů*.



Obr. 3.6: Zkušební vzorek podle normy ČSN EN ISO 113339

3.3.1 Podstata zkoušky

Tato mezinárodní norma se provádí s cílem určení odolnosti lepených spojů proti odlupování. K tomuto porušení dochází, jestliže na jednom konci lepeného spoje působí opačné síly ve směru kolmém na jeho osu. Pevnost spoje pak závisí na kohezi, adhezi, pružnosti lepidla a odporu plechu proti přetvoření.

Zkušební spoj je namáhán statickým tahem ve směru kolmém na lepenou plochu tak, aby došlo k postupnému oddělení slepených ploch. Při zkoušce se hodnotí maximální odlupovací pevnost P_{\max} [N], která se získá přímo z diagramu, střední odlupovací pevnost P_s [N/mm], celková odlupovací práce W [J], která se vypočte integrací celé plochy pod křivkou a odlupovací práce na zvoleném úseku W_{ab} [J], v našem případě to je od 50 mm do 250 mm.

Na trhání vzorků bylo použito univerzální zařízení TiraTest 2300 (obr. 3.2). Zatížení zkušebních vzorků, 10 kN, se uskutečnilo předepsaným posuvem horní upínací čelisti, $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Kombinací tloušťky, lepidel a maziv bylo vyhotoveno 18 sérií vzorků. Bylo zhotoveno a odzkoušeno vždy 5 vzorků pro každou sérii. Výsledky všech veličin z těchto 5 vzorků byly statisticky zpracovány.



3.4 Příprava vzorků

a) Nastřihání plechů

Zkušební vzorky pro experiment byly zhotoveny podle obrázku 3.6 dle normy ČSN EN ISO 11339.

Vybrané plechy tloušťky 0,7; 1,0 a 1,2 mm byly nastřihány na tabulových nůžkách, viz obr. 3.7. Dále byly nastřihané vzorky na výstředníkovém lise (obr. 3.8), ve vzdálenosti 50 mm od okraje, ohnuty o 90° pro uchycení vzorku při měření.



Obr. 3.7: Tabulové nůžky



Obr. 3.8: Výstředníkový lis

b) Očištění, odmaštění a označení vzorků

Nastřihané vzorky byly odmaštěny máčením v acetonu a následně vyčištěny pomocí průmyslového odmašťovacího prostředku *TRICLEAN D 60*. Používaný aceton byl vždy vyměněn po určitém počtu odmaštěných vzorků. Poté byly vzorky označeny písmeny a číslicemi označující tloušťku, typ lepidla a typ maziva.

c) Nanesení maziv

Při nanášení maziva se vzorky umístily tak, aby plocha určená k mazání byla ve vodorovné poloze. K nanesení maziva byla použita bavlněná tkanina. Pro experimentální měření byly maziva *ANTICORIT PL 3802-39 S* a *RENOFORM MCO 3028* nanášena v množství 3 g.m⁻². Množství nanášeného olejového filmu bylo kontrolováno pomocí IR aparátů od firmy Fuchs Oil - viz obrázek 3.9.



Obr. 3.9: IR aparát

d) Nanesení lepidel

Při nanesení lepidla na povrch vzorku byla použita vylačovací pistole. Následně byly na lepidla *BETAMATE 1040* a *BETAMATE 1496 V* vloženy distanční drátky o \varnothing 0,2 mm (obr. 3.10). U lepidla *SIKA POWER 415/P1* jako distance byly použity keramické kuličky o \varnothing 2 mm. Tyto distanční drátky resp. kuličky zajistily předepsanou tloušťku lepidla při vzájemném sevření lepených substrátů. Přiložením obou kusů k sobě a zafixováním svorkami vznikl vzorek určený k vytvrzení.



Obr. 3.10: „Housenka“ lepidla a distančními drátky

e) Prodleva a vytvrzení

Při procesu lepení v praxi není lepený spoj vytvrzen ihned po slepení. Prodleva způsobená např. jinými technologickými operacemi trvá přibližně jednu hodinu, proto se vzorky nechaly stejnou dobu před vytvrzením ležet. Za tuto dobu lepidlo částečně absorbovalo nanesené mazivo. Po uplynutí jedné hodiny následovalo vytvrzení.

Vlastní vytvrzení při teplotě 180°C po dobu 20 minut, doba náběhu na vytvrzovací teplotu byla 15 minut, vše proběhlo v sušárně *Venticell 222* od firmy



BMT (obr. 3.11). Podmínky vytvrzování napodobňovaly podmínky při vytvrzování laku karoserie v průmyslové praxi, kdy dochází zároveň k vytvrzení lepených spojů.



Obr. 3.11: Sušárna Venticell 222

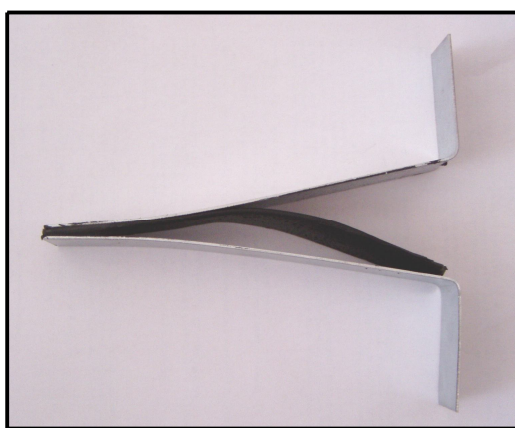
f) Chladnutí

Po vyjmutí ze sušárny se vzorky nechaly vychladnout při pokojové teplotě, následovalo odejmutí fixačních svorek.

