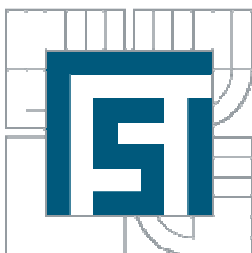


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VLIV POVRCHU NA PEVNOST LEPENÉHO SPOJE

EFFECT OF SURFACE ON BONDED JOINT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. VOJTĚCH TRHOŇ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. JAROSLAV KUBÍČEK

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Vojtěch Trhoň

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vliv povrchu na pevnost lepeného spoje

v anglickém jazyce:

Effect of surface on bonded joint

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Oblast lepení stále více pokrývá spojování různorodých materiálů ve výrobě dopravních prostředků. DP řeší vliv stavu povrchu různorodých materiálů na pevnostní charakteristiky spoje.

Cíle diplomové práce:

1. Analýza problematiky lepení v oblasti dopravních prostředků
2. Rešerše typů lepicích systémů
3. Volba materiálů, úprava povrchu, návrh zkoušek
4. Provedení experimentu
5. Vyhodnocení zkoušek
6. Doporučení a závěr

Seznam odborné literatury:

1. KOLEKTIV AUTORŮ. Loctite, Worldwide Design Handbook. 2 vyd. Mainz: Erasmusdruck GmbH.1998. 452s. ISBN 0-96 5590-0-5
2. OSTEN,M. Práce s lepidly a tmely. 3vyd. Praha: Grada Publishing s.r.o.1996. 136s. ISBN 80-7169-338-3
3. www.loctite.cz
4. www.weicon.cz
5. www.sika.cz

Vedoucí diplomové práce:Ing. Jaroslav Kubíček

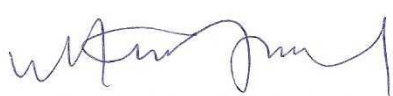
Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 17.11.2010 21:34





prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Vojtěch Trhoň: Vliv povrchu na pevnost lepeného spoje.

Předkládaná diplomová práce je rozdělena do dvou částí. V první části, která je rešeršního charakteru, jsou zpracována tyto témata: teorie lepení, úprava lepených ploch, rozdělení lepidel, použití lepidel v dopravním průmyslu a konstrukce a namáhání lepených spojů. V druhé části této práce je experimentální vyhodnocení vlivu povrchu lepeného materiálu na pevnost lepeného spoje.

Klíčová slova: Lepidlo, koheze, adheze, lepený spoj, lepený povrch, pevnost

ABSTRACT

Vojtěch Trhoň: Effect of surface on bonded joint.

This master's thesis is divided into two parts. In the first part are these topics: bonding theory, treatment of bonding surface, types of adhesives, adhesives in the transportation industry and construction and stress of bonded joints. In the second part of this thesis is experimental evaluation of the effect of surface of material on strength of bonded joint.

Keywords: Adhesive, cohesion, adhesion, bonded joint, bonding surface, strength

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TRHOŇ, Vojtěch. *Vliv povrchu na pevnost lepeného spoje*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 58 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kubíček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci na téma Vliv povrchu na pevnost lepeného spoje jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s využitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny uvedeny v seznamu literatury.

V Brně dne 25. 5. 2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu ing. Jaroslavu Kubíčkovi za cenné připomínky a rady týkající se zpracování diplomové práce. Dále děkuji pracovníkům firmy Sika CZ s.r.o. za poskytnutí odborné pomoci a materiálů pro zpracování experimentální části diplomové práce.

OBSAH

ABSTRAKT	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	6
ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ.....	7
PODĚKOVÁNÍ.....	8
OBSAH.....	9
ÚVOD	11
1 TEORIE LEPENÍ.....	12
2 ÚPRAVA LEPENÝCH PLOCH.....	13
2.1 Odmaštění lepených ploch.....	13
2.2 Mechanická příprava.....	13
2.3 Moření.....	14
2.4 Ionizační příprava.....	14
2.5 Primery.....	14
2.6 Zkouška smáčivosti.....	14
3 VÝBĚR LEPIDLA	15
3.1 Lepený materiál	15
3.2 Požadované vlastnosti spoje.....	15
3.2.1 Mechanické vlastnosti	15
3.2.2 Tepelná odolnost.....	15
3.2.3 Odolnost vůči vodě a vlhkosti.....	15
3.2.4 Chemická odolnost.....	16
3.3 Provozní předpoklady	16
4 ROZDĚLENÍ LEPIDEL DLE MECHANIZMU VYTVRZOVÁNÍ	17
4.1 Lepidla vytvrzená anaerobní reakcí	17
4.2 Lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením	19
4.2.1 Hlubkové vytvrzení	19
4.2.2 Povrchové vytvrzování	19
4.2.3 Sekundární vytvrzení	20
4.3 Lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí (kyanoakryláty)	21
4.4 Lepidla vytvrzovaná aktivátory	23
4.5 Lepidla vytvrzovaná okolní vlhkostí.....	23
4.5.1 Silikony.....	23
4.5.2 Polyuretany	24
4.6 Lepidla vytvrzovaná teplem.....	25
4.7 Lepidla vytvrzovaná vsáknutím a odpařením rozpouštědel.....	26
5 VYUŽITÍ LEPENÍ V DOPRAVNÍM PRŮMYSLU.....	27
6 KONSTRUKCE A NAMÁHÁNÍ LEPENÝCH SPOJŮ.....	29
6.1 Výpočet pevnosti lepených spojů	33
6.2 Vliv tloušťky vrstvy lepidla na pevnost lepeného spoje	33
7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	35
7.1 Popis a cíle experimentální zkoušky	35
7.2 Použité materiály.....	36
7.2.1 Nerezová ocel	36
7.2.2 Slitina hliníku	36
7.2.3 Laminát	36
7.2.4 Houževnatý polystyren - HPS	36
7.3 Použité lepidlo, čistící a aktivální prostředky a primery	37
7.3.1 Sikaflex - 265	37

7.3.2 Sika Cleaner - 205	37
7.3.3 Sika Aktivator.....	37
7.3.4 Sika Primer - 204 N	37
7.3.5 Sika Primer - 206 G+P	38
7.3.6 Sika Primer - 209 N	38
7.3.7 Sika Primer - 215	38
7.4 Aplikace lepidla, čističů a primerů.....	39
7.5 Zařízení a trhací stroj.....	39
7.5.1 Přípravek pro lepení	39
7.5.2 Demineralizovaná voda	40
7.5.3 Kataplasma.....	40
7.5.4 Trhací stroj.....	41
7.6 Postup zkoušek a příprava zkušebních vzorků.....	41
7.6.1 Nerezová ocel X5CrNi18-10	43
7.6.2 Slitina hliníku AlMg3	43
7.6.3 Houževnatý polystyren (HPS).....	44
7.6.4 Laminát.....	45
7.7 Vyhodnocení zkoušek	46
7.7.1 Nerezová ocel X5CrNi18-10	48
7.7.2 Slitina hliníku AlMg3	49
7.7.3 Houževnatý polystyren (HPS).....	51
7.7.4 Laminát.....	52
ZÁVĚRY	55
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	56
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Lepení je nerozebíratelné spojování součástí ze stejných nebo různých materiálů s využitím lepidel. Tato technologie spojování dílců doznala za poslední dobu velkého rozmachu a to především v dopravním průmyslu - kolejovém, leteckém a automobilovém. Lepení, které má mnoho výhod, vytlačuje jiné metody spojování dílů, jako je svařování, pájení, nýtování a spojování pomocí šroubů.

Každý lepený materiál má své specifické vlastnosti, a proto neexistuje žádné univerzální lepidlo. Podle lepeného materiálu se vybírá vhodné lepidlo, aby byl spoj kvalitní a pevný. Na pevnost lepeného spoje má velký vliv i úprava lepených ploch, která se provádí pomocí různých čističů nebo mechanicky. V dnešní době je na českém trhu prezentováno mnoho tuzemských i zahraničních výrobců lepidel, a proto není problém obstarat vhodný druh lepidla.

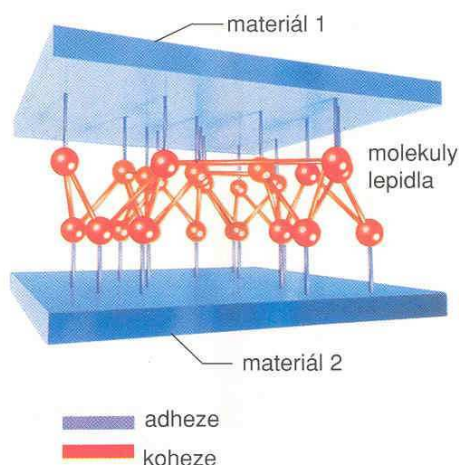


1 TEORIE LEPENÍ [1], [2], [3], [4]

Kdyby se k sobě materiály přiblížily na molekulární vzdálenost, nebylo by potřeba spojování materiálů pomocí různých technologií, ale materiály by se spojily samy pomocí vzájemné přitažlivosti. Toto tvrzení je pouze teoretické a prakticky ho nelze dosáhnout.

Mezi povrchy tekuté a pevné látky je lepší přilnavost než mezi dvěma povrchy látek pevných, a proto se využívá ke spojování součástí také lepidel (adheziv). Lepidlo se dostane mezi nerovnosti lepeného materiálu (adherendu) a vypudí z mikropórů většinu pohlcených plynů a par. Aby lepidlo plnilo svoji funkci, musí lepený povrch dobře smáčet a musí se změnit skupenství lepidla z kapalného na pevné.

Lepený spoj vzniká za působení adheze a koheze (obr. 1.1). Síly, které vyvolají přilnavost adherendu a adheziva, se nazývají adheze. Vlastní soudržnost ztuhlého nebo vytvrzeného filmu lepidla se nazývá koheze.



Obr. 1.1 Adheze a koheze v lepeném spoji [4]

Spojování materiálů lepením se vyznačuje nejen mnoha výhodami, ale také nevýhodami. Proto musíme zvážit, zda je lepení správnou technologií ve srovnání s ostatními metodami spojování materiálu [1].

Výhody lepení [1]:

- lze spojovat stejné nebo různé materiály
- lze konstruovat těsný spoj odolný proti kapalinám a plynům
- lepený spoj zvyšuje tuhost a tlumí vibrace
- v adherendu nejsou žádné koncentrátoři napětí (díry, drážky, atp.)
- lepený spoj nezvyšuje hmotnost souboru
- vysoká pevnost spoje při namáhání ve smyku a rázové pevnosti

Nevýhody lepení [1]:

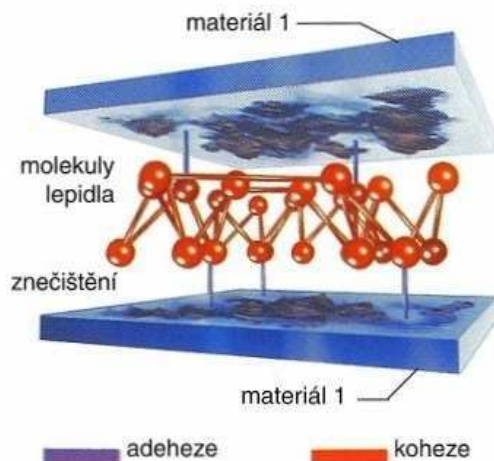
- nelze zajistit dokonalou čistotu lepených ploch
- jedná se o nerozebíratelné spojení
- citlivost lepeného spoje na namáhání odlupováním a kroucením
- většina lepidel neodolává vysokým teplotám
- časově náročná technologie

2 ÚPRAVA LEPENÝCH PLOCH [4]

Pro zvýšení pevnosti lepeného spoje je důležité upravit lepený povrch tak, aby došlo k dokonalé přilnavosti mezi lepeným materiálem a lepidlem (adhezi). Na obr. 2.1 je vidět znečištěný lepený povrch.

Adheze se zlepší:

- o odstraněním nežádoucích povrchových vrstev odmaštěním nebo mechanickou abrazí
- o vytvořením nového aktivního povrchu aplikací primeru
- o změnou povrchové aktivity mořením, koronárním výbojem, plasmou, atd.



Obr. 2.1 Znečištěný lepený povrch [4]

2.1 Odmaštění lepených ploch

Pro dosažení co nejkvalitnějšího lepeného spoje je důležité z lepené plochy odstranit olej, tuky, prach a jiné zbytkové nečistoty. K tomu jsou vhodná rozpouštědla, která se beze zbytku odpaří. Tato rozpouštědla je možné použít i v parních odmašťovacích systémech. Rozpouštědlo je ohříváno do boru varu a odpařuje se. Když dojde ke kontaktu páry se studeným dílcem, čistič kondenzuje a vzniklá kapalina odplavuje všechny nečistoty. Použití alkalických a kyselých vodních čistících lázní nemusí být vždy vhodné. Ty téměř vždy obsahují antikorozní přísady, které zůstanou po vyčištění na površích a mohou snížit adhezi lepidla, nebo zabránit jeho vytvrzení. Při použití odmašťovacích lázní ve velké výrobní sérii je vhodné velmi znečištěné dílce nejprve očistit, aby nedošlo k brzké kontaminaci lázně. U mnoha aplikací postačuje ošetřit povrch tzv. rychločističi. Odstraňují tuky, oleje, prach a jiné nečistoty a povrch je snadno připraven k aplikaci lepidla.

2.2 Mechanická příprava

K mechanickému očištění povrchu se nejčastěji používá otryskávání, broušení nebo okartáčování. Tyto metody se používají pro odstranění např. oxidů z povrchu kovů, kde pouhé odmaštění nestačí. Po mechanickém očištění je nutné lepený povrch odmastit. U velmi špinavých součástí se doporučuje odmastit lepené plochy i před mechanickým ošetřením. Pro ošetření plastů je nejvhodnějším abrazivem litina a kysličník hliníku. Gumu je možné mechanicky ošetřit broušením.

2.3 Moření

Moření povrchů se provádí v závislosti na materiálu a to buď velmi kyselými nebo silně zásaditými chemikáliemi, které jsou agresivní. Leptáním se mění povrch a vytvářejí se dutinky pro mechanické zachycení lepidla. Vliv mořidla je závislý na použitém typu materiálu. Tento způsob úpravy povrchu je ekonomicky nákladný, protože cena za manipulaci a nakládání s mořidly je stále vyšší.

2.4 Ionizační příprava

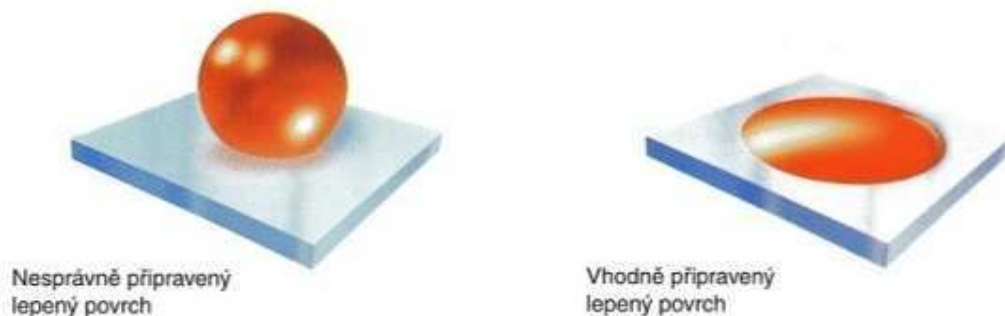
Ošetření ionizací změní polaritu lepeného povrchu a jejich alergii obdobně jako chemické ošetření [4].

2.5 Primery

Jedná se o primární nátěry, které zlepšují adhezi mezi lepeným materiálem a lepidlem. Obsahují chemické látky, které jsou rozptýlené v rozpouštědle. Primery se nanášejí štětcem nebo nástřikem na důkladně očištěný povrch a poté se nechají předepsanou dobu odvětrat, aby se rozpouštědlo odpařilo a na povrchu zůstaly pouze aktivní látky. Tyto látky mají multifunkční charakter. Jedna soustava aktivních látek reaguje s povrchem a druhá zvyšuje afinitu k lepidlu.

2.6 Zkouška smáčivosti

Zkouška smáčivosti ukazuje míru čistoty lepeného povrchu. Na očištěný povrch se nanese několik kapek čisté vody a poté se zkoumá jejich tvar. Kulovitý tvar kapek ukazuje, že je povrch nedostatečně čistý a je třeba ho očistit ještě jednou. Pokud se kapky vody po povrchu rozprostou, je to signál, že je lepený povrch dostatečně čistý. Srovnání vhodného a nevhodného povrchu připraveného na lepení je na obr. 2.2. Výhodou této metody je jednoduchost a dostupnost zkušebního média. Tuto metodu je nevhodné aplikovat u anodových povlaků na hliníku a hořčíku. Zkouška smáčivosti může být ovlivněna různou tvrdostí vody a v některých případech ani voda destilovaná nezaručuje objektivní výsledky. V těchto případech je možné použít speciální testovací kapaliny, u kterých je známo povrchové napětí. Je třeba si uvědomit, že zkouška smáčivosti neukazuje lepitelnost materiálu, ale pouze čistotu lepeného povrchu.



Obr. 2.2 Zkouška smáčivosti [4]

3 VÝBĚR LEPIDLA [1], [3]

Volba lepidla je důležitým krokem pro soudržnost lepeného spoje. Závisí na druhu lepeného materiálu, požadovaných vlastnostech spoje a provozních předpokladech.

3.1 Lepený materiál

Základem je zjistit vlastnosti lepených materiálů. A to jejich strukturu, složení a propustnost plynů. Tyto informace jsou důležité pro výběr lepidla z hlediska adheze, koheze a tuhnutí lepidla ve spoji. Další vlastnosti lepených materiálů jsou tepelná stálost a roztažnost a rozpustnost v organických rozpouštědlech. Pokud tyto vlastnosti neznáme, musíme je zjistit, aby bylo vybráno nejvhodnější lepidlo pro kvalitní lepený spoj.

3.2 Požadované vlastnosti spoje

Při výběru lepidla se také musí dbát na vlastnosti, které bude mít lepený spoj v provozu - mechanické vlastnosti, tepelná odolnost, odolnost vůči vodě a vlhkosti a chemická odolnost. Pokud nelze dosáhnout všech těchto vlastností, je třeba zvážit, které jsou nejdůležitější a podle těchto lepidlo zvolit.

3.2.1 Mechanické vlastnosti

Lepený spoj může být zatěžován buď staticky nebo dynamicky.