4 Naměřené výsledky

Výsledky jednotlivých měření byly zpracovány do tabulek 4.1 až 4.6. Tabulky obsahují sloupce označující hodnoty střední odlupovací pevnosti P_s [N/mm], celkovou odlupovací práci W [J] a odlupovací práci na zvoleném úseku W_{ab} [J].

U lepidla *SIKA POWER 415/PI* tabulky obsahují pouze hodnoty celkové práce W [J]. Odlupovací práci na zvoleném úseku a odlupovací střední pevnost nelze korektně vyhodnotit, poněvadž lepidlo dosáhlo shodně při použití obou maziv špatné adheze - viz obr. 4.1. Naměřené hodnoty se dále nebudou vyhodnocovat.



Obr. 4.1: Vzorek s lepidlem *SIKA POWER 415/PI*

Tab. 4.1: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *BETAMATE 1040* a maziva *ANTICORIT PL 3802–39 S*

BETAMATE 1040, ANTICORIT PL 3802–39 S				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	7,4	54,5	36,7
	s	0,2	1,1	1,3
1,0	x	8,3	56,0	40,8
	s	1,0	5,8	4,9
1,2	x	6,5	48,1	32,9
	s	0,4	2,9	1,9



Tab. 4.2: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *BETAMATE 1040* a maziva *RENOFORM MCO 3028*

BETAMATE 1040, RENOFORM MCO 3028				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	6,4	48,7	32,0
	s	0,2	2,7	1,0
1,0	x	6,9	49,6	34,7
	s	1,3	6,9	6,7
1,2	x	5,5	39,9	27,5
	s	0,3	1,7	1,4

Tab. 4.3: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *BETAMATE 1496 V* a maziva *ANTICORIT PL 3802–39 S*

BETAMATE 1496 V, ANTICORIT PL 3802–39 S				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	12,0	74,8	57,5
	s	1,3	7,4	6,8
1,0	x	14,0	85,7	66,3
	s	0,8	2,2	2,4
1,2	x	9,3	68,3	45,7
	s	0,7	2,7	2,6

Tab. 4.4: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *BETAMATE 1496 V* a maziva *RENOFORM MCO 3028*

BETAMATE 1496 V, RENOFORM MCO 3028				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	10,5	73,2	51,6
	s	1,0	5,0	6,0
1,0	x	12,3	69,6	57,6
	s	2,2	13,6	8,9
1,2	x	9,3	72,7	38,5
	s	1,4	6,1	6,8



Tab. 4.5: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *SIKA POWER 415 / P1* a maziva *ANTICORIT PL 3802–39 S*

SIKA POWER 415 / P1, ANTICORIT PL 3802–39 S				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	/	6,1	/
	s		1,5	
1,0	x		11,1	
	s		3,4	
1,2	x		1,8	
	s		0,7	

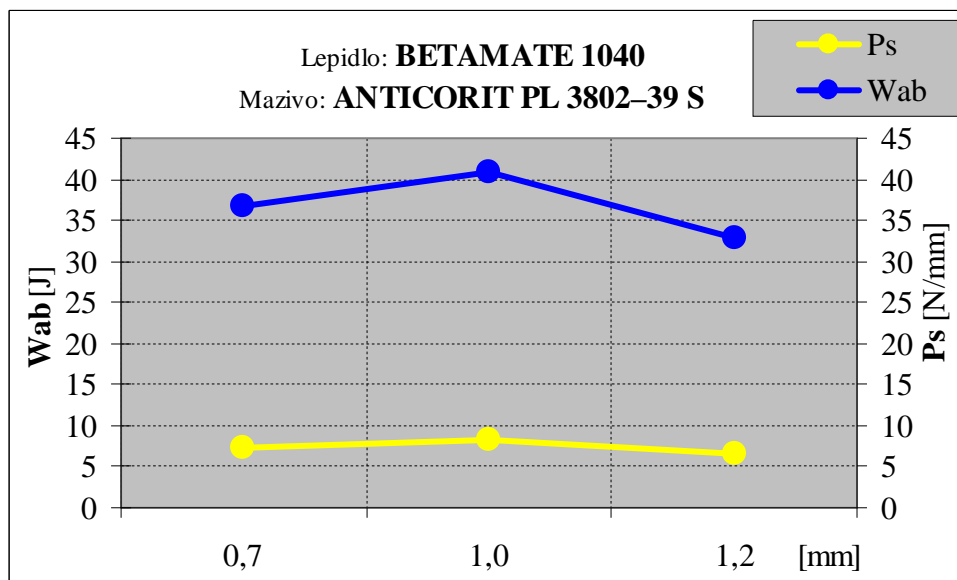
Tab. 4.6: Výsledky skupin vzorku pro lepidlo *SIKA POWER 415/P1* a maziva *RENOFORM MCO 3028*

SIKA POWER 415 / P1, RENOFORM MCO 3028				
Tloušťka [mm]	Statistická hodnota	P_s [N/mm]	W [J]	W_{ab} [J]
0,7	x	/	5,8	/
	s		2,5	
1,0	x		8,0	
	s		0,9	
1,2	x		2,5	
	s		0,7	