Kvalita lepeného spoje při statickém namáhání se definuje jako minimální pevnost v tahu, ve smyku a v odlupování. Tyto zkoušky se provádějí na normovaných zkušebních tělesech. Zkušební tělesa jsou z materiálů a lepidla, které budou následně použity v praxi.

Hodnocení dynamicky namáhaných spojů je obtížnější, protože toto namáhání je těžko definovatelné. Převážně se jedná o amplitudově i časově nepravidelné namáhání. Nahradiť toto namáhání zkušební metodou je vždy velmi komplikované. Tyto spoje se velmi často nacházejí v leteckém a automobilovém průmyslu.

3.2.2 Tepelná odolnost

Tepelná odolnost je definována minimální a maximální teplotou, časovým průběhem namáhání a spodními hodnotami mechanických vlastností za určitých podmínek.

Pro spoje, pracující za zvýšené teploty, jsou vhodná lepidla fenolická, polyuretanová a epoxidová. Tato lepidla odolávají teplotě až do 150°C. Teplotám od 250 °C do 350 °C odolávají polyimidová a polybenzimidazolová lepidla, která patří mezi teplotně nejodolnější. Teplotní odolnost lze zvýšit použitím minerálních plniv a kovových prachů.

3.2.3 Odolnost vůči vodě a vlhkosti

Lepidla můžeme rozdělit do tří skupin odolnosti proti vodě a vlhkosti. První skupinou jsou lepidla neodolná. Mezi tuto skupinu patří lepidla škrobová, glutinová a většina organických lepidel. V druhé skupině jsou lepidla, která mají omezenou nebo dočasnou odolnost proti vodě a vlhkosti. To jsou lepidla polyvinylacetátová, kaseinová a lepidla močovinoformaldehydových pryskyřic. V poslední skupině jsou zařazena lepidla polyuretanová, samovulkanizující ze syntetických látek, fenolická, fenol-rezorcinolová, melamin formaldehydová a roztoková lepidla na bázi

polymethylmethakrylátu a polybutylmethakrylátu, polystyrenu a chlorovaného PVC. Tato lepidla dobře odolávají vodě a vlhkosti.

3.2.4 Chemická odolnost

Před aplikací lepidla je důležité zjistit, zda chemické složení lepidla neovlivní spoj agresivními výpary nebo kapalinami, které mohou difundovat do lepeného materiálu, nebo přes okraj spáry. Proto vždy vybíráme lepidla, která chemicky neovlivní lepený spoj.

3.3 Provozní předpoklady

Výběr lepidla ve strojírenství závisí na kvalitě lepeného spoje, hospodárnosti, bezpečnosti práce a ochraně prostředí. Lepení se v sériové výrobě provádí na speciálních zařízeních, kde se klade důraz na vysokou životnost lepeného spoje. Lepidla se ve spoji aktivují katalyticky, za zvýšené teploty nebo současně oběma způsoby.

Z hlediska bezpečnosti práce se používají převážně lepidla, která minimálně uvolňují těkavé látky (např. formaldehyd). Jsou to lepidla ve vodných roztocích, disperzní, tavná a natavitelná.

4 ROZDĚLENÍ LEPIDEL DLE MECHANIZMU VYTVRZOVÁNÍ [1], [2], [4]

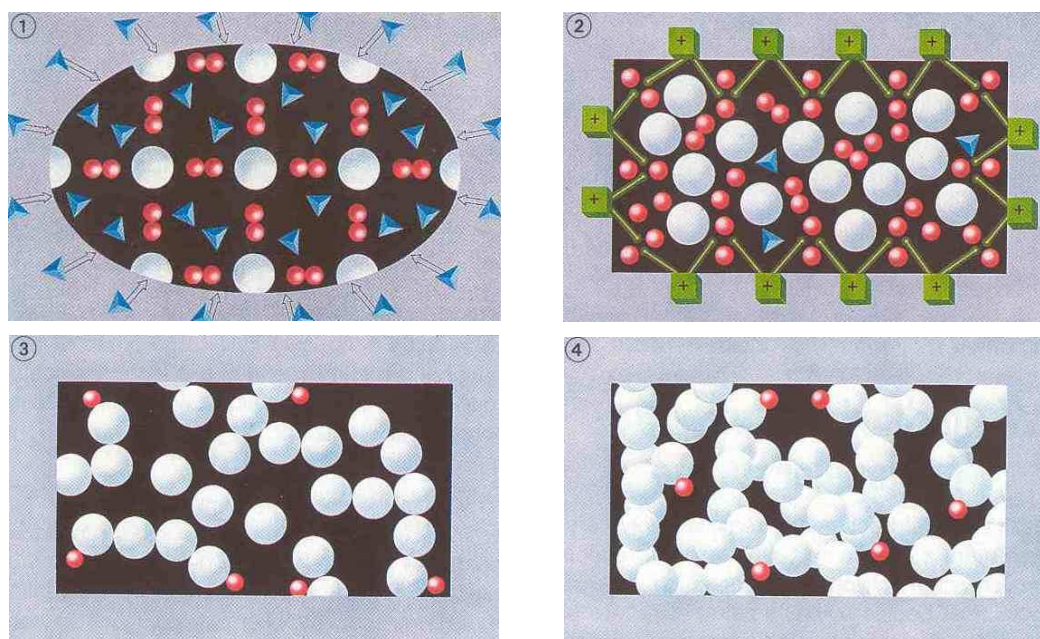
Lepidla jsou z velké části reaktivní polymery, které se mění z kapalné fáze na pevnou (vytvrzování). K této přeměně dochází různými chemickými polymeračními reakcemi. Dle způsobu vytvrzování dělíme lepidla do několika skupin.

- o lepidla vytvrzená anaerobní reakcí
- o lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením
- o lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí (kyanoakryláty)
- o lepidla vytvrzovaná aktivátory
- o lepidla vytvrzovaná okolní vlhkostí
- o lepidla vytvrzovaná teplem
- o lepidla vytvrzovaná vsáknutím a odpařením rozpouštědel

4.1 Lepidla vytvrzená anaerobní reakcí

Jsou to jednosložková lepidla, u kterých dochází k vytvrzení za normálních teplot (cca 22 °C) a za nepřístupu atmosferického kyslíku. K vytvrzení aplikovaného lepidla dochází poté, co lepené materiály spojíme k sobě a tím zamezíme přístupu kyslíku. Do té doby je vytvrzovací složka pasivní. Vytvrzování anaerobních lepidel probíhá rychle, především dojde-li ke styku s kovy.

Vytvrzovací proces (viz obr. 4.1): Při neúčasti kyslíku dochází k vytváření volných radikálů, které za působení iontů (Cu, Fe) nastartují proces polymerizace.



Obr. 4.1 Vytvrzovací proces [4]

- = peroxidy
- = kyslík
- = volné radikály
- = monomery
- = ionty kovů

1 – lepidlo v kapalném stavu za přístupu kyslíku, 2 – změna peroxidů na volné radikály, které reagují s ionty kovů bez přístupu kyslíku, 3 – vytváření polymerních řetězců, 4 – lepidlo ve vytvrzeném stavu (struktura s křížově propletenými polymerními řetězci)

Materiály, na které se používají lepidla vytvrzená anaerobní reakcí, se dají rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou tzv. materiály aktivní (např. bronz,

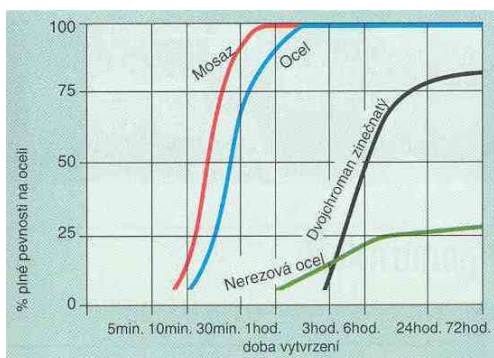
mosaz, měď, ocel, železo), u kterých dochází k běžnému vytvrzování anaerobních lepidel. Tyto materiály slouží jako katalyzátor. Druhou skupinou jsou tzv. materiály pasivní (např. nikl, cín, nerezová ocel, hliník s nízkým obsahem Cu, keramické materiály, plastické hmoty). U těchto materiálů je katalytický účinek velmi slabý nebo žádný. Doba vytvrzování by byla velice dlouhá, a proto se pro zrychlení přidává aktivátor. Aktivátor se nanese na jednu nebo obě lepené plochy a poté se aplikuje lepidlo. Abychom se vyhnuli omezené době zpracovatelnosti, složky nemísíme.

Vlastnosti lepidel vytvrzené anaerobní reakcí:

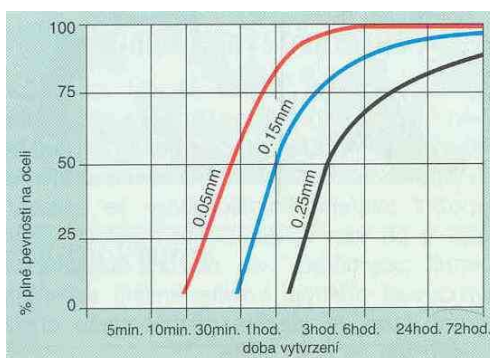
- vysoká pevnost ve smyku
- tepelná odolnost od - 55 °C do + 230 °C
- krátká doba vytvrzování
- snadné dávkování (jednosložková lepidla)
- není třeba malé drsnosti povrchu adherendu (postačuje Ra 8 až 40 μm)
- těsní s vynikající chemickou odolností
- dobrá odolnost proti vibracím
- dobrá odolnost proti dynamickému namáhání

Faktory ovlivňující rychlost vytvrzení:

- lepený materiál
- tloušťka vrstvy lepidla
- teplota
- aktivátor



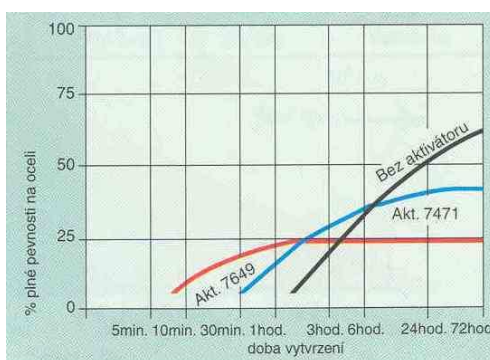
Obr. 4.2 Vliv lepeného materiálu na rychlost vytvrzení [4]



Obr. 4.3 Vliv tloušťky vrstvy lepidla na rychlost vytvrzení [4]



Obr. 4.4 Vliv teploty na rychlost vytvrzení [4]



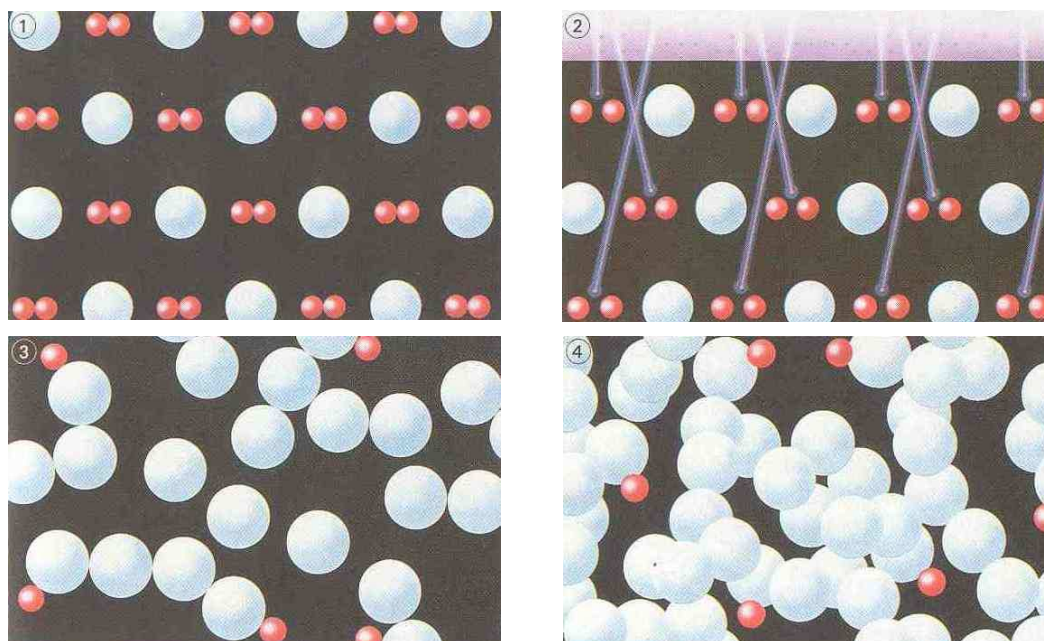
Obr. 4.5 Vliv aktivátoru na rychlost vytvrzení [4]

Lepidla vytvrzená anaerobní reakcí se v převážné části používají na lepení a těsnění kovů (např. zajištění a utěsnění závitů, utěsnění přírub, lepení válcových dílů).

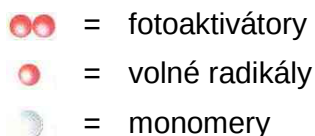
4.2 Lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením

Intenzita a vlnová délka ultrafialového záření mají zásadní vliv na dobu vytvrzení této skupiny lepidel. Aby nastala polymerace ultrafialovým zářením, musí se zajistit shoda mezi lepidlem a správnou expozicí ozáření.

Vytvrzovací proces (viz obr. 4.6): Při štěpení fotoaktivátorů zářením, vznikají volné radikály. Tyto radikály mají za následek začátek polymerace.



Obr. 4.6 Vytvrzovací proces [4]



1 – lepidlo v kapalném stavu, fotoaktivátory a monomery spolu nereagují, 2 – fotoaktivátory se mění na volné radikály pod ultrafialovým zářením, 3 – růst monomerních řetězců, 4 – lepidlo ve vytvrzeném stavu (zesítněné polymerní řetězce)

Vytvrzování ultrafialovým zářením můžeme rozdělit do tří skupin:

- hloubkové vytvrzení ultrafialovým zářením
- povrchové vytvrzování ultrafialovým zářením
- sekundární vytvrzení ultrafialovým zářením

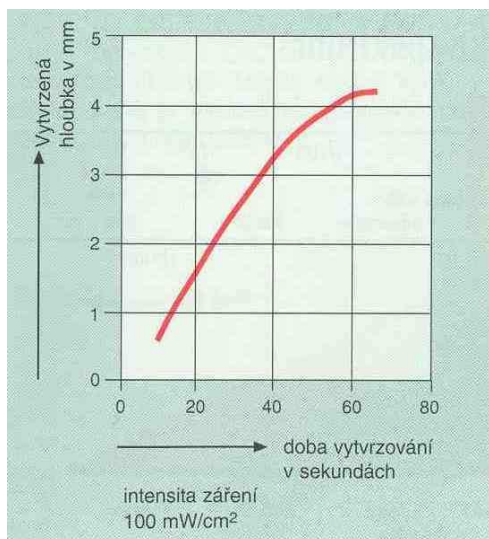
4.2.1 Hloubkové vytvrzení

Pro hloubkové vytvrzování se používá dlouhovlnné ultrafialové záření v rozsahu vlnových délek od 300 do 400 nm (UVA světlo). S rostoucí hloubkou vytvrzení roste doba vytvrzování (viz obr. 4.7)

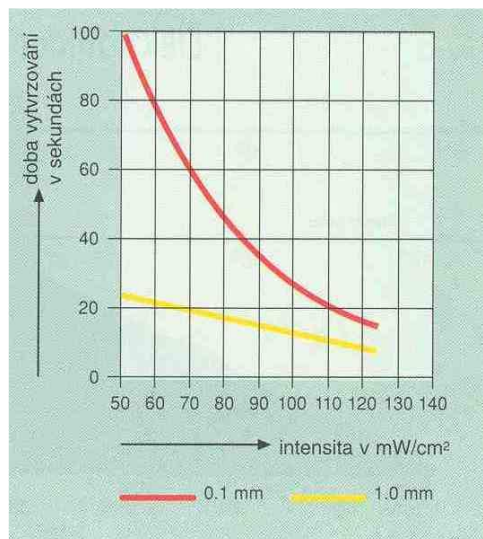
4.2.2 Povrchové vytvrzování

U povrchového vytvrzování se používá vysoká intenzita ultrafialového záření s vlnovou délkou menší než 280 nm (světlo UVC). Dodržení těchto podmínek zabrání reakci povrchu lepidla s atmosferickým kyslíkem. Tato reakce zabraňuje vytvrzování lepidla na jeho povrchu, který by mohl být lepkavý. Povrchové

vytvrzování se používá pro lepení materiálů s povlaky a vznikne-li při lepení lepidly vytvrzovanými ultrafialovým zářením přetok.



Obr. 4.7 Vytvrzování do hloubky [4]

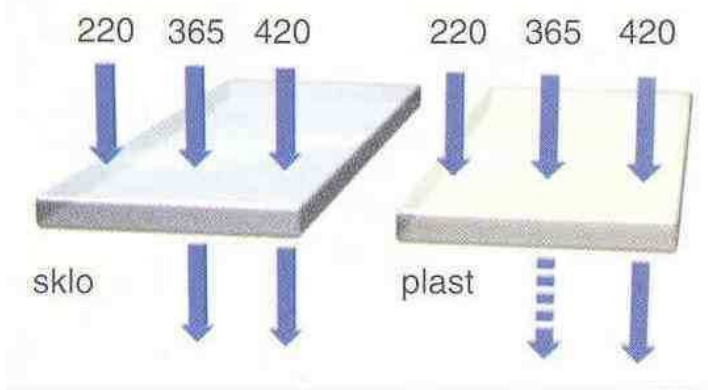


Obr. 4.8 Povrchové vytvrzování [4]

4.2.3 Sekundární vytvrzení

Vytvrzování ultrafialovým zářením se používá i jako sekundární vytvrzení, protože ne vždy se ultrafialové záření dostane k místům smočeným lepidlem. Toto vytvrzování se používá po vytvrzení anaerobní reakcí, teplem, okolní vlhkostí a aktivátory.

Použití lepidel vytvrzovaných ultrafialovým zářením závisí na propustnosti ultrafialového záření lepených materiálů. Materiály, jako jsou PC a PVC nebo podobné, je vhodnější lepit s použitím "lepidel citlivých na viditelné světlo", které lze vytvrzovat také ultrafialovým zářením UVA. Vhodnější je vytvrzovat tato lepidla s vysokou intenzitou a vlnovou délkou okolo 420 nm (systém s viditelným světlem).