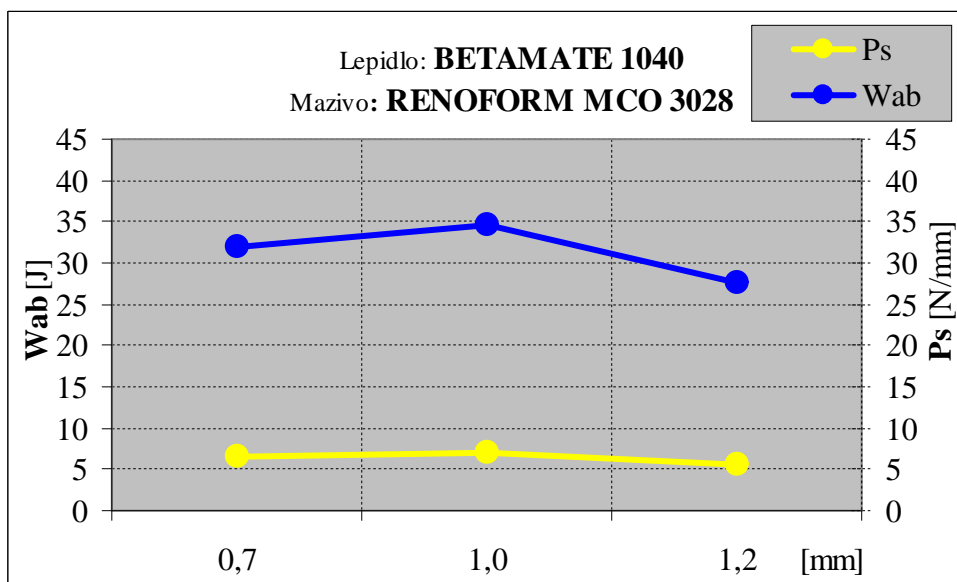
Vytvořené zkuškové protokoly, stejně jako fotografie všech skupin vzorků o proběhnutých zkouškách jsou z důvodů úspory místa uloženy na datovém médiu přiloženém k této práci. Ukázka vybraného zkuškového protokolu je v Příloze 7.

5 Vyhodnocení výsledků

Pro posouzení vlivu tloušťky na pevnost v odlupu byly naměřené výsledky sestaveny do přehledných grafů obr. 5.1 až 5.6, přičemž vždy jeden graf patří k jedné tabulce z předchozí kapitoly.

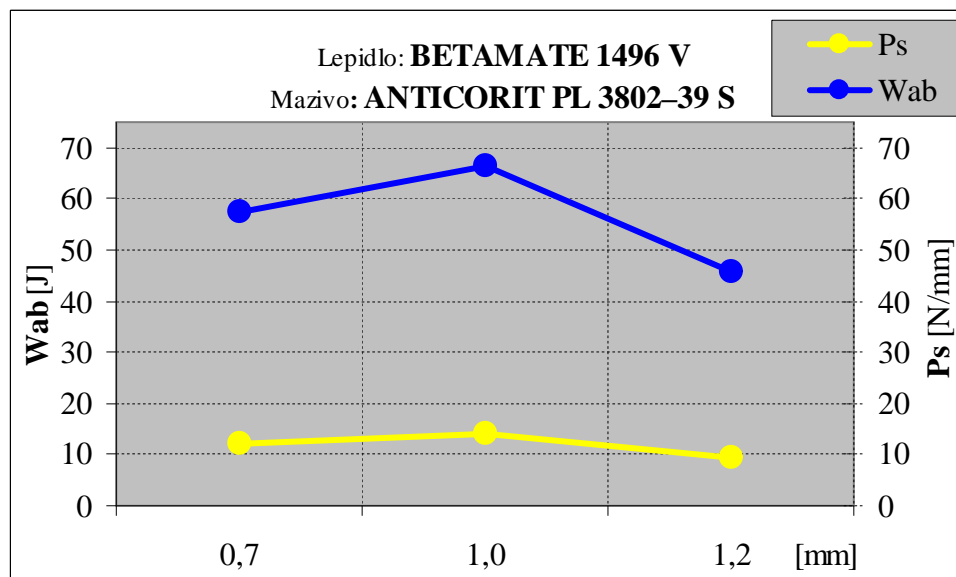


Obr. 5.1: Graf střední pevnosti a práce na zvoleném úseku

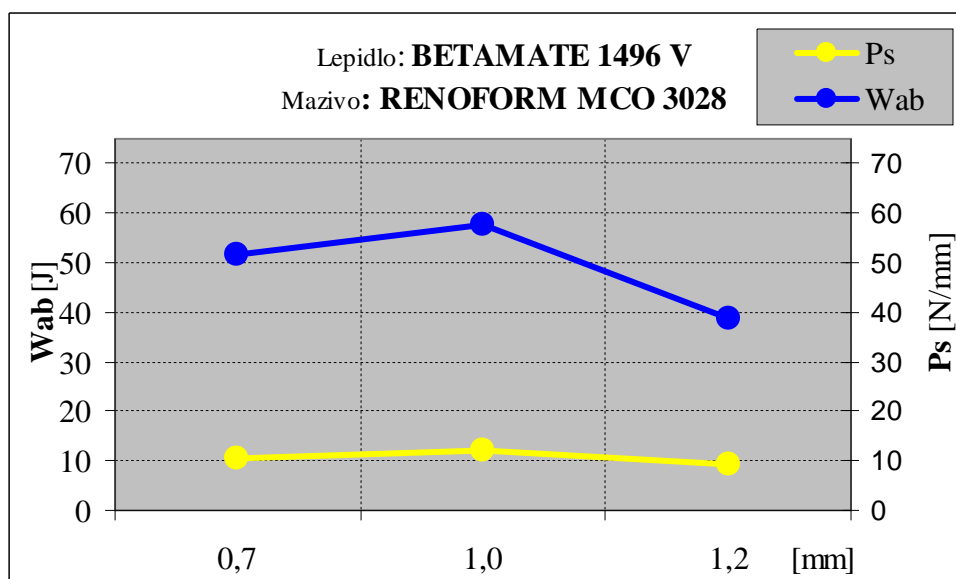


Obr. 5.2: Graf střední pevnosti a práce na zvoleném úseku

Z porovnání grafů na obrázcích 5.1 a 5.2 u lepidla *BETAMATE 1040* je vidět, že hodnota střední odlupovací pevnosti a práce na zvoleném úseku u tloušťky 1,0 mm je nejvyšší. U tloušťky 1,2 mm jsou dosažené hodnoty nejnižší.

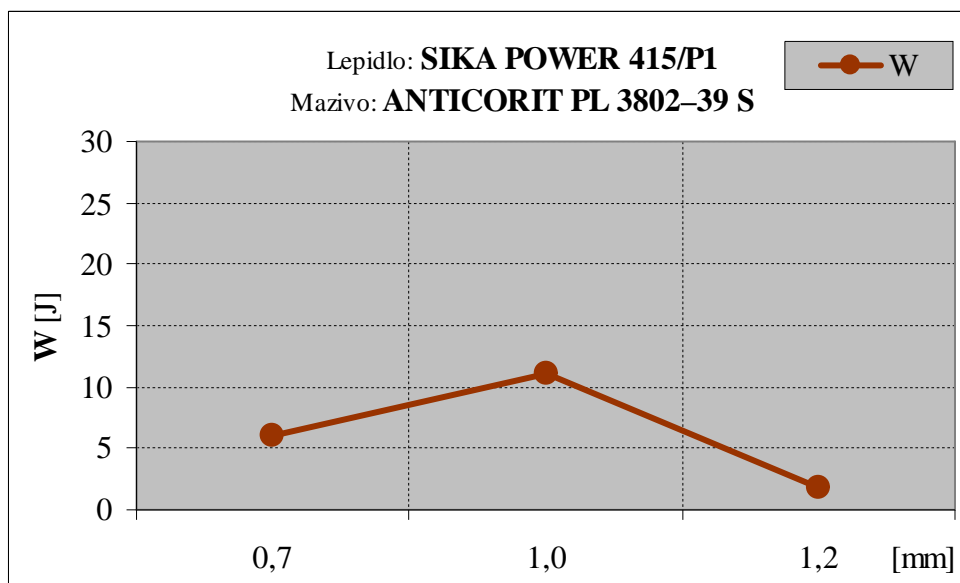


Obr. 5.3: Graf střední pevnosti a práce na zvoleném úseku

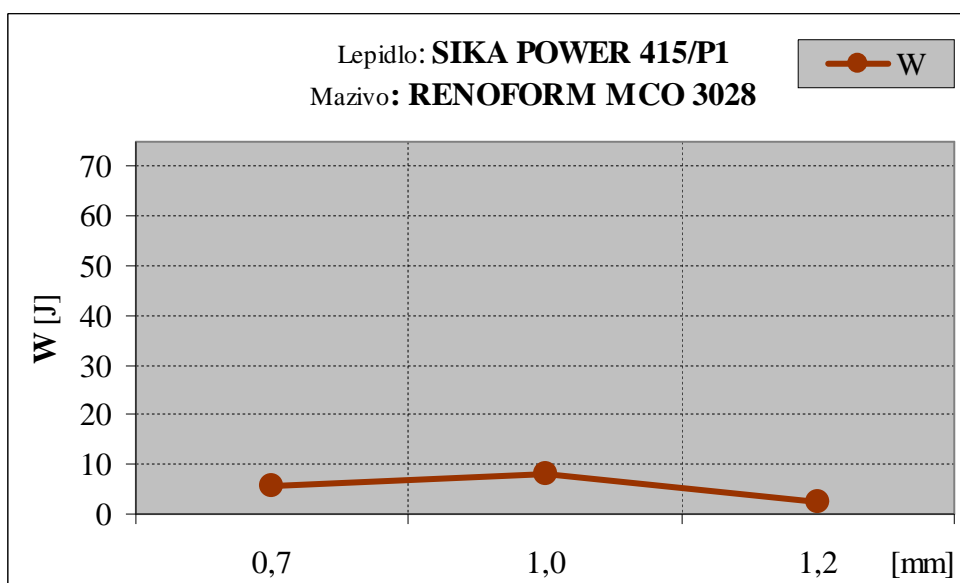


Obr. 5.4: Graf střední pevnosti a práce na zvoleném úseku

Z dalšího porovnání grafů na obrázcích 5.3 a 5.4 u lepidla *BETAMATE 1496 V* je vidět, že nejvyšší hodnoty jsou dosaženy u stejné tloušťky 1,0 mm a u tloušťky 1,2 mm opět dosažené hodnoty nejnižší.