Obr. 4.9 Propustnost ultrafialového záření [4]

Vlastnosti lepidel vytvrzovaných ultrafialovým zářením:

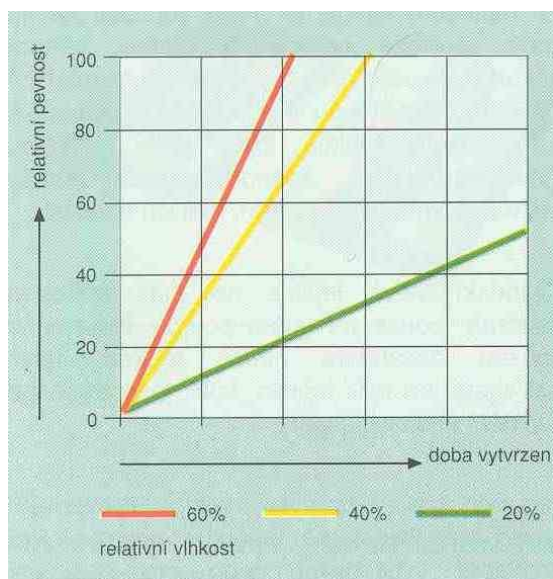
- vysoká pevnost
- schopnost lepit velké spáry
- krátká doba vytvrzení na manipulační pevnost
- dobrá až velmi dobrá chemická odolnost

- snadné dávkování (jednosložková lepidla)

Lepidla vytvrzovaná ultrafialovým zářením se používají např. k lepení skla na sklo, skla na kov a průhledných plastů, k těsnění a lepení pro vysoké pracovní teploty a k lepení kovových a plastových dílů s rychlým fixováním a vytvrzením přetoku.

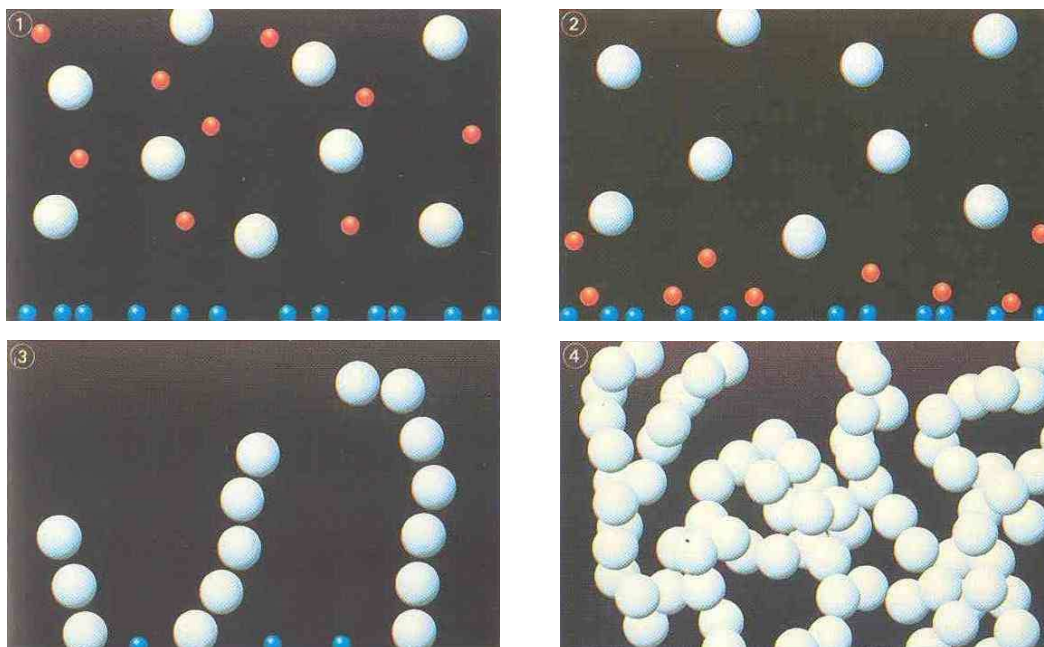
4.3 Lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí (kyanoakryláty)

Lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí polymerují ve styku se slabě alkalickými povrchy. Vytvrzení, ke kterému postačuje okolní vlhkost vzduchu a vlhkost na povrchu lepeného materiálu, proběhne během krátké doby (řádově v sekundách). Polymerace nastává od povrchu k povrchu, protože vlhkost na povrchu adherendu neutralizuje stabilizátor v lepidle. Nejkratší doba vytvrzení na manipulační pevnost nastává při nulové tloušťce filmu lepidla. Vlhkost vhodná pro dosažení kvalitního spoje je v rozmezí 40 až 60 % při pokojové teplotě. Nižší vlhkost vede k prodloužení vytvrzování, vyšší naopak vytvrzování zrychluje, ale může dojít ke zhoršení pevnosti spoje. Vzduch o vlhkosti pod 40 % pevnost lepeného spoje nezhoršuje, ale protahuje dobu vytvrzení a tím i výrobu. Vliv na dobu vytvrzení má i kyselost ($\text{pH} < 7$) a zásaditost ($\text{pH} > 7$). Kyselé povrchy vytvrzování zpomalují, nebo mu mohou i zabránit. Naopak zásadité povrchy vytvrzování zrychlují.



Obr. 4.10 Vliv relativní vlhkosti na dobu vytvrzení [4]

Vytvrzovací proces (obr. 4.11): Vlhkost na povrchu adherendu neutralizuje stabilizátor v lepidle. Tento proces zahajuje polymeraci.



Obr. 4.11 Vytvrzovací proces [4]

- = kyselé stabilizátor
- = povrchová vlhkost
- = monomery

1 – lepidlo v kapalném stavu, kyselé stabilizátor zabraňuje reakci molekul lepidla, 2 – povrchová vlhkost neutralizuje stabilizátor, 3 – začátek polymerace, 4 – lepidlo ve vytvrzeném stavu (propletené polymerní řetězce)

Materiály po nanesení kyanoakrylátového lepidla musíme rychle spojit, protože polymerace začíná během několika málo vteřin. Doba vytvrzení je závislá na okolní vlhkosti, vlhkosti povrchu adherendu, typu lepidla a teplotě okolí. Vzhledem k velmi krátké době vytvrzení je vhodné tato lepidla použít pro lepení malých součástí.

Lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí nanášíme pouze na jeden povrch. Nejlepší spoj dostaneme, když se nanese pouze tolik lepidla, kolik je ho potřeba pro vyplnění spojovací spáry.

U kyanoakrylátových lepidel se může použít také aktivátor. Aktivátor je vhodné použít, pokud není relativní vlhkost v intervalu 40 až 60 %, nebo pro zrychlení vytvrzení lepidla.

Vlastnosti lepidel vytvrzovaných aniontovou reakcí:

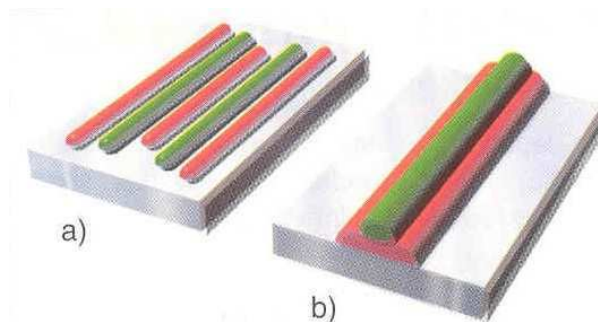
- velmi vysoká pevnost ve smyku a v tahu
- velmi krátká doba vytvrzení (řádově v sekundách)
- téměř univerzální lepidlo
- dobrá odolnost proti stárnutí

Lepidla vytvrzovaná aniontovou reakcí se používají především pro lepení kovů s plasty, kovů s kovy nebo jinými materiály a obtížně lepitelných plastů.

4.4 Lepidla vytvrzovaná aktivátory

K vytvrzení těchto lepidel dochází vždy po smíchání lepidla a aktivátoru. Vytvrzování probíhá za pokojové teploty. Ke smíchání lepidla a aktivátoru může dojít dvěma způsoby. Prvním způsobem je, že se nanese lepidlo i aktivátor na oba povrchy lepených materiálů tak, aby se nesmísily. Ke smíšení dojde až po spojení adherendů a začíná vytvrzování. Druhým způsobem je směšování lepidla a aktivátoru před nanesením na lepený povrch. Volba způsobu směšování závisí na typu lepidla.

Pokud nelze použít aktivátor kapalný, lze použít lepidla s aktivátorem, který má stejnou konsistenci jako lepidlo. Jedná se o dvousložková lepidla. Lepidlo a aktivátor se nanášejí odděleně pruh vedle pruhu, nebo pruh na pruh (viz obr. 4.12). K vytvrzování dochází po spojení obou lepených povrchů, kdy se obě komponenty navzájem smísí. Je-li doba zpracovatelnosti smíšeného lepidla delší jak 5 minut, mohou se obě složky smísit před nanesením. Výhodou je dokonalejší promísení směsi.



Obr. 4.12 Způsoby nanášení dvousložkových lepidel
a) pruh vedle pruhu, b) pruh na pruhu [4]

Vlastnosti lepidel vytvrzovaných aktivátory:

- velmi vysoká pevnost ve smyku a v tahu
- dobrá rázová odolnost (houževnatost)
- rozsah provozních teplot od - 55 °C do + 120 °C
- téměř univerzální lepidlo
- dobrá schopnost vyplnit spáru (obzvláště předem smíšené směsi)
- dobrá odolnost proti prostředí

Lepidla vytvrzovaná aktivátory se používají především pro konstrukční lepení.

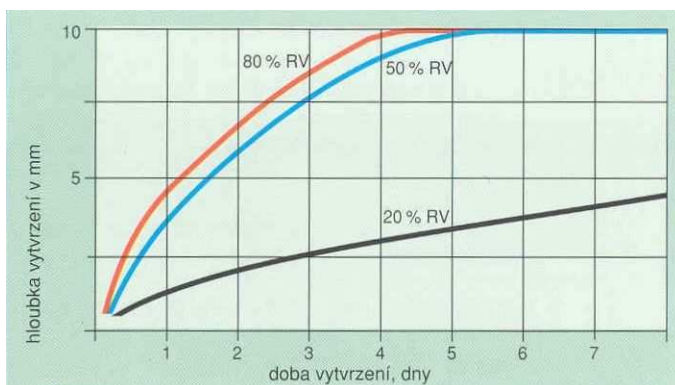
4.5 Lepidla vytvrzovaná okolní vlhkostí

Tato skupina lepidel se vytvrzuje vlivem reakce s okolní vlhkostí. Tato lepidla se dělí do dvou základních skupin – silikony a polyuretany.

4.5.1 Silikony

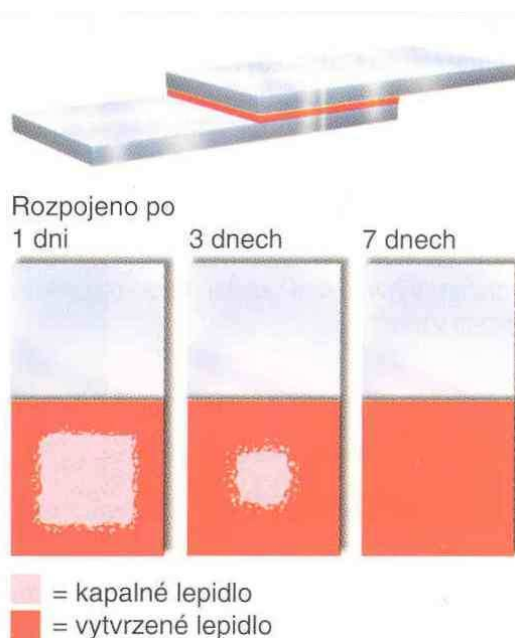
Silikony reagují za pokojové teploty s okolní vlhkostí. Oproti aniontové reakci u kyanoakrylátů, kde vlhkost neutralizuje stabilizátor v lepidle, silikony využívají přímo vody k polymerickému zesítní. Proto musí vlhkost vniknout až do místa, kde má dojít k vytvrzení. V okamžiku, kdy při reakci vnikne molekula vody mezi zesítněné molekuly silikonu, začne se uvolňovat vedlejší produkt. Uvolněný vedlejší produkt může být v závislosti na chemii vytvrzování kyselý (kyselina octová), neutrální (oxin nebo alkohol) nebo zásaditý (amin).

Doba vytvrzení u silikonů závisí na relativní vlhkosti okolí (viz obr. 4.13).



Obr. 4.13 Vliv relativní vlhkosti na dobu vytvrzení [4]

Silikonová lepidla se vytvrzují od vnějšího povrchu směrem dovnitř na ploše spoje. Hloubka vytvrzení je omezena na 10 – 15 mm. Důvodem je, že se vlhkost do větší hloubky přes vytvrzený silikon nedostane.



Obr. 4.14 Vytvrzení silikonového lepidla [4]

Vlastnosti silikonových lepidel:

- tepelná odolnost vyšší než 230 °C
- pružnost, houževnatost, vysoké prodloužení
- nízký až střední modul
- těsnění různých médií
- vynikající vyplnění spáry

Silikony se používají např. pro těsnění ploch v automobilovém průmyslu, těsnění pro vysokoteplotní aplikace a lepení a těsnění zvláště u malých částí.

4.5.2 Polyuretany

Doba vytvrzování u polyuretanů je stejně jako u silikonů závislá na relativní vlhkosti okolí. Vytvrzování nastává reakcí vody s chemickou přísadou, která obsahuje izokyanátové skupiny. Stejně jako u silikonů musí voda vniknout mezi

molekuly lepidla aby nastala polymerace. Oproti vytvrzování silikonů, nedochází u vytvrzování polyuretanů ke vzniku vedlejšího produktu. Pro dokonalou přilnavost mezi povrchem adherendu a polyuretanem je vhodné použití primerů.

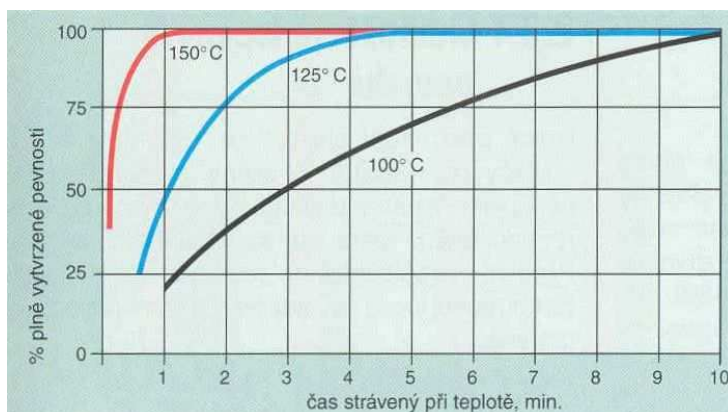
Vlastnosti polyuretanových lepidel:

- vynikající houževnatost
- pružnost, vysoké prodloužení
- vynikající vyplnění spáry
- po vytvrzení lze polyuretany natírat
- vynikající chemická odolnost

4.6 Lepidla vytvrzovaná teplem

Mezi tuto skupinu lepidel patří především jednosložková lepidla, která vytvrzují za zvýšených teplot. Většinou se jedná o epoxidová lepidla, která se vytvrzují za teplot přesahujících 100 °C.

Teplota vytvrzování je závislá na druhu lepidla. Lze říci, že čím je teplota vytvrzování vyšší, tím proběhne vytvrzení rychleji (viz obr. 4.15). Každý typ lepidla má určitou minimální teplotu, kdy dochází k aktivaci tvrdidla a začíná polymerace.



Obr. 4.15 Vliv teploty na dobu vytvrzení [4]

Vytvrzování teplem neslouží jen jako primární vytvrzování, ale jsou skupiny lepidel, kde se tento způsob vytvrzování používá jako sekundární. Vhodným příkladem jsou lepidla vytvrzovaná anaerobní reakcí, kde teplota sekundárního vytvrzení je obvykle 120 °C.

Mezi lepidla vytvrzovaná teplem patří např. epoxidy a metakryláty. Vlastnosti těchto lepidel závisí na jejich chemickém složení.

Vlastnosti lepidel vytvrzovaných teplem:

- střední až vysoká pevnost
- dobrá přilnavost k mnoha materiálům
- dobrá schopnost vyplňovat spáru
- dobrá až velmi dobrá odolnost proti prostředí

Lepidla vytvrzovaná teplem se používají především pro spojování kovů např. pro těsnění a zajišťování závitů.

4.7 Lepidla vytvrzovaná vsáknutím a odpařením rozpouštědel

V těchto lepidlech je obsaženo 20 až 60 % filmotvorných látek, které jsou rozpuštěné nebo dispergované ve vodě (nazývaná jako roztoková lepidla disperzní), anebo rozpuštěné v organických rozpouštědlech (nazývaná jako rozpouštědlová lepidla roztoková). Aplikovat tato lepidla lze pouze pokud je jeden z adherendů propustný pro plyny. Rozpouštědlová lepidla se nanášejí na obě lepené plochy, nejprve na plochu méně porézní. Tuhnutím těchto lepidel se struktura filmotvorné látky zpravidla nemění. Výjimku tvoří reaktivní disperzní lepidla, která obsahují složky schopné síťování. Při vysychání se objem naneseného lepidla zmenšuje. Hlavním znakem rozpouštědlových lepidel je špatné vyplňování lepené spáry. Proto musí lepené plochy dobře přiléhat.

5 VYUŽITÍ LEPENÍ V DOPRAVNÍM PRŮMYSLU [5], [6], [7], [8]

Lepení proniklo také do dopravního průmyslu, kde v některých případech nahradilo jiné spojovací technologie. Důraz je zde kladen především na nižší náklady na provoz a opravy, vyšší spolehlivost, dlouhou životnost a hlavně bezpečnost dopravních prostředků. Všechny tyto požadavky musí lepený spoj zajistit.

Lepení se používá především ve výrobě osobních, užitkových a nákladních automobilů, autobusů a kolejových vozidel. Další uplatnění této technologie je v opravárenství dopravních prostředků. V dopravním průmyslu se taktéž používá tmelení pro utěsnění různých součástí jako je např. převodová skříň.

Automobily představují nejrozšířenější skupinu dopravních prostředků, a proto je zde lepení používáno velice často. Lepí se zde lemy všech dveří a kapoty, střecha, hrdlo palivové nádrže, plastové interiérové díly, zrcátka a koberce na podlaze interiéru a v zavazadlovém prostoru. Také se pomocí lepidel provádí zasklívání čelního (obr. 5.1), zadního a zadních bočních skel. Pro utěsnění blatníků a součástí v motoru automobilu se používají nejrůznější tmely.