Obr. 5.5: Graf celkové práce



Obr. 5.6: Graf celkové práce

Dále z grafů vyplývá, že druh maziva neovlivňuje jeho tvar. Mění se pouze dosažené hodnoty. U maziva *RENOFORM MCO 3028* bylo dosaženo nižších hodnot oproti *ANTRICORIT PL 3802-39 S*.



6 Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv tloušťky hlubokotažných plechů na pevnost v odlupu lepených spojů. Standardní tloušťka tenkých adherendů pro posouzení pevnosti v odlupování podle normy ČSN EN ISO 11 339 je 0,7 – 0,8 mm.

Pro zkoušky byla použita lepidla a maziva různých vlastností, používaná v automobilovém průmyslu. K posouzení byly vybrány plechy tloušťky 0,7, 1,0 a 1,2 mm.

Ze zjištěných výsledků experimentu vyplývá, že hodnoty zjištěné při zkoušce v odlupu a statické zkoušky tahem se pro jednotlivé tloušťky shodují. Při nejvyšších hodnotách mechanických vlastností substrátu vykazovala jak odlupovací práce na zvoleném úseku, tak i střední odlupovací pevnost nejvyšších hodnot. Přičemž nejnižší hodnoty mechanických vlastností substrátu odpovídá nižším hodnotám odlupovací práci na zvoleném úseku, tak i střední odlupovací pevnosti. Z toho je zřejmé, že tloušťka na pevnost v odlupu nemá takový vliv jako mechanické vlastnosti daného substrátu.

Z výsledků průběhu jednoho typu zkoušky a jednoho typu substrátu není možné objektivně posoudit vliv tloušťky na pevnost v odlupu lepených spojů. K objektivnějšímu posouzení by bylo třeba provést i další zkoušky (např. zkouška pevnosti v odlupování podle Wintera), které by mohly svými výsledky doplnit informace, potřebné k posouzení vlivu tloušťky na lepený spoj.

Závěrem lze říct, že pevnost v odlupu lepeného spoje je více ovlivněna mechanickými vlastnostmi substrátu než tloušťkou.



Seznam literatury

- [1] PETERKA, J.: *Lepení konstrukčních materiálů ve strojírenství*. Praha: SNTL, 1980. 792s.
- [2] KVAPIL, L.: *Racionální spojování plechů*. [cit. 13.4.2008]. Dostupný z [www: <http://technik.ihned.cz>](http://technik.ihned.cz)
- [3] GREGOR, M.: *Lepidla – Tmely* . [cit. 29.12.2007]. Dostupný z [www: <http://oblibene.cz/lepidla>](http://oblibene.cz/lepidla)
- [4] *Lepení součástí v automobilkách*. [cit. 2.4.2008]. Dostupný z [www: <http://technik.ihned.cz>](http://technik.ihned.cz)
- [5] *Základy teorie lepení*. [cit. 18.03.2008]. Dostupný z [www: <http://www.abclepidla.cz>](http://www.abclepidla.cz)
- [6] Müller, M.; Chotěborský, R.: *Hodnocení vybraných kyanoakrylátových lepidel*. Tématický magazín. Svařování – dělení – spojování materiálů. Praha: TM vydavatelství, 11/2007. s. 90.
- [7] Müller, M.: *Vliv druhu zatížení na pevnost lepeného spoje*. [cit. 2.02.2008]. Dostupný z [www: <http://www.mmspektrum.com>](http://www.mmspektrum.com)
- [8] BROŽEK, M.: *Vliv doby vytvrzování lepidla na pevnost lepených spojů*. Tématický magazín. Svařování – dělení – spojování materiálů. Praha: TM vydavatelství, 7/2003. s. 67.
- [9] Müller, M. a spol.: *Tepota a čas – vliv na pevnost lepených spojů*. Tématický magazín. Svařování – dělení – spojování materiálů. Praha: TM vydavatelství, 10/2005. s. 34.
- [10] Müller, M.: *Vliv drsnosti ocelového povrchu na pevnost lepeného spoje*. Tématický magazín. Svařování – dělení – spojování materiálů. Praha: TM vydavatelství, 9/2003. s. 80.
- [11] Technický informační list. [<www.fuchs-oil.cz>](http://www.fuchs-oil.cz).
- [12] Technický informační list. [<www.sika.ch>](http://www.sika.ch).
- [13] Technický informační list. [<http://www.matrix-as.cz/automotive>](http://www.matrix-as.cz/automotive).
- [14] ČSN EN ISO 11339 - *Lepidla - T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů*. ČNI, Praha, 2003.