Obr. 5.1 Lepení čelního skla automobilu [7]

U autobusů je lepení taktéž rozšířené. Používá se k lepení střechy, spojování předního a zadního čela ze sklolaminátu se základním rámem, pro přímé zasklívání, lepení základní konstrukce, lepení podlahy a lepení bočních panelů na základní rám. Pro utěsnění různých panelů, skel a součástí v motoru se používají tmely.

U kolejových vozidel se využívá lepidel pro spojování plechových nebo plastových bočnic k základnímu rámu, lepení předních a zadních čel, lepení a tmelení skel a lepení plastové podlahové krytiny. Využití lepidel u motorové jednotky je zobrazeno na obr. 5.2.

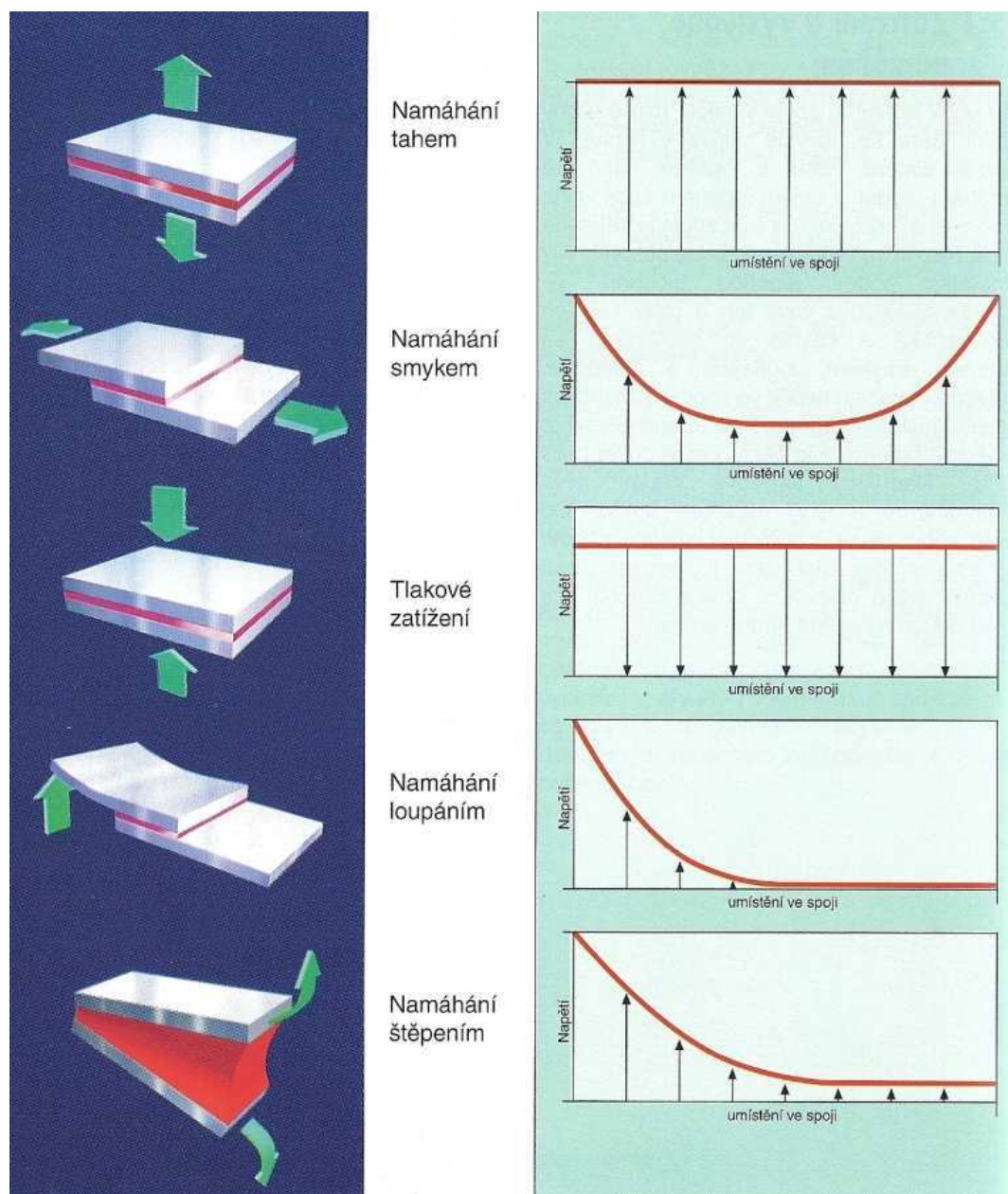


Obr. 5.2 Využití lepení u motorové jednotky [8]

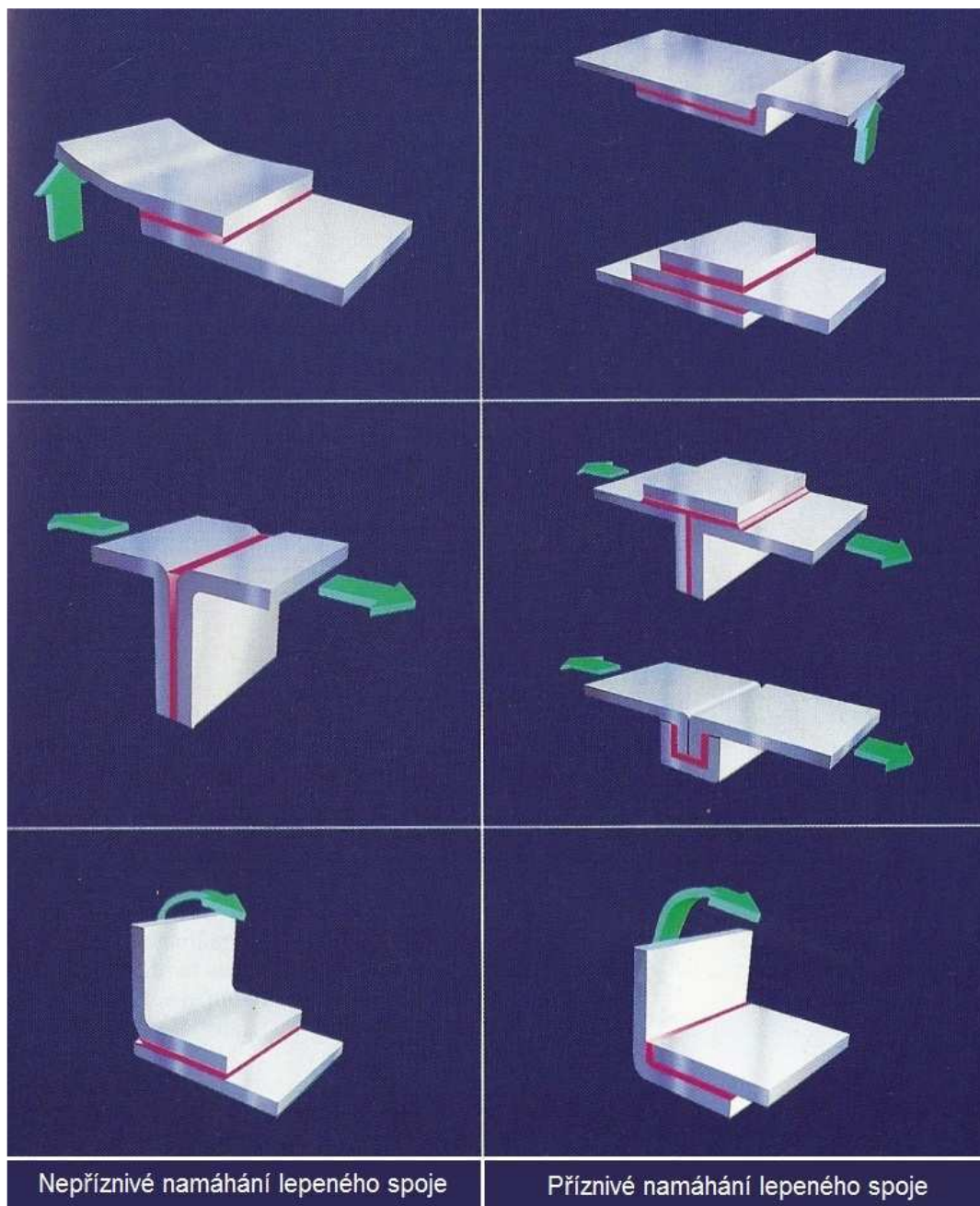
Výhod spojování dílů lepením oproti ostatním technologiím je hned několik. Lepené sestavy mají menší hmotnost než sestavy spojované svařováním. Lepidlo mezi lepenými díly tlumí vibrace a nepoškozuje jejich ochrannou vrstvu. Velkou výhodou je spojování různých materiálů a těžko svažitelných plechů. Plošná uchycení plechů zajišťuje karoserii automobilů větší pevnost a tuhost. U tmelení je výhodou těsnost spojů, která má vliv na korozní odolnost karoserie. Také nemůže dojít k elektrolytické korozi, protože vrstva lepidla je elektroizolant.

6 KONSTRUKCE A NAMÁHÁNÍ LEPENÝCH SPOJŮ [2], [4], [8], [9], [10]

Lepený spoj musí být konstruován tak, aby napětí ve spoji bylo rozloženo co nejrovnoměrněji. Křivky rozložení napětí z obr. 6.1 nám ukazují, že namáhání spoje loupáním a štěpením je naprosto nevhodné. Proto se snažíme konstruovat spoj namáhaný tlakem, tahem nebo smykem. Tato namáhání mají na lepený spoj příznivý vliv. Na obr. 6.2 jsou uvedeny některé varianty, jak změnit konstrukci lepeného spoje, aby nebyl namáhan na loupání nebo štěpení, ale byl namáhan příznivějšími způsoby.

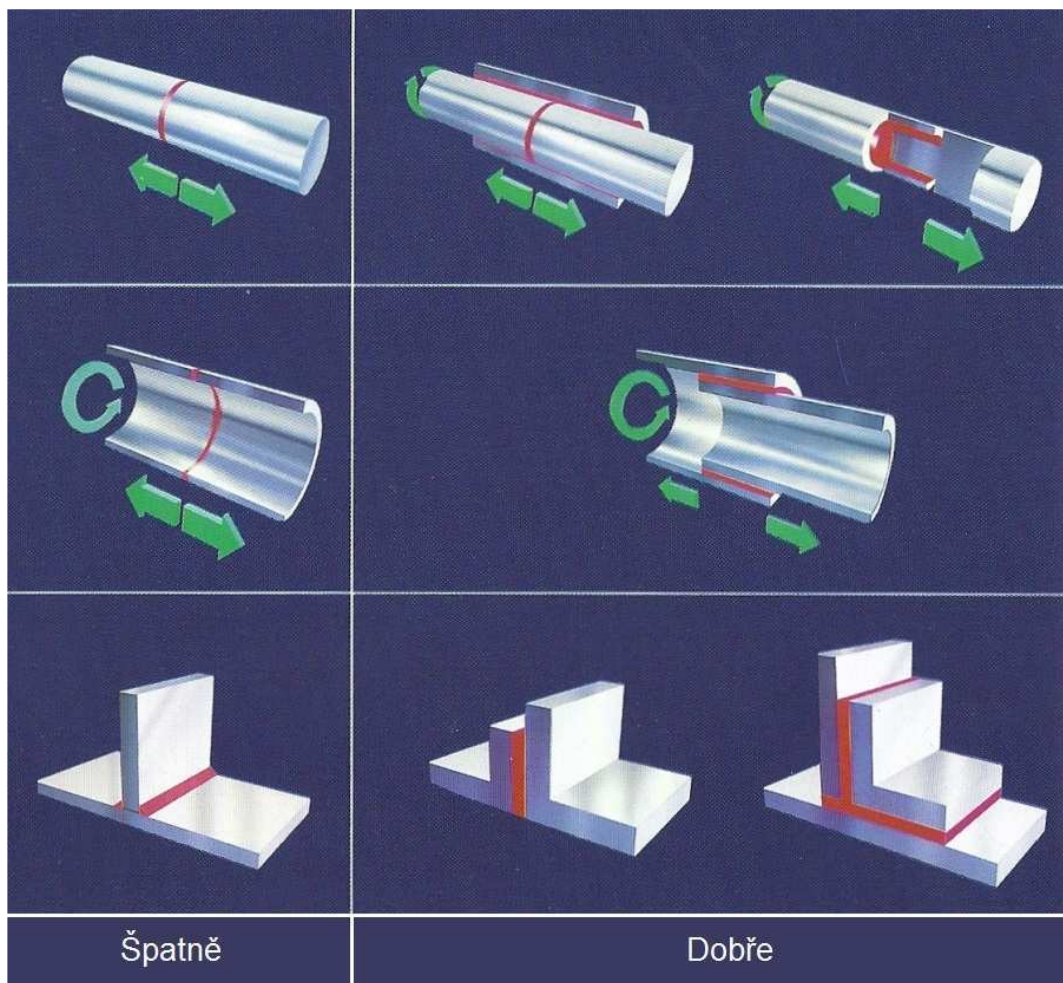


Obr. 6.1 Mechanické namáhání lepeného spoje [4]



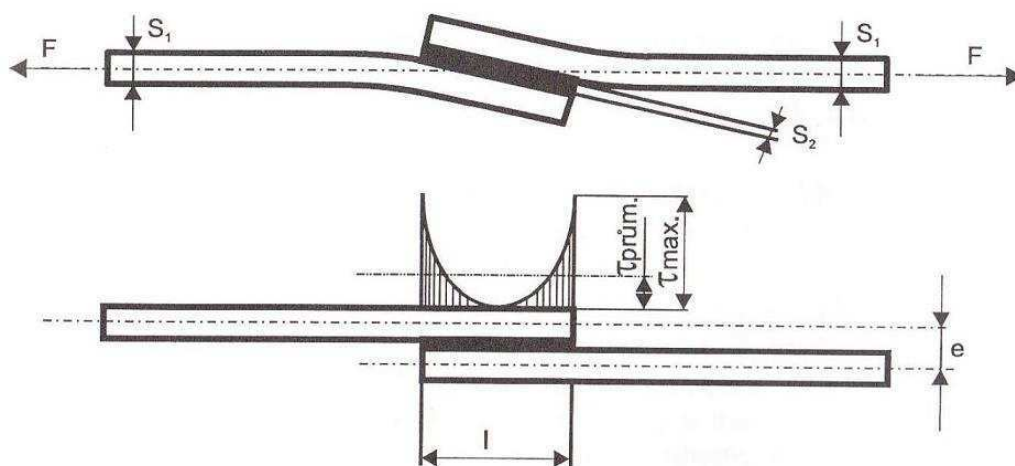
Obr. 6.2 Změna konstrukce lepeného spoje na příznivější namáhání [4]

Dalším jednoduchým a důležitým způsobem jak zvýšit pevnost lepeného spoje je zvětšení jeho lepené plochy. Při malé lepené ploše často vzniká příliš velké namáhání loupáním nebo štěpením. Velká lepená plocha zajišťuje větší tuhost lepené sestavy a tím i její pevnost. Vhodné varianty jak zvětšit lepenou plochu jsou na obr. 6.3.



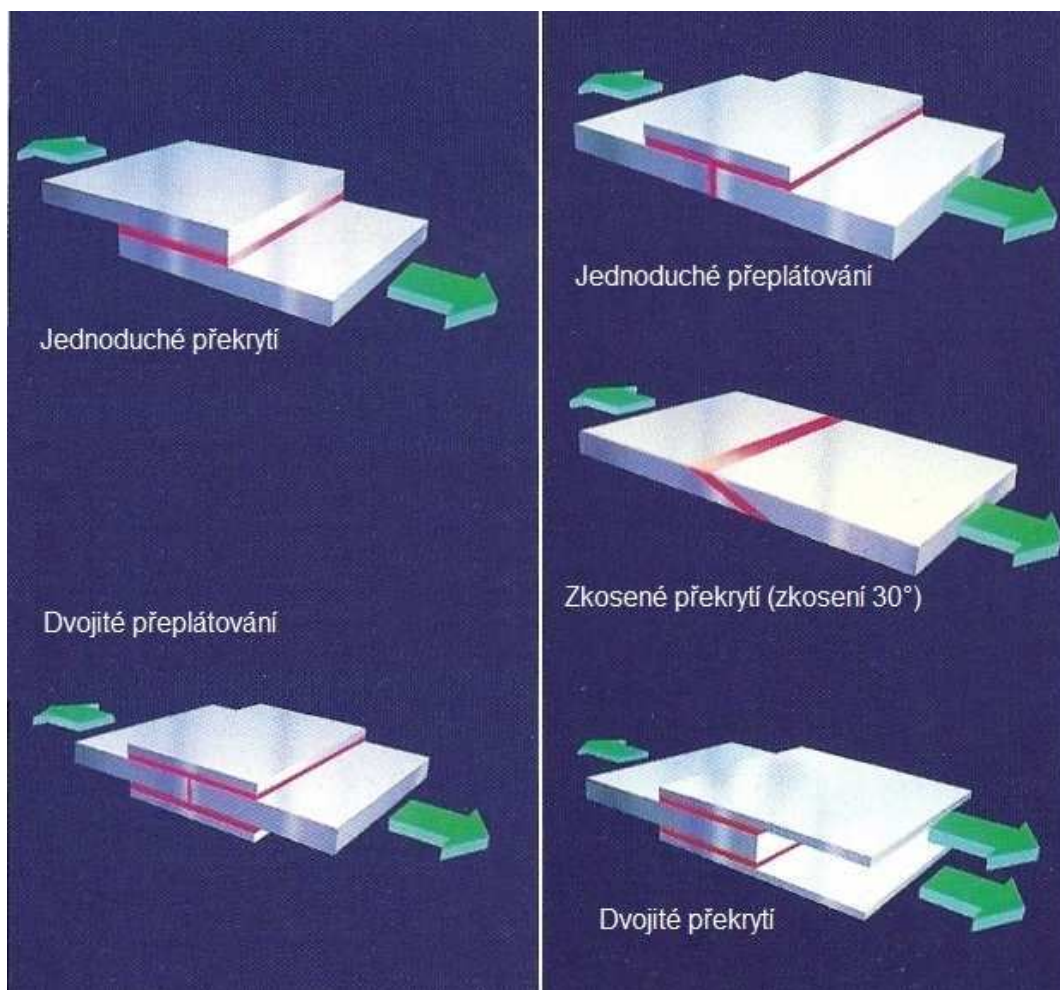
Obr. 6.3 Příznivá a méně příznivá zatížení lepených sestav. Čím větší lepená plocha, tím lépe [4]

U jednostranně překlátovaných spojů se koncentruje tahové napětí především na obou koncích překlátování, které způsobuje také namáhání odlupováním (obr. 6.4). Se zvyšujícím se zatížením spoje se na obou koncích překlátování zvyšuje napětí až do kritické hodnoty, kdy se spoj začne od konců překlátování směrem do středu spáry porušovat. Čím je větší deformace lepených částí, tím dojde k přetržení spoje dříve. Vliv na deformaci má i excentrické působení sil a ohybová pevnost lepených materiálů.