Seznam příloh

- Příloha 1 ... Materiálový list oleje **ANTICORIT PL 3802-39S**
- Příloha 2 ... Materiálový list oleje **RENOFORM MCO 3028**
- Příloha 3 ... Materiálový list lepidla **BETAMATE 1040**
- Příloha 4 ... Materiálový list lepidla **BETAMATE 1496 V**
- Příloha 5 ... Materiálový list lepidla **SIKA POWER 415/P1**
- Příloha 6 ... Ukázka zkuškového protokolu statické zkoušky tahem
- Příloha 7 ... Ukázka zkuškového protokolu zkoušky odlupem

Produkt- INFORMACE



ANTICORIT PL 3802-39 S

PI 3-4211

Popis

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

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

- bezpečná antikoroziční ochrana i za extrémních klimatických podmínek
- optimální tvářecí výkon i pro obtížné tahy
- vhodnost pro zušlechťené plechy (Z, ZE, ZNE, ZF, fosfátované i nefosfátované), 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 laky a laky s nízkým obsahem rozpouštědel a pigmentů
- nezatěžuje pracovní prostředí díky základovému oleji bez obsahu těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromátů.

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 nástřiku (přednostně elektrostaticky) ale také naválcováním.

Doporučená pracovní teplota pro nástřik 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

Vlastnosti	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 aromátu v základovém oleji	% hmotnosti	< 7	Zkušební metoda VN č.ís. TML 1 *)
Antikoroziční vlastnosti (St 1405)			
Kondenzační komora	h	200	ASTM D 1748
Klimatická komora	cykly	> 20	DIN 51 386-1
Solná komora	h	24	DIN 50 021 SS

*) VM = zkušební metoda Vauxhall Motors Limited

Produkt- I N F O R M A C E



RENOFORM MCO 3028

PI 2-7632

Olej pro hluboké tažení povrchových dílů karoserií (Spot Lubricant)

Popis

RENOFORM MCO 3028 je vodou nemísitelné tvářecí mazivo obsahující ropného oleje, polární a EP přísady.

RENOFORM MCO 3028 se používá především pro tažení a hlubokém tažení karosářských plechů při středně náročných až náročných operacích.

RENOFORM MCO 3028 má ověřenou snášenlivost s antikorozními oleji ANTICORIT a Prelube. Splňuje požadavky antikorozní ochrany, odstranitelnosti a snášenlivosti s následnými výrobními operacemi stejně jako standardní antikorozní oleje a představuje tak kompatibilní Spot Lubricant.

RENOFORM MCO 3028 se nanáší jen na požadovaná místa plechových tabulí.

Doporučujeme omezit nanášené množství na maximálně 3 g/m².

RENOFORM MCO 3028 je vhodný pro všechny kvality plechů, i pozinkované a pohlinikované.

Zbytkový film po tažení poskytuje přechodnou antikorozi ochranu dílů během skladování.

RENOFORM MCO 3028 má omezenou stékavost, aby se zamezilo znečištění podlah a hromadění oleje na nižších místech lisovaných dílů.

RENOFORM MCO 3028 je schválen společností DaimlerChrysler dle DBL 6858.

Přednosti

- *snášenlivost s Prelube a antikorozními oleji nanesenými ve válcovnách,*
- *snadné nanášení všemi mazacími systémy,*
- *vysoký tažný výkon, vysoká ochrana před opotřebením,*
- *velmi dobrá antikorozní ochrana,*
- *použitelný jako univerzální olej pro ocel a hliník,*
- *pro všechny kvality plechů, s povrchovou úpravou i s neupravenými povrchy,*
- *nepůsobí rušivě při kateforetickém lakování ponorem.*

Použití

RENOFORM MCO 3028 se používá nezředěný. Nanášení lze provádět všemi běžnými mazacími systémy. Doporučená provozní teplota nástřiku a filtrování je > 40 °C.

RENOFORM MCO 3028 je odstranitelný vodnými alkalickými čisticími prostředky. Doporučujeme použít průmyslové čisticí prostředky RENOCLEAN.

Podmínky skladování

Skladovat v rozmezí teplot 0 až 40 °C.

Charakteristika

Vlastnosti	Jednotka	Údaje	Zkouška dle
Vzhled	-	hnědá kapalina	-
Číslo barvy	-	6,0	DIN ISO 2049
Hustota při 15 °C	kg/m ³	918	DIN 51 757
Viskozita při 40 °C	mm ² /s	132	DIN 51 562
Bod vzplanutí	°C	> 155	DIN ISO 2592
Odstranitelnost	-	vyhovuje	PVW 52.02

BETAMATE 1040

Popis výrobku / Použití:

BETAMATE 1040 je jednosložkové, teplem vytvrditelné strukturální lepidlo na epoxidové bázi. Vyrobeno pro lepení karosářských plechů v automobilovém průmyslu jako vysokopevnostní antivibrační lepidlo.

Fyzikální vlastnosti:

Fyzikální stav	pasta
Barva	modrá
Zápach	charakteristický
Sušina	> 99 %
Bod vzplanutí (°C)	150°C
Podmínky vytvrzování	> 180°C / 30 min
Hustota (při 23°C)	1,23 g.cm ⁻³
Pevnost v tahu (DIN EN ISO 527-1)	50 MPa
Dynamická odolnost vůči štípáním rázem (ISO 11343; 1,0 mm; 23°C; 2m.s ⁻¹)	20 N. mm ⁻¹
Tažnost (DIN EN ISO 527-1)	cca 6 %
Rozpustnost (při 20°C): ve vodě	nerozpustný
Viskozita	15 Pa.s při 65°C

BETAMATE 1496 V

Popis výrobku / Použití:

BETAMATE 1496 V je jednosložkové, teplem vytvrditelné strukturální lepidlo na epoxidové bázi. Lepidlo je vyrobeno pro lepení karosářských plechů v automobilovém průmyslu.