Obr. 6.4 Deformace jednostranně překlátovaných spojů v důsledku excentrického působení sil a rozložení napětí po délce překlátování [2]

Konstrukci překlátovaných lepených spojů, které jsou zatíženy excentrickými silami, je vhodné se vyhnout a zvolit jiný způsob. Vhodné úpravy k překročení potíží způsobených nesouosostí zatěžujících sil jsou znázorněny na obr. 6.5.



Obr. 6.5 Úpravy pro odstranění excentrického působení zatěžujících sil [4]

6.1 Výpočet pevnosti lepených spojů

Stejně jako u jiných metod spojování dílců, lze i u lepených spojů vypočítat jejich pevnost. Výpočet pro maximální teoretické silové zatížení lepeného spoje namáhaného smykem je dle vzorce 6.1 a výpočet maximálního teoretického zatížení krutícím momentem je dle vzorce 6.2. Tyto vzorce slouží pro výpočet pevnosti lepených spojů, které se skládají z vnitřní válcové plochy spojením s vnější válcovou plochou (např. lepení náboje na hřídel).

$$F = A \cdot \tau_{D2} \cdot f_{ges} \quad (6.1)$$

F = axiální síla [N]

A = lepená plocha [mm²]

τ_{D2} = pevnost ve smyku dle DIN 54452 [MPa]

f_{ges} = celkový faktor vlivu

$$M_k = \frac{\tau_{D2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot b}{2} \cdot f_{ges} \quad (6.2)$$

M_k = krutící moment [Nmm]

τ_{D2} = pevnost ve smyku dle DIN 54452 [MPa]

d = střední průměr válcového spojení

b = délka lepení

f_{ges} = celkový faktor vlivu

Celkový faktor vlivu se skládá z dílčích faktorů, které je nutné pro výpočet pevnosti lepeného spoje brát v úvahu. Výpočet celkového faktoru vlivu ukazuje vzorec 6.3.

$$f_{ges} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8 \quad (6.3)$$

f_1 = druh lepeného materiálu

f_2 = tloušťka spáry

f_3 = drsnost povrchu

f_4 = spojovaná plocha a vztah b/d

f_5 = směr zatížení obvodově - axiálně

f_6 = druh zatížení

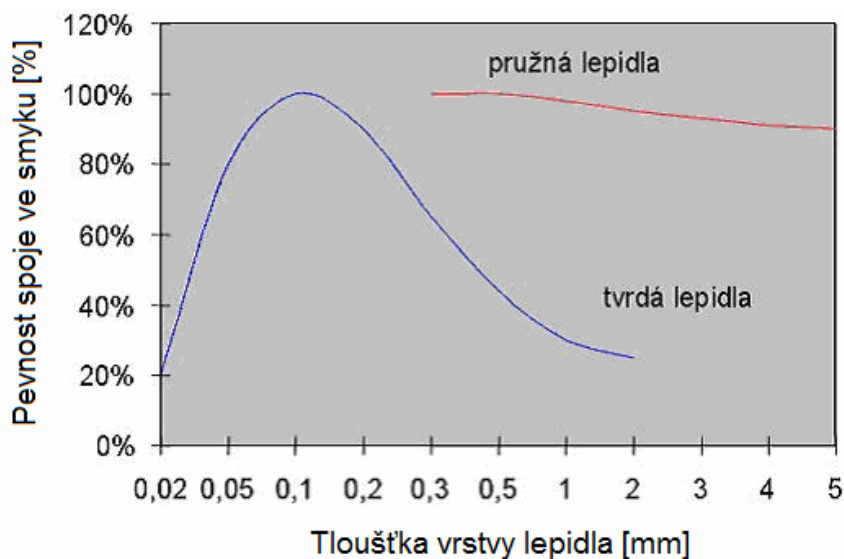
f_7 = provozní teplota

f_8 = způsob vytvrzení lepidla

6.2 Vliv tloušťky vrstvy lepidla na pevnost lepeného spoje

Důležitým faktorem, který ovlivňuje pevnost lepeného souboru, je tloušťka vrstvy lepidla. Teoreticky lze stanovit, že optimální tloušťka vrstvy lepidla se pohybuje mezi 0,05 až 0,25 mm (obr. 6.6). V praxi je to jinak. Každé lepidlo má různou maximální pevnost při různé tloušťce lepidla za stejných podmínek. Nelze tedy jednoznačně stanovit optimální vrstvu lepidla, která by byla vhodná pro všechna

lepidla. Tato vrstva však obvykle leží v intervalu teoretických hodnot. U tmelů a pružných lepidel je hodnota tloušťky vrstvy vyšší (obr. 6.6). Doporučená tloušťka lepené vrstvy každého lepidla je uvedena v návodech výrobcem. Pokud se nedodrží předepsaná hodnota vrstvy lepidla, může dojít k poklesu pevnosti a tím k ovlivnění lepeného spoje. Při aplikaci řídkých lepidel, kde by mohlo dojít k vytlačení lepicí směsi, se používají pro dodržení konstantní tloušťky lepidla distanční drátky.



Obr. 6.6 Závislost pevnosti spoje ve smyku na tloušťce vrstvy lepidla [8]

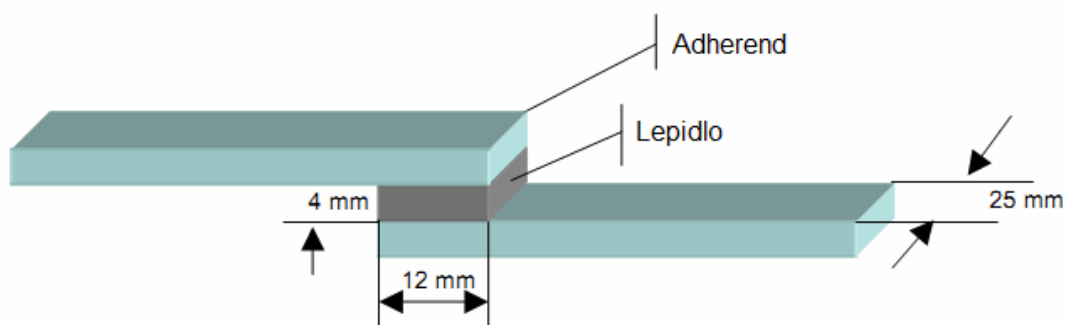
7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 Popis a cíle experimentální zkoušky

Cílem praktické části je experimentální vyhodnocení vlivu povrchu lepeného materiálu na pevnost lepeného spoje. Tento experiment byl vykonán společně s firmou Sika CZ s.r.o., která vyrábí mnoho druhů lepidel pro průmyslová použití.

Pro vykonání experimentálních zkoušek byly po dohodě s firmou Sika CZ s.r.o. zvoleny následující materiály: nerezová ocel, slitina hliníku, laminát a houževnatý polystyren (HPS). Tyto materiály mají různou úpravu povrchu, pro kterou se použily různé čistící a aktivační prostředky a primery firmy Sika CZ s.r.o. Tímto se dosáhlo různých podmínek adheze mezi povrchem adherendu a lepidlem. Použité lepidlo je rovněž od firmy Sika CZ s.r.o. a jedná se o jednosložkové polyuretanové lepidlo Sikaflex - 265.

Konstrukce lepeného spoje je navržena podle normy ISO 4587 / DIN EN 1465 a jedná se o přeplátovaný lepený spoj, kde plocha přeplátování je 25 x 12 mm (300 mm²) a tloušťka vrstvy lepidla je 4 mm v celé ploše přeplátování. Podrobný náčrt přeplátovaného sestavení je na obrázku 7.1.



Obr. 7.1 Konstrukce lepeného spoje dle ISO 4587 / DIN EN 1465 [8]

Norma ISO 4587 / DIN EN 1465 udává i velikost lepeného materiálu. Ten musí mít šířku 25 mm a minimální délku 75 mm. Pro experimentální zkoušky byly zvoleny velikosti adherendů 25 x 100 mm při tloušťce 2 mm (nerezová ocel) nebo 3 mm (slitina hliníku, laminát a houževnatý polystyren).

Pro zjišťování vlivu povrchu adherendu na pevnost lepeného spoje bylo slepeno 2 x 24 zkušebních vzorků (2 x 6 vzorků z nerezové oceli, 2 x 6 vzorků ze slitiny hliníku, 2 x 6 vzorků z laminátu a 2 x 6 vzorků z HPS). Důvodem dublování vzorků je přesnost při závěrečném vyhodnocování zkoušek. Pro simulaci zatížení lepeného spoje byla jedna třetina vzorků vložena do nádrže s demineralizovanou vodou po dobu 7 dnů a jedna třetina do kataplasmy po dobu rovněž 7 dnů, kde byla teplota 70 °C a relativní vlhkost 100 %. Následně byly všechny vzorky postupně vkládány do trhacího stroje ZD 40 a proběhla tahová zkouška smykem. Po překročení maximální smykové pevnosti lepené sestavy se vzorky přetrhly. Každý vzorek měl jinou pevnost ve smyku a tím bylo zjištěno jaká úprava povrchu je nejvýhodnější pro daný lepený materiál.

7.2 Použité materiály

7.2.1 Nerezová ocel [11]

Jedná se o chrom-niklovou austenitickou nestabilizovanou ocel označovanou dle ČSN EN 10088 jako X5CrNi18-10. Starší označování uvádí tuto ocel jako ČSN 17 240. Chemické složení je uvedeno v tab. 7.1. Vyznačuje se odolností proti korozi v prostředí běžného typu jako jsou voda, slabé alkálie a slabé kyseliny a náchylností k mezikrystalové korozi v tepelně ovlivněné oblasti již od 450 °C např. při svařování. Chemické složení vyhovuje normě pro použití výrobků v potravinářství a proto se tato ocel používá k výrobě gastronomických zařízení a vodáren na pitnou vodu.

Tab. 7.1 Chemické složení X5CrNi18-10 v hm% [12]

C	Cr	Ni	Si	Mn	P	S	N
< 0,07	17 - 19,5	8 - 10,5	≤ 1	≤ 2	≤ 0,045	≤ 0,015	≤ 0,11

7.2.2 Slitina hliníku [13]

Slitina hliníku je označována jako ČSN 42 4413 a dle ISO 209-1 jako AlMg3. Chemické složení viz tab. 7.2. Jedná se o středně pevný a nevytvrzovatelný materiál, který je odolný vůči korozi, mořské vodě a různým chemikáliím. Tuto slitinu lze dobře leštit a svařovat všemi způsoby. Svary jsou korozně odolné téměř jako základní materiál. Používá se např. pro potravinářský a chemický průmysl, konstrukce dopravních prostředků, výměníky tepla, vnitřní a vnější architekturu a součásti zemědělských a textilních strojů.

Tab. 7.2 Chemické složení AlMg3 v hm% [13]

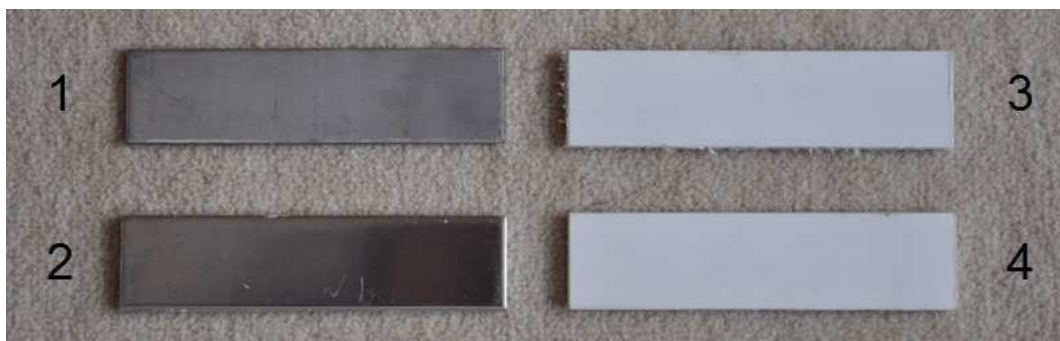
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Fe	Sb	Al
0,50	0,40	0,10	0,05 - 0,40	2,60 - 4,00	0,20	0,20	0,60	0,25	zbytek

7.2.3 Laminát [14], [15]

Laminát je kompozitní materiál tvořen pryskyřicí a základním materiálem (např. skelné vlákno, papír). Lamináty jsou vyráběny tzv. laminací, což je lisování za vysokých tlaků a teplot. Tyto materiály se vyznačují odolností proti vodě, nenasákavostí, snadnou omyvatelností, dlouhou životností atd. Používají se nejčastěji pro výrobu kánoí, skluzavek, reklamních desek, nádrží, van a dalších výrobků. Laminát zvolený pro lepení má na jedné straně bílou povrchovou úpravu zvanou gelcoat. Pro tento experiment se bude lepidlo nanášet na zmíněnou bílou povrchovou úpravu [11], [12].

7.2.4 Houževnatý polystyren - HPS [16], [17]

Houževnatý polystyren (HPS) může být označován i jako HIPS (high impact polystyrene). HPS je charakterizován zvýšenou tepelnou odolností, výbornou tvarovatelností, odolností proti poškození rázem, dobrými elektroizolačními vlastnostmi a dobrým povrchovým vzhledem. Je odolný proti polárním látkám jako jsou zásady a kyseliny alkoholu, ale není odolný proti působení organických rozpouštědel (toluen, benzen, petrolej, aceton a další). Lze jej stříhat, mechanicky obrábět, lepit atd. HPS se nejčastěji používá pro výrobu desek a předmětů vyráběných tepelným vakuovým tvářením.



Obr. 7.2 Materiály použité pro experiment
1 - nerezová ocel, 2 - slitina hliníku, 3 - laminát, 4 - HPS

7.3 Použité lepidlo, čistící a aktivční prostředky a primery

7.3.1 Sikaflex - 265

Sikaflex - 265 je jednosložkové polyuretanové lepidlo vytvrzující vzdušnou vlhkostí. Vytvrzování probíhá nejlépe při zvýšené relativní vlhkosti za pokojové teploty. Toto lepidlo se vyznačuje dobrou zpracovatelností, krátkou dobou vytvrzování, odolností proti stárnutí, stabilitou proti UV záření a je dynamicky vysoce zatížitelné. Je odolné proti vodě, mořské vodě a vodou mísitelným čistícím prostředkům a krátkodobě odolné proti tukům a olejům. Není odolné proti působení rozpouštědel, ředidel a dalším agresivním materiálům. Sikaflex - 265 je vhodné použít pro lepení skla, jak v prvovýrobě, tak i v opravárenství. Další technické parametry viz příloha 1.

Šarže: 0012712956

7.3.2 Sika Cleaner - 205

Sika Cleaner - 205 je prostředek na bázi alkoholu, který se používá pro čištění a aktivaci lepených ploch adherendu před lepením nebo tmelením jednokomponentními polyuretanovými lepidly Sikaflex. Aplikuje se na neporézní materiály jako jsou kovy, plasty, glazovaná keramika, lakované povrchy atd. Plochy, na kterých byl aplikován Sika Cleaner - 205, je nutné nechat odvětrat po dobu 10 až 120 minut. Ostatní technické údaje viz příloha 2.

Šarže: 0012523046

7.3.3 Sika Aktivator

Sika Aktivator je čistící a aktivční prostředek na bázi rozpouštědel, který je zejména vhodný pro přípravu skel před lepením a tmelením polyuretanovými lepidly Sika. Tento prostředek zvyšuje přilnavost (adhezi) mezi adherendem a lepidlem. Technický list Sika Aktivator viz příloha 3.

Šarže: 0012753998

7.3.4 Sika Primer - 204 N

Sika Primer - 204 N je základový roztok s nízkou viskozitou. Tento roztok vytvrzuje reakcí s okolní vlhkostí. Sika Primer - 204 N je formulován pro zlepšení adheze lepidel Sikaflex s kovovými materiály (např. ocel, galvanicky pokovená nerezová ocel, hliník a anodizovaný hliník). Před nanesením prostředku je nutné, aby ošetřovaná plocha byla suchá, čistá, odmaštěná a zbavena všech stop prachu.

Před aplikací Sika Primeru 204 - N se povrch ošetřuje prostředkem Sika Cleaner - 205. Další údaje viz příloha 4.

Šarže: 0012748281

7.3.5 Sika Primer - 206 G+P

Sika Primer - 206 G+P je základový roztok s černými pigmenty, který vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. Tento prostředek se používá pro přípravu povrchu při lepení skel a některých kovů a plastů před aplikováním polyuretanových lepidel firmy Sika. Pro očištění a aktivaci ošetřované plochy aplikujeme Sika Aktivator před Sika Primerem - 206 G+P. Teplota pro aplikaci prostředku Sika Primer - 206 G+P je v rozmezí +10 až +35 °C. Více technických parametrů viz příloha 5.

Šarže: 0012755518

7.3.6 Sika Primer - 209 N

Sika Primer - 209 N je nízko viskózní černě zbarvený základový roztok, který vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. Přípravek je vytvořen pro zvýšení adheze polyuretanových lepidel Sika s lakovanými plochami (např. akrylátové laky) a některými plasty (např. PC, ABS a PMMA). Ošetřovanou plochu je třeba nejdříve očistit, osušit a zbavit prachu a mastnot. Poté se aplikuje Sika Cleaner - 205 a nakonec Sika Primer - 209 N. Technická specifikace viz příloha 6.

Šarže: 0012767859

7.3.7 Sika Primer - 215

Sika Primer - 215 je transparentní až lehce nažloutlý základový roztok vytvrzující v kontaktu s okolní vlhkostí. Tento prostředek se zejména používá pro přípravu lepených ploch kompozitních plastů jako jsou lamináty, epoxidové pryskyřice, ABS, PVC, dřeva a jiné porézní materiály před aplikací polyuretanových lepidel Sika. Před nanesením Sika Primeru 215 je nutné lepenou plochu důkladně očistit a aplikovat Sika Cleaner 205. Doba potřebná pro odvětrání Sika Primeru 215 je 30 minut až 24 hodin. Další technické údaje viz příloha 7.

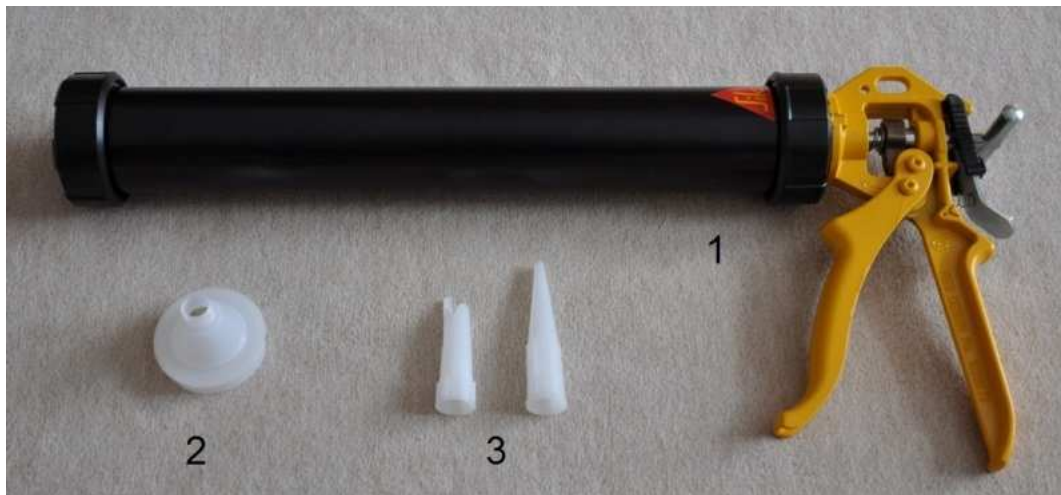
Šarže: 0012497986



Obr. 7.3 Lepidlo a další prostředky použité pro lepení

7.4 Aplikace lepidla, čističů a primerů

Polyuretanové lepidlo Sikaflex - 265 se aplikuje pomocí ruční pistole Avon 600/400 ml. Na jedné straně sáčku s lepidlem se odstříhne uzavírací spona a nasadí plastový kuželový adaptér. Poté se balení lepidla s adaptérem vsune do trubky pistole a adaptér se přitáhne převlečnou maticí. Na špičce adaptéru je závit, na který se nakonec našroubuje dýza. Lepidlo je vytlačováno ven skrz adaptér a dýzu pomocí pákového mechanismu.



Obr. 7.4 Ruční pistole Avon 600/400 ml (1), adaptér (2) a dýzy (3)

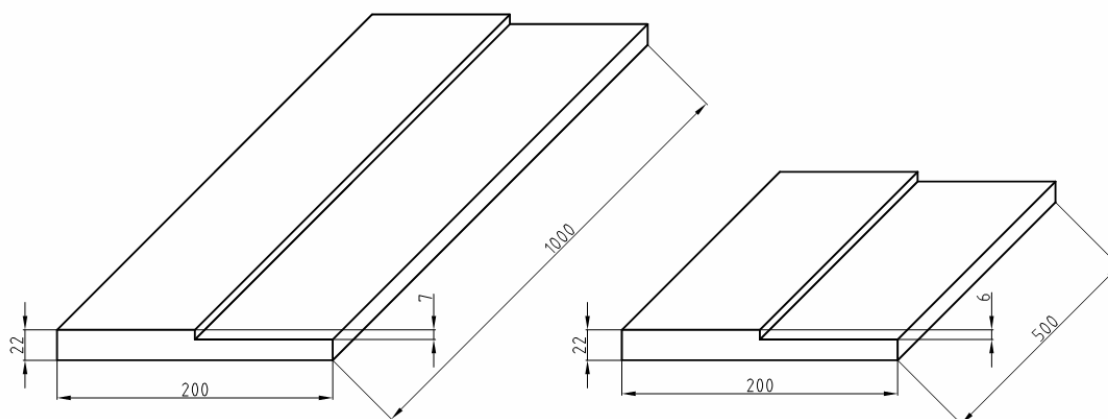
Sika Cleaner - 205 se nanášel na lepenou plochu pomocí papírové utěrky, která byla v tomto prostředku lehce namočená. Sika Aktivator je aplikován tzv. metodou "WIPE ON", která spočívá v jedenkrát a jednosměrném setření lepené plochy čistou papírovou utěrkou namočenou v Sika Aktivatoru. Poté ihned následuje jednosměrné setření povrchu čistou suchou utěrkou (tzv. "WIPE OFF").

Nanášení Sika Primeru - 204 N, Sika Primeru - 206 G+P, Sika Primeru 209 N a Sika Primeru 215 je realizováno pomocí jemných čistých štětců. Před použitím se nádoby s těmito prostředky důkladně protřepaly. Primery od firmy Sika se nanášejí v dostatečně sytém ale tenkém filmu pouze v jedné vrstvě.

7.5 Zařízení a trhací stroj

7.5.1 Přípravek pro lepení

Pro zjednodušení lepení vzorků a především pro dodržení tloušťky vrstvy lepidla 4 mm dle ISO 4587, byly vyrobeny dva dřevěné přípravky. Jedná se o desky rozměrů 200 x 1000 mm a 200 x 500 mm a tloušťkách 22 mm. Větší deska, která sloužila pro lepení slitiny hliníku, laminátu a houževnatého polystyrenu (tloušťka materiálů 3 mm), byla z poloviny obrobena frézováním o 7 mm. Menší deska sloužící pro lepení nerezové oceli (tloušťka materiálu 2 mm) byla rovněž z poloviny obrobena frézováním ale pouze o 6 mm. Hloubka odebraného materiálu přípravků závisí na tloušťkách lepených materiálů tak, aby byla dodržena lepená spára 4 mm. Nákres přípravků je znázorněn na obr. 7.5.



Obr. 7.5 Nákres přípravku pro lepení slitiny hliníku, laminátu, HPS (vlevo) a nerezové oceli (vpravo)

Při lepení vzorků byla na přípravky upevněna antiadhezivní fólie žluté barvy, která zabraňovala přilepení vzorků k přípravkům. Rozmístění vzorků na přípravku s antiadhezivní fólií je na obr. 7.6. Na obrobenou plochu přípravku se položily spodní kusy lepených materiálů a poté se na ně aplikovalo lepidlo. Následně došlo k přiložení vrchních dílů na neobrobenou plochu přípravku a nanesené lepidlo tak, aby délka přeplátování činila 12 mm. Nakonec se přeplátované spoje zatížily po dobu jednoho dne.



Obr. 7.6 Vzorky rozmístěny na přípravku

7.5.2 Demineralizovaná voda [18]

Voda vyskytující se v přírodě používaná k pitným účelům není nikdy čistá chemická sloučenina H_2O . V takovéto vodě jsou rozpuštěny plyny, minerální látky a organické látky přírodního charakteru. Voda, která je těchto látek zbavena pomocí destilace, deionizace nebo membránové filtrace, se nazývá voda demineralizovaná. Takto upravená voda sloužila u jedné třetiny vzorků jako simulace zatížení lepeného spoje. Vzorky byly uloženy v demineralizované vodě po dobu 7 dnů.

7.5.3 Kataplasma

Jedná se o zařízení, ve kterém je konstantní teplota $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost 100 %. Toto zařízení slouží k simulaci zatížení lepeného spoje a může ovlivnit

přilnavost lepidla k lepenému materiálu. Vzorky určené pro vložení do kataplasmy odolávaly tomuto prostředí po dobu 7 dnů.

7.5.4 Trhací stroj

Jedná se o hydraulický zkušební stroj ZD 40, na kterém je možné provádět tahové, tlakové a ohybové zkoušky materiálů do 400 kN. Tento zkušební stroj je propojen s řídicí jednotkou EDC 60 a počítačem, kde probíhá vyhodnocení zkoušek pomocí programu M-TEST verze 1.7. Hydraulický zkušební stroj je na obr. 7.7. Další technické informace viz příloha 33.



Obr. 7.7 Hydraulický zkušební stroj ZD 40

7.6 Postup zkoušek a příprava zkušebních vzorků

Zkušební vzorky pro experimentální vyhodnocení vlivu povrchu na pevnost lepeného spoje byly lepeny při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti 45 %. Následně lepidlo vytvrzovalo po dobu 10 dnů v prostředí, kde kolísala teplota mezi 20 až 22 °C a relativní vlhkost se pohybovala od 40 % do 50 %.

Když polyuretanové adhezivo Sikaflex - 265 vytvrdlo, měly zkušební vzorky kolem lepeného spoje přebytečné lepidlo, které bylo vytlačeno přiložením druhého dílu materiálu lepené sestavy při lepení. Vzorky s takto vytlačeným přebytečným lepidlem jsou zobrazeny na obr. 7.8.



Obr. 7.8 Vzorky po slepení s vytlačeným lepidlem

Aby byla dodržena lepená plocha 300 mm^2 dle ISO 4587, bylo zapotřebí vytlačené lepidlo oříznout. Zkušební vzorky po oříznutí vytlačeného lepidla mimo lepenou plochu jsou na obr. 7.9.



Obr. 7.9 Slepéné vzorky po oříznutí vytlačeného lepidla

Poté co byly všechny zkušební vzorky připraveny, byla 1/3 z těchto vzorků vložena do nádrže s demineralizovanou vodou na dobu 7 dnů a další 1/3 vzorků byla vložena do kataplasmy také na 7 dnů.

Nakonec byly slepené vzorky po jednom vkládány do trhačického stroje ZD 40 a byly zatěžovány dokud nedošlo k porušení lepeného spoje. Rychlost příčnicku byla dle normy ISO 4587 zvolena 20 mm/min . Vyhodnocení těchto zkoušek proběhlo řídicí jednotkou EDC 60, která zaznamenala naměřené hodnoty a grafické průběhy zkoušek. Na obr. 7.10 je zobrazen zkušební vzorek, který je upevněn v čelistích trhačického stroje ZD 40.



Obr. 7.10 Zkušební vzorek upevněný v čelistích trhačického stroje ZD 40

7.6.1 Nerezová ocel X5CrNi18-10

a) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205

Povrch nerezové oceli X5CrNi18-10 byl ošetřen čističem Sika Cleaner - 205 pomocí papírové utěrky. Prostředek po dobu 30 min odvětrával a poté došlo k aplikaci lepidla Sikaflex - 265 a slepení obou dílů lepené sestavy. Lepidlo vytvrzovalo 10 dnů.

Počet slepených vzorků s takto ošetřeným povrchem bylo 6. Pro simulaci zatížení lepeného spoje byly 2 vzorky umístěny do demineralizované vody po dobu 7 dnů a další 2 vzorky do kataplasmy rovněž po dobu 7 dnů. Zbylé 2 vzorky nebyly vystaveny namáhání.

b) Úprava povrchu: Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P

Pro druhou úpravu povrchu nerezové oceli bylo použito aktivačního prostředku Sika Aktivator a primeru Sika Primer - 206 G+P. Sika Aktivator byl aplikován pomocí papírových utěrek metodami "WIPE ON" a "WIPE OFF". Po odvětrání aktivátoru po dobu 15 min byl nanesen pomocí čistého štětce Sika Primer - 206 G+P. Po zaschnutí primeru, které trvalo 15 min, se aplikovalo lepidlo Sikaflex - 265. Po vytvoření přeplátovaného lepeného spoje se nechalo lepidlo vytvrdit po dobu 10 dnů.

Z celkového počtu 6 vzorků s takto ošetřeným povrchem byla 1/3 vzorků vložena do demineralizované vody a 1/3 do kataplasmy pro simulaci zatížení lepeného spoje.

Tab. 7.3 Označení vzorků z nerezové oceli

Označení vzorku	Povrchová úprava	Simulace zatížení spoje
1	Sika Cleaner - 205	žádná
2	Sika Cleaner - 205	žádná
1a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
2a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
1b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
2b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
3	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	žádná
4	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	žádná
3a	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	kataplasma
4a	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	kataplasma
3b	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	demineralizovaná voda
4b	Sika Aktivator + Sika Primer - 206 G+P	demineralizovaná voda

7.6.2 Slitina hliníku AlMg3

a) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205

Na lepené plochy materiálu AlMg3 byl pomocí papírové utěrky aplikován čistič Sika Cleaner - 205 a následně po dobu 50 min odvětrával na vzduchu. Po odvětrání

čističe se na lepené plochy nanalo lepidlo Sikaflex - 265 a přiložily se protikusy tak, aby byl vytvořen přeplátovaný spoj dle ISO 4587. Lepidlo vytvrzovalo následujících 10 dnů.

Po vytvrzení lepidla byly pro simulaci zatížení lepených spojů umístěny 2 vzorky do nádrže s demineralizovanou vodou a 2 vzorky do kataplasmy. Počet vzorků slitiny hliníku s úpravou povrchu Sika Cleanerem - 205 činil celkem 6.

b) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N

Druhá úprava lepeného povrchu slitiny hliníku spočívala v nanesení čističe Sika Cleaner - 205 a po odvětrání po dobu 15 min následovalo ošetření povrchu pomocí primeru Sika Primer - 204 N. Tento primer zasychal na povrchu materiálu po dobu 30 min. Poté došlo k aplikaci polyuretanového lepidla Sikaflex - 265 a následně k přiložení druhého dílu materiálu pro vznik přeplátovaného spoje. Lepidlo vytvrzovalo po dobu 10 dnů.

Touto metodou úpravy povrchu bylo vytvořeno 6 vzorků. Pro simulaci zatížení byly 2 vzorky vloženy do kataplasmy a 2 vzorky do nádrže s demineralizovanou vodou vždy po dobu 7 dnů. Poslední 2 vzorky nebyly vystaveny žádnému agresivnímu prostředí.

Tab. 7.4 Označení vzorků ze slitiny hliníku

Označení vzorku	Povrchová úprava	Simulace zatížení spoje
5	Sika Cleaner - 205	žádná
6	Sika Cleaner - 205	žádná
5a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
6a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
5b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
6b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
7	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	žádná
8	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	žádná
7a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	kataplasma
8a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	kataplasma
7b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	demineralizovaná voda
8b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 204 N	demineralizovaná voda

7.6.3 Houževnatý polystyren (HPS)

a) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205

Lepený povrch houževnatého polystyrenu byl ošetřen pomocí papírové utěrky čističem Sika Cleaner - 205 a poté čistič po dobu 60 min odvětrával. Následně bylo na očištěný povrch aplikováno lepidlo Sikaflex - 265 a přiložením druhého dílu, rovněž s očištěným lepeným povrchem, byl vytvořen přeplátovaný spoj dle ISO 4587. Lepidlo vytvrzovalo po dobu 10 dnů.

Z celkového počtu 6 vzorků s očištěným povrchem čističem Sika Cleaner - 205 byly po vytvrzení lepidla 2 vzorky vloženy po dobu 7 dnů do kataplasmy a další 2 vzorky do demineralizované vody rovněž po dobu 7 dnů.

b) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N

Druhou úpravou povrchu HPS je aplikace čističe Sika Cleaner - 205, který odvětrával po dobu 15 min, a primeru Sika Primer - 209 N. Primer, který zasychal po dobu 45 min, byl nanesen na lepenou plochu po odvětrání čističe. Poté se na ošetřený povrch nanese lepidlo Sikaflex - 265 a následně byl vytvořen přeplátovaný spoj. Doba vytvrzování lepidla byla 10 dnů.

Počet slepených vzorků s takto ošetřeným povrchem bylo 6. Dva vzorky byly umístěny do demineralizované vody po dobu 7 dnů a další 2 vzorky do kataplasmy rovněž po dobu 7 dnů pro simulování zatížení lepeného spoje. Zbývající 2 vzorky nebyly vloženy do žádného agresivního prostředí.

Tab. 7.5 Označení vzorků z HPS

Označení vzorku	Povrchová úprava	Simulace zatížení spoje
9	Sika Cleaner - 205	žádná
10	Sika Cleaner - 205	žádná
9a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
10a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
9b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
10b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
11	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	žádná
12	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	žádná
11a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	kataplasma
12a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	kataplasma
11b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	demineralizovaná voda
12b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 209 N	demineralizovaná voda

7.6.4 Laminát

a) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205

Na bílou povrchovou úpravu laminátu se nanese čistič Sika Cleaner - 205 a po dobu 45 min docházelo k jeho odvětrávání. Po odvětrání čističe se aplikovalo černé polyuretanové lepidlo Sikaflex - 265. Po přiložení horního dílu lepené sestavy došlo k stlačení lepidla a byl vytvořen přeplátovaný lepený spoj dle ISO 4587. Polyuretanové lepidlo Sikaflex - 265 vytvrzovalo po dobu 10 dnů.

S touto úpravou povrchu bylo vytvořeno celkem 6 vzorků. Dva vzorky byly umístěny do kataplasmy a další 2 vzorky do nádrže s demineralizovanou vodou. Doba, po kterou byly vzorky umístěny v kataplasmě a demineralizované vodě, byla 7 dnů. Poslední 2 vzorky nebyly vystaveny žádné simulaci zatížení lepeného spoje.

b) Úprava povrchu: Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215

Jako druhá úprava povrchu laminátu bylo za použití čističe Sika Cleaner- 205 a primeru Sika Primer - 215. Nejprve se na bílou povrchovou úpravu spodního dílu laminátu nanese pomocí papírové utěrky čistič, který odvětrával 15 min, a následně Sika Primer - 215, který zasychal 30 min. Na takto ošetřený lepený povrch se nanese polyuretanové lepidlo Sikaflex - 265 a poté došlo ke spojení s horním dílem, který měl stejně ošetřený povrch jako spodní díl, a vytvoření požadovaného přeplátovaného spoje.

S takovouto úpravou povrchu laminátu bylo slepeno celkem 6 vzorků. Z tohoto počtu vzorků byly do kataplasmy vloženy 2 vzorky po dobu 7 dnů a do nádrže s demineralizovanou vodou také 2 vzorky rovněž na dobu 7 dnů. Kataplasma a demineralizovaná voda sloužila jako simulace zatížení lepených spojů.