Fyzikální vlastnosti:

Fyzikální stav	pasta
Barva	modrá
Zápach	nepatrný
Sušina	> 99 %
Podmínky vytvrzování	> 170°C / 30 min
Hustota (při 23°C)	1,18 g.cm ⁻³ ± 0,03
Pevnost v tahu (DIN EN ISO 527-1)	32 MPa
Tažnost (DIN EN ISO 527-1)	cca 15 %
Rozpustnost (při 20°C): ve vodě	nerozpustný
Viskozita	cca 300 Pa.s při 40°C

provizorní technický list
verze 03 / 2005

SikaPower® - 415 P1 (VP)

vlhkostí předvytvrditelný, teplem vytvrzující tmel

materiálová data

chemická báze	epoxi-PUR
barva (CQP ¹ 001)	černá
označení nebezpečnosti	Xi
podíl pevných látek ³⁾ (CQP 576)	> 97 %
hrubost částic	< 100 µm
hustota před / po vytvrzení (CQP 576)	ca. 1.4 / 1.45 kg/l
teplota zpracování / max. teplota na dýze	20°C – 30°C
viskozita; 20°C, otáčky 10s ⁻¹ , P/P 25 mm, 0,2 mm spára (CQP 584-1)	ca. 350 Pa·s
čas tvorby kůže (při 23°C/50% rel. vzdušné vlhkosti) teplotní předvytvrzení	3-4 hod / 5 min 160°C
čas vytvrzení / objektová teplota	25 min. / 180°C
pevnost ve smyku ^{2,3)} , při 2 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 1,5 MPa
pevnost v tahu ^{3,4)} (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 2 MPa
prodloužení při přetržení ^{3,4)} (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 100 %
teplota přechodu ke sklovitosti ³⁾ , DMTA (CQP 509 / EN 61006)	ca. -50°C
tvrdost Shore A ³⁾ (CQP 574)	ca 55
teplotní odolnost	trvalá -40°C až +90°C
skladovatelnost při 15 - 25°C / 5 - 15°C / < 5°C (CSQP 584-1)	3 / 4 / 5 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures

²⁾ DC 04 ZE 75/75 (100 x 25 x 0.8 mm); 2 g/m² RP 4107 S; spoj.: 25 x 10 x 0.3 mm nebo 2 mm; rychlost 10 mm/min.

³⁾ předvytvrzení: 2 hod při pokojové teplotě, vytvrzení: 30 min při 180°C

⁴⁾ rychlost zatížení v tahu 200 mm/min.

Popis

SikaPower®-415P1 (VP) je jednokomponentní za studena aplikovaný, vlhkostí nebo teplem předvytvrditelný a teplem vytvrzující tmel na bázi epoxi-PUR. SikaPower®-415P1 (VP) je koncipován pro tmelení švů a spojů při montáži u výrobků z plechů. Tmel vytvrzuje působením tepla (např v pecích pro vytvrzování laků) v elastický termoset. K předvytvrzení a vytvoření povrchové kůže dochází buď působením vlhkosti při pokojové teplotě nebo působením teploty. Vytvořená kůže poskytuje tmelu odolnost proti vymývacím účinkům kapalných lázní při lakování.

SikaPower®-415P1 (VP) je vyráběn v souladu s procesem zajištění kvality dle ISO 9001/14001 a programem Responsible Care.

Přednosti produktu

- jednokomponentní
- elastický
- tlumí vibrace
- adheze i na zaolejovaný povrch
- předvytvrzení vlhkostí
- není nutné další zařízení pro předvytvrzení
- odolný proti vymývání
- vhodný pro tmelení různých kovů např, ocel, hliník, pozinkované povrchy, atd..
- po vytvoření kůže lze přelakovat práškovým systémem nebo e-coatingem
- neobsahuje rozpouštědla, PVC

Oblast použití

SikaPower®-415P1 (VP) je vhodný pro tmelení švů a spojů v oblasti výroby a montáže plechových konstrukcí jako jsou např. karoserie, skříně zařízení a přístrojů, nábytku, plechové svařence nebo jiné díly z lisovaných a spojovaných plechů, atd.. Technologie poskytuje dokonalé a elastické utěsnění, vyrovnání tolerancí a vyztužení dílů spolu s finálním tlumícím účinkem v konstrukci. Po aplikaci se při pokojové teplotě vytváří na povrchu vívem reakce s vlhkostí po ca 4 hodinách kůže vytvářející ochranu proti vymývání v procesu povrchových úprav. Tmel je schopen dosáhnout díky své bázi a podmínkám teplotního vytvrzování adheze i na technologicky zaolejované plochy (korozní ochrana, úprava pro tažení, ca. 2 g/m²).