Tab. 7.6 Označení vzorků z laminátu

Označení vzorku	Povrchová úprava	Simulace zatížení spoje
13	Sika Cleaner - 205	žádná
14	Sika Cleaner - 205	žádná
13a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
14a	Sika Cleaner - 205	kataplasma
13b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
14b	Sika Cleaner - 205	demineralizovaná voda
15	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	žádná
16	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	žádná
15a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	kataplasma
16a	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	kataplasma
15b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	demineralizovaná voda
16b	Sika Cleaner - 205 + Sika Primer - 215	demineralizovaná voda

7.7 Vyhodnocení zkoušek

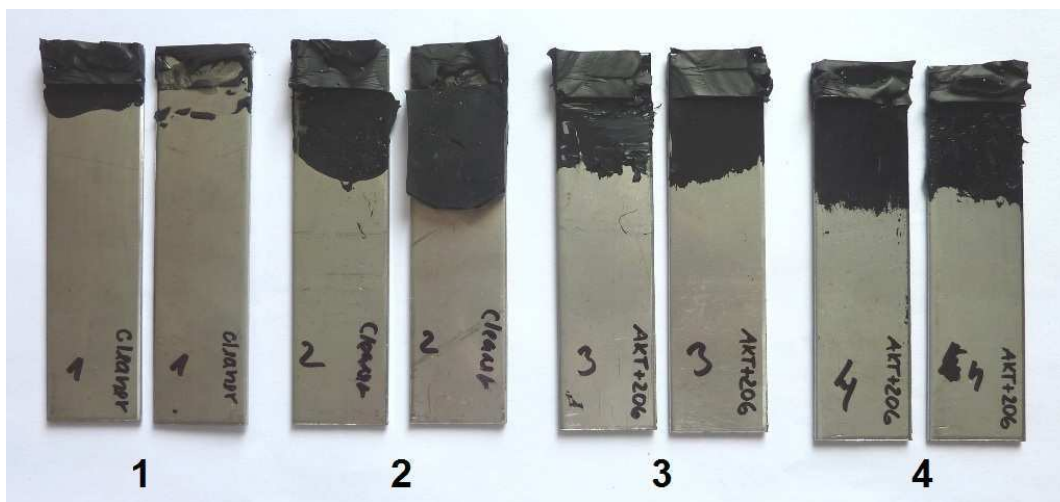
U přetržených zkušebních vzorků byla sledována přilnavost lepidla na povrch lepených materiálů s různou úpravou povrchu a maximální dosažené hodnoty pevnosti spoje. Pevnost lepených vzorků byla závislá na adhezi mezi lepidlem a lepeným materiálem a kohezi polyuretanového lepidla Sikaflex - 265. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v tab. 7.7.

Tab. 7.7 Hodnoty maximální síly $F_{\max}$ a meze pevnosti R_m zkušebních vzorků

Označení vzorku	Maximální síla $F_{\max}$ [N]	Mez pevnost R_m [MPa]
1	790,0	2,63
2	1 015,6	3,39
1a	1 053,2	3,51
2a	526,8	1,76
1b	1 467,2	4,89
2b	893,2	2,98
3	1 457,6	4,86
4	1 467,2	4,89
3a	874,8	2,92
4a	2 614,4	8,71
3b	1 758,4	5,86
4b	978,0	3,26
5	1 250,8	4,17
6	1 486,0	4,95
5a	1 025,2	3,42
6a	1 457,6	4,86
5b	1 702,0	5,67
6b	1 175,6	3,92
7	1 392,0	4,64
8	1 138,0	3,79
7a	1 598,8	5,33
8a	780,8	2,60
7b	2 426,4	8,09
8b	1 908,8	6,36
9	705,6	2,35
10	131,6	0,44
9a	216,4	0,72
10a	282,4	0,94
9b	150,4	0,50
10b	160,0	0,53
11	178,8	0,60
12	178,8	0,60
11a	244,8	0,82
12a	282,4	0,94
11b	188,0	0,63
12b	188,0	0,63
13	893,6	2,98
14	592,4	1,97
13a	1044,0	3,48
14a	743,2	2,48
13b	761,6	2,54
14b	686,4	2,29
15	254,0	0,85
16	235,2	0,78
15a	160,0	0,53
16a	244,8	0,82
15b	178,8	0,60
16b	272,8	0,91
Nerezová ocel	Slitina hliníku	HPS
		Laminát

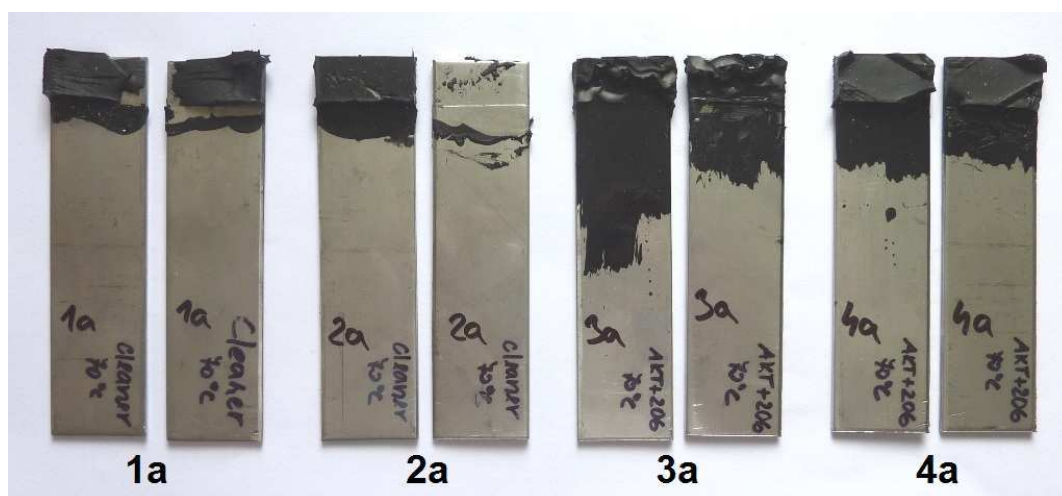
7.7.1 Nerezová ocel X5CrNi18-10

U přetržených zkušebních vzorků 1; 2; 3 a 4 byla nejmenší hodnota meze pevnosti naměřena na vzorku 1. Hodnota meze pevnosti byla 2,63 MPa. Lepený spoj po přetržení vykazoval nedostatečnou adhezi mezi lepidlem a materiálem na více než polovině lepené plochy. Lepený vzorek 2 dosáhl po přetržení meze pevnosti 3,39 MPa a adheze mezi polyuretanovým lepidlem a lepeným materiálem byla dostatečná asi na 90 % lepené plochy. Vzorky 3 a 4 dosáhly téměř totožné pevnosti (4,86 MPa a 4,89 MPa). Adheze mezi lepidlem Sikaflex - 265 a nerezovou ocelí byla dostatečná u vzorku 3 v celé lepené ploše a u zkušebního vzorku 4 asi na 90 % lepené plochy. Grafické znázornění tahové zkoušky smykem pro vzorky 1; 2; 3; a 4 jsou v přílohách 9 a 12. Na obr. 7.11 jsou patrné zkušební vzorky 1; 2; 3 a 4 po přetržení.



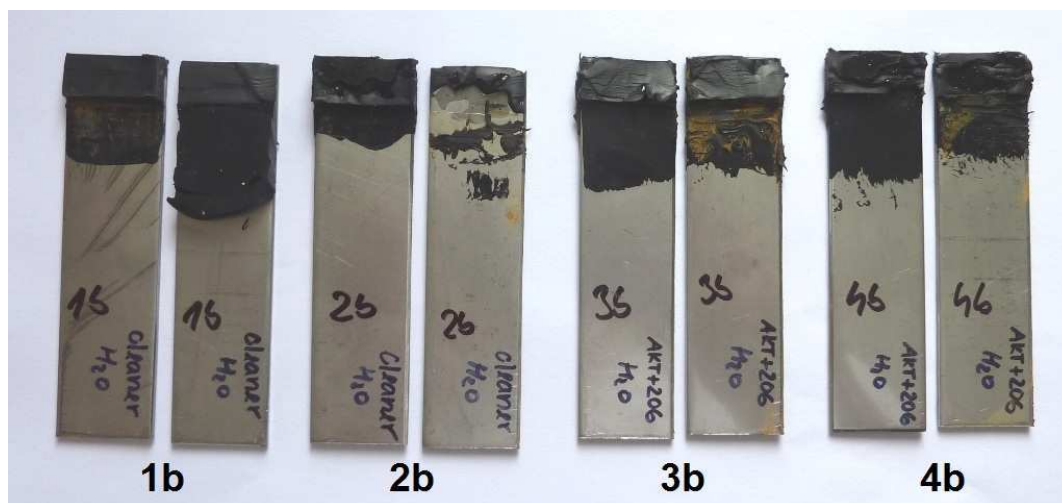
Obr. 7.11 Zkušební vzorky 1; 2; 3 a 4 po přetržení

Hodnota meze pevnosti vzorku 1a byla 3,51 MPa a lepený spoj vykazoval dostatečnou adhezi mezi lepidlem a materiálem asi na 80 % lepené plochy. Vzorek 2a dosáhl pevnosti pouze 1,76 MPa. Příčinou takhle nízké hodnoty mohlo být nedostatečné očištění povrchu. Vzorek 3a dosáhl pevnosti 2,92 MPa. Po roztržení tohoto vzorku bylo sledováno, že lepená spára byla nedostatečně vyplněna lepidlem. Nejvyšší hodnotu meze pevnosti ze všech zkoušených vzorků měl vzorek 4a. Tato hodnota vystoupala až na 8,71 MPa. Takto vysoké číslo bylo dáno dostatečnou adhezí mezi lepidlem a materiálem v celé ploše přepletování a vysokou kohezí polyuretanového lepidla Sikaflex - 265. Grafy průběhů tahových zkoušek smykem pro vzorky 1a; 2a; 3a; a 4a jsou v přílohách 10 a 13. Zkušební vzorky 1a; 2a; 3a a 4a po přetržení jsou na obr. 7.12.



Obr. 7.12 Zkušební vzorky 1a; 2a; 3a a 4a po přetržení

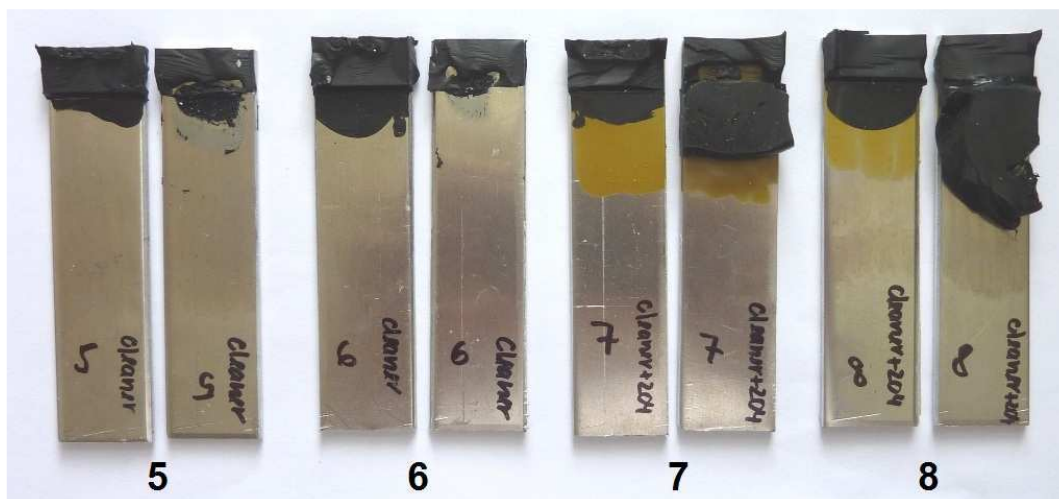
Zkušební vzorky 1b a 3b dosáhly pevnosti 4,89 MPa respektive 5,86 MPa. Tyto hodnoty pevnosti byly dosaženy za pomoci dostatečné adheze mezi polyuretanovým lepidlem a materiálem a velmi dobrou kohezí vlastního lepidla. U vzorku 2b byla naměřena pevnost 2,98 MPa i přes to, že adheze na více než 50 % plochy lepeného spoje byla nedostatečná. Lepený vzorek 4b po přetržení na trhačím stroji ZD 40 dosáhl meze pevnosti 3,26 MPa. Lepený spoj vykazoval nedostatečnou adhezi asi na 30 % plochy. Grafické znázornění tahových zkoušek smykem pro vzorky 1b; 2b; 3b; a 4b jsou v přílohách 11 a 14. Na obr. 7.13 jsou patrné přetržené zkušební vzorky 1b; 2b; 3b a 4b.



Obr. 7.13 Zkušební vzorky 1b; 2b; 3b a 4b po přetržení

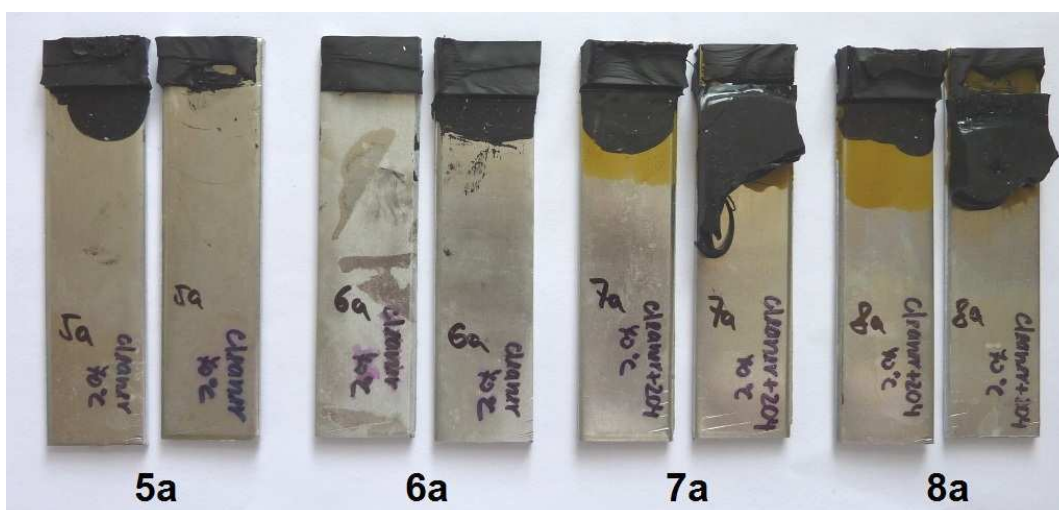
7.7.2 Slitina hliníku AlMg3

Zkušební vzorky 5; 6; 7 a 8 po přetržení na trhačím stroji vykazovaly podobnou mez pevnosti. Pevnosti těchto vzorků byly v intervalu mezi 3,79 MPa a 4,95 MPa. Lepená plocha, na které byla dostatečná adheze mezi lepidlem a materiálem, byla u zkušebních vzorků 5 až 7 na více než 90 %. Adheze u vzorku 8 byla v celé ploše přehlátování. V přílohách 15 a 18 jsou graficky znázorněny průběhy zkoušek těchto vzorků. Zkušební vzorky 5; 6; 7 a 8 po přetržení jsou na obr. 7.14.



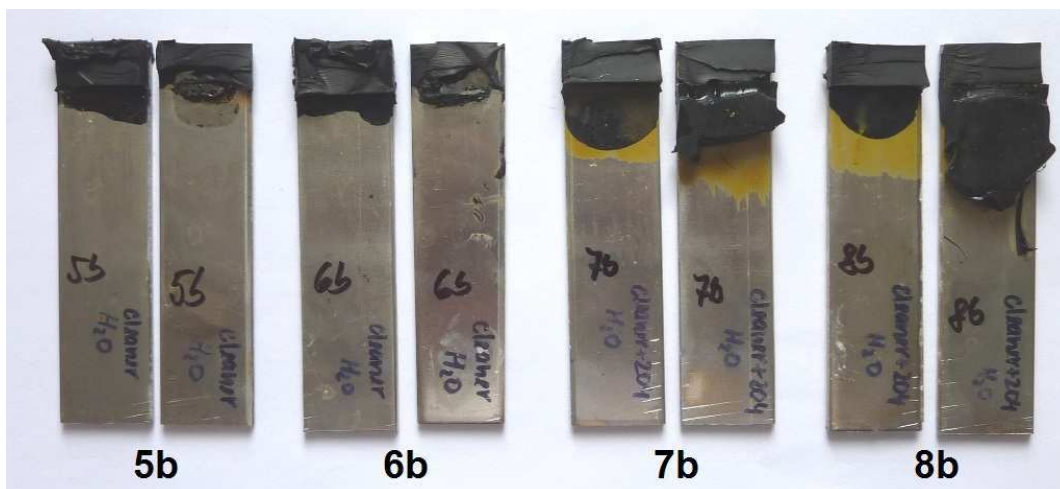
Obr. 7.14 Zkušební vzorky 5; 6; 7 a 8 po přetržení

Lepený vzorek 5a dosáhl pevnosti 3,42 MPa. Přílnavost mezi lepidlem a lepeným materiálem byla cca na 90 % lepené plochy. U vzorku 8a bylo z důvodu nedostatečné adheze mezi materiálem a lepidlem Sikaflex - 265 na 50 % lepené plochy docíleno pevnosti pouze 2,60 MPa. Zkušební vzorky 6a a 7a vykazovali největší pevnosti (4,86 MPa a 5,33 MPa) z těchto vzorků. Důvodem byla dostatečná přílnavost mezi slitinou hliníku a polyuretanovým lepidlem v celé lepené ploše spoje. Vzorky 5a; 6a; 7a; a 8a po přetržení na trhačím stroji ZD 40 jsou zobrazeny na obr. 7.15. Grafické průběhy tahových zkoušek smykem těchto zkušebních vzorků jsou v přílohách 16 a 19.



Obr. 7.15 Zkušební vzorky 5a; 6a; 7a a 8a po přetržení

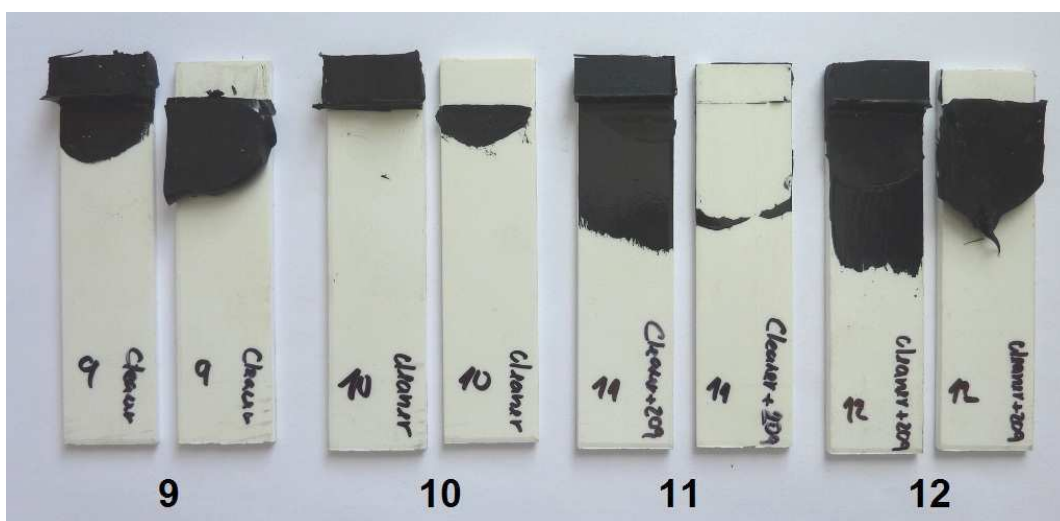
Hodnoty meze pevnosti 5,67 MPa se docílilo u zkušebního vzorku 5b. Adheze mezi lepidlem a očištěnou plochou lepeného materiálu byla dostatečná asi na 90 % lepené plochy. Vzorek 6b měl dostatečnou adhezi mezi povrchem materiálu a lepidlem na 80 % lepené plochy a bylo dosaženo pevnosti 3,92 MPa. Vzorky 7b a 8b se vyznačovaly vysokou pevností (8,09 MPa a 6,36 MPa). Důvodem byla dostatečná přílnavost lepidla na materiál v celé lepené ploše. Tato přílnavost byla způsobena dokonalým očištěním povrchu a následné dobré aplikaci primeru Sika Primer - 204 N. Grafická znázornění zkoušek lepených vzorků 5b; 6b; 7b a 8b jsou v přílohách 17 a 20. Na obr. 7.16 jsou vidět tyto vzorky po přetržení.



Obr. 7.16 Zkušební vzorky 5b; 6b; 7b a 8b po přetržení

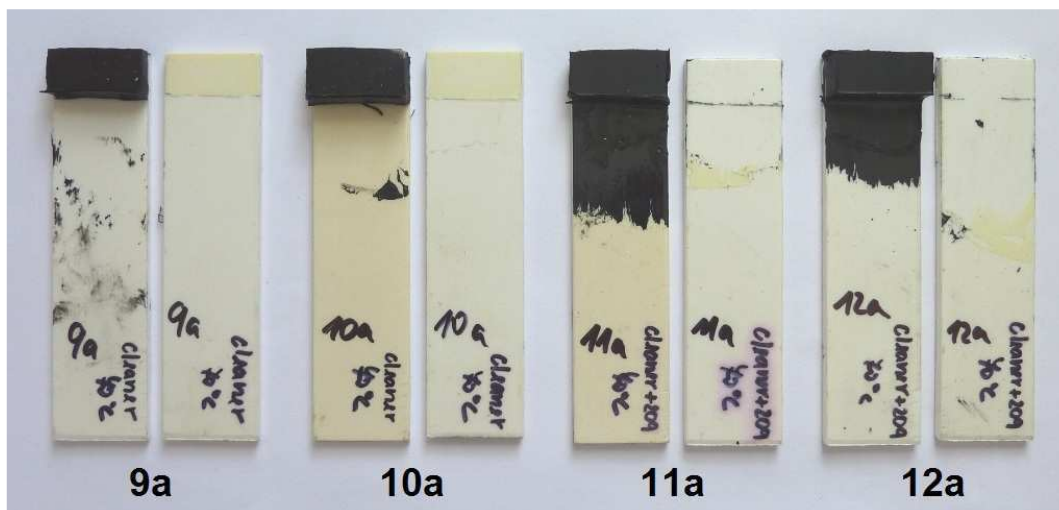
7.7.3 Houževnatý polystyren (HPS)

Lepené vzorky z houževnatého polystyrenu se vyznačovaly velmi malou pevností, která byla způsobena nedostatečnou přilnavostí lepidla na očištěný materiál. Vzorky 10; 11 a 12 dosáhly pevnosti 0,44 MPa, 0,60 MPa a 0,60 MPa. Vzorek 9 docílil pevnosti 2,35 MPa a je to nejvyšší hodnota ze všech zkušebních vzorků z HPS. Grafy průběhů trhacích zkoušek zkušebních vzorků 9; 10; 11 a 12 jsou v přílohách 21 a 24. Na obrázku 7.17 jsou patrné lepené plochy těchto vzorků po přetržení.



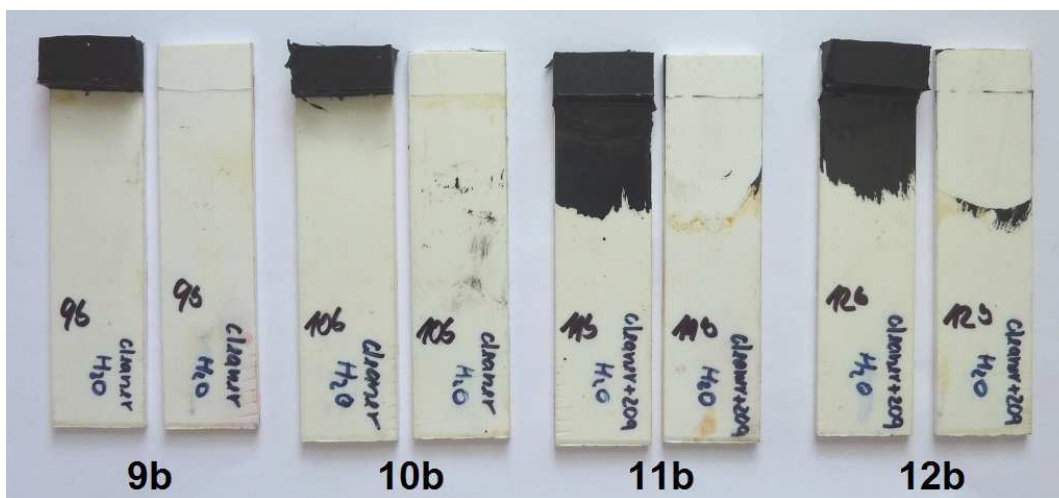
Obr. 7.17 Zkušební vzorky 9; 10; 11 a 12 po přetržení

Zkušební vzorky 9a; 10a; 11a a 12a byly před destrukcí na trhacím zařízení vloženy do kataplasmy po dobu 7 dnů. Všechny tyto vzorky se vyznačovaly malou pevností (0,72 MPa až 0,94 MPa), která byla zapříčiněna nízkou adhezí mezi lepidlem Sikaflex - 265 a povrchem HPS. Grafické znázornění tahových zkoušek smykem pro vzorky 9a; 10a; 11a; a 12a jsou v přílohách 22 a 25. Na obr. 7.18 jsou zobrazeny tyto zkušební vzorky po přetržení na trhacím stroji.



Obr. 7.18 Zkušební vzorky 9a; 10a; 11a a 12a po přetržení

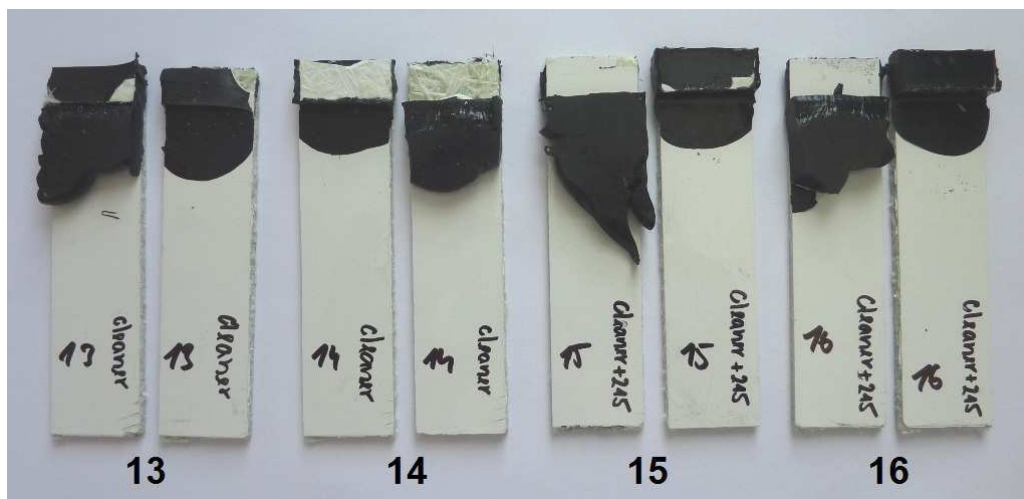
Vzorky 9b; 10b; 11b a 12 b se vyznačovaly velmi malou pevností jako i ostatní zkušební vzorky z houževnatého polystyrenu. Nízká pevnost je dána malou přilnavostí lepidla na lepený materiál a nemá na to vliv ani úprava povrchu s použitím čističe a primeru. Hodnoty meze pevnosti byly v intervalu mezi 0,50 MPa a 0,63 MPa. Lepené vzorky 9b; 10b; 11b a 12 b po přetržení jsou na obr. 7.19. Grafické průběhy zkoušek těchto vzorků jsou v přílohách 23 a 25.



Obr. 7.19 Zkušební vzorky 9b; 10b; 11b a 12b po přetržení

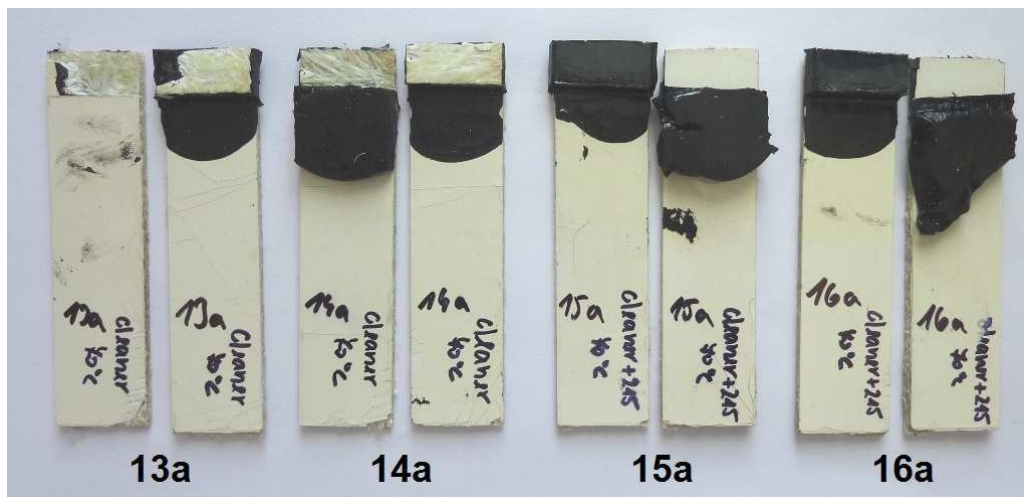
7.7.4 Laminát

Zkušební vzorky z laminátu 13 a 14 dosáhly pevnosti 2,98 MPa a 1,97 MPa. U vzorku 13 došlo k odloupení bílé povrchové úpravy od laminátu asi na 10 % lepené plochy a u vzorku 14 na celé lepené ploše. Vzorky 15 a 16, které byly ošetřeny čističem i primerem, dosáhly nízké pevnosti (0,85 MPa a 0,78 MPa) a to z důvodu nedostatečné přilnavosti lepidla na lepený materiál na celé ploše přeplátování. Grafické závislosti tahové zkoušky smykem vzorků 13; 14; 15 a 16 jsou v přílohách 27 a 30. Na obr. 7.20 jsou zobrazeny tyto vzorky po přetržení na trhacím stroji.



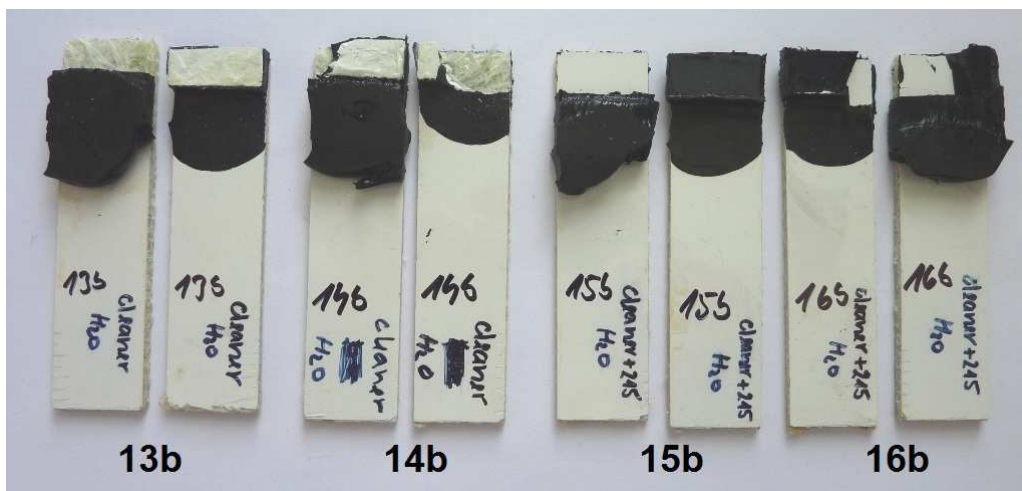
Obr. 7.20 Zkušební vzorky 13; 14; 15 a 16 po přetržení

U lepených vzorků 13a a 14a byla dostatečná adheze mezi povrchovou úpravou gelcoat a lepidlem téměř na celé lepené ploše, ale byla nedostatečná přilnavost mezi povrchovou úpravou a vlastním laminátem. Vzorek 13a dosáhl pevnosti 3,48 MPa a vzorek 14a 2,48 MPa. Vzorky 15a a 16a vykazovaly pevnost pouze 0,53 MPa a 0,82 MPa a to opět z důvodu nepřilnavosti polyuretanového lepidla Sikaflex - 265 na lepený materiál. Přetržené lepené vzorky jsou na obr. 7.21. Grafické průběhy zkoušek jsou v přílohách 21 a 38.



Obr. 7.21 Zkušební vzorky 13a; 14a; 15a a 16a po přetržení

Zkušební vzorky 13b a 14b se vyznačovaly podobnou pevností (2,54 MPa a 2,29 MPa). Opět u těchto vzorků došlo k odtržení bílé povrchové úpravy od laminátu v celé lepené ploše. Vzorky 15b a 16b vykazovaly nedostatečnou adhezi mezi lepidlem a lepeným materiálem. Pevnost u těchto vzorků byla 0,60 MPa a 0,91 MPa. Grafy průběhů trhacích zkoušek vzorků 13b; 14b; 15b a 16b jsou v přílohách 29 a 32. Tyto vzorky po roztržení jsou zobrazeny na obr. 7.22.



Obr. 7.22 Zkušební vzorky 13b; 14b; 15b a 16b po přetržení

ZÁVĚRY

Pro experiment, který je popsán v této diplomové práci, bylo slepeno celkem 48 zkušebních vzorků ze čtyř různých materiálů (nerezová ocel, slitina hliníku, houževnatý polystyren a laminát). Z každého materiálu bylo pomocí polyuretanového lepidla Sikaflex - 265 slepeno 12 vzorků. U poloviny z těchto 12 vzorků byla provedena úprava povrchu čističem Sika Cleaner – 205. Druhá polovina vzorků měla povrch ošetřen Sika Cleanerem - 205 nebo Sika Aktivátorem (pouze nerezová ocel) a po odvětrání těchto prostředků došlo k aplikaci příslušného Sika Primeru.

Zkušební vzorky slepené z nerezové oceli polyuretanovým lepidlem vykazovaly vysokou pevnost ve smyku, pokud byl povrch ošetřen aktivačním prostředkem Sika Aktivator a primerem Sika Primer - 206 GP. Nejvyšší pevnosti z těchto vzorků dosáhl zkušební vzorek 4a (8,71 MPa). Pevnost ve smyku u vzorků, které měly na lepeném povrchu aplikován pouze čistič Sika Cleaner - 205, oscilovala kolem hodnoty 3 MPa.

U slepených vzorků ze slitiny hliníku nemělo na pevnost spoje vliv, byl-li povrch lepeného materiálu ošetřen čističem Sika Cleaner - 205 nebo stejným čističem a primerem Sika Primer - 204 N. Pokud došlo k dokonalému očištění lepeného povrchu, pevnost spoje dosáhla na více než 8 MPa.

Lepení plastů je složitá záležitost, protože adheze mezi lepidly a některými druhy plastů není dostatečná. Stejný problém nastal i u zkušebních vzorků z houževnatého polystyrenu (HPS). Po přetržení těchto vzorků, vyjma jednoho, na trhačím stroji nepřekročila pevnost spoje 1 MPa. Žádné zlepšení adheze lepidla na lepený povrch HPS nepřinesla ani úprava lepeného povrchu pomocí čističe Sika Cleaner - 205 a primeru Sika Primer - 209 N.

Laminát, který byl použit pro tento experiment, měl na jedné straně bílou povrchovou úpravu zvanou gelcoat, na kterou se po očištění nanášelo lepidlo. Pokud byl povrch očištěn pouze čističem Sika Cleaner - 205, pevnost zkušebních vzorků většinou přesahovala 2 MPa. Adheze mezi lepidlem a povrchovou úpravou gelcoat byla dostatečná, ale dosažení takto nízké pevnosti bylo z důvodu odtržení této bílé povrchové úpravy od vlastního laminátu. Vzorky z laminátu, které byly ošetřeny čistícím prostředkem Sika Cleaner - 205 a primerem Sika Primer 215 dosáhly velmi malé pevnosti (max. 0,91 MPa). Příčinou byla nedostatečná adheze mezi lepidlem a úpravou gelcoat.

Ze všech 48 zkušebních vzorků bylo 16 vzorků vloženo do kataplasmy, kde byla teplota 70°C a relativní vlhkost 70 %, po dobu 7 dnů. Další 16 vzorků bylo vloženo rovněž po dobu 7 dnů do nádrže s demineralizovanou vodou. To bylo provedeno z důvodu simulace namáhání lepeného spoje agresivním prostředím. Porovnáním výsledků tahové zkoušky smykem lze říci, že tato agresivní prostředí, nemají na pevnost lepeného spoje u zkoušených vzorků téměř žádný vliv.

Závěrem lze konstatovat, že pevnost lepených sestav je závislá na několika faktorech. Důležitý je správný výběr čistících a aktivačních prostředků a primerů pro úpravu povrchu každého lepeného materiálu, dokonalé očištění a ošetření lepeného povrchu, který zajišťuje dostatečnou adhezi mezi lepidlem a lepeným povrchem. Pokud jsou tyto podmínky splněny, jediným ovlivňujícím faktorem pevnosti lepeného spoje je vlastní koheze vytvrzeného lepidla.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [19]

1. OSTEN, Miloš. *Práce