SikaPower®-415P1 (VP) 1 / 2



Automotive

Statická zkouška tahem dle ČSN EN 10 002-1

Vstupní hodnoty

Testované materiál: DX 56 DZ

Rozměr vzorku: 20 x 0,7 mm

Směr válcování: 0°

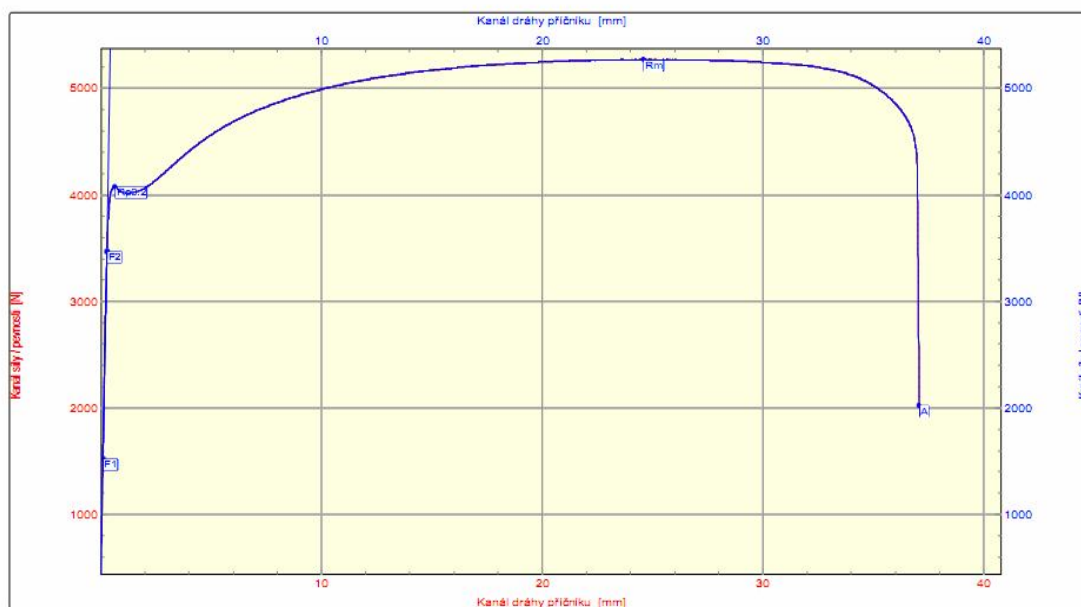
Rychlost posuvu: 10 mm/min

Datum: 2.4.2008

Vypracoval: Michal Gezo

Výstupní hodnoty

Statistická hodnota	R_m [N/mm ²]	$R_{p0.2}$ [N]	A [%]
n	5	5	5
x	372,7	288,7	34,5
s	2,3	1,6	0,2



Odlupovací zkouška dle ISO 11339

Vstupní hodnoty

Testované lepidlo: BETAMATE 1040 Testované mazivo: ANTICORIT PL 3802 39S

Množství maziva: 3 g/m²

Tloušťka substrátu: 0,7 mm

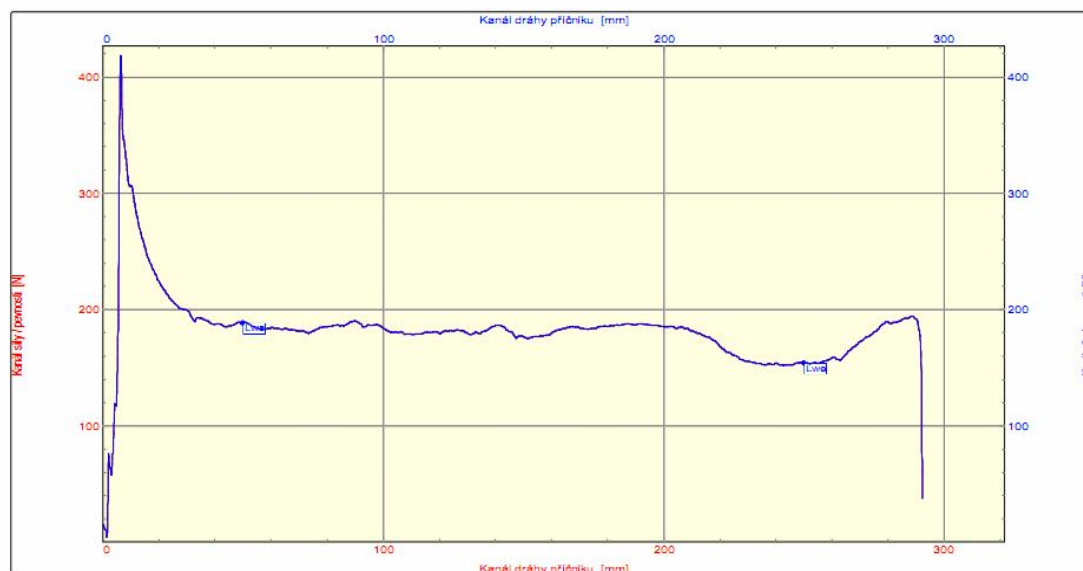
Testovaný substrát: HDG

Rychlost posuvu: 100mm/min

Příprava vzorků: Nanesení maziva, kondicionace dle předpisu, nanesení lepidla a slepení vzorků, 1 hodina prodleva, vytvrzování při 180°C, 20 min.

Výstupní hodnoty

Statistická hodnota	F _{max} [N]	F _{avg} [N/mm]	W [J]	W _{ab} [J]
n	5	5	5	5
x	327,5	7,4	54,5	36,7
s	56,9	0,2	1,1	1,3



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Katedra strojírenské technologie

Studentská 2, 461 17 Liberec 1

[http:// www.ksp.tul.cz](http://www.ksp.tul.cz)

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou 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 bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom 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.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

23. května 2008

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.

23. May 2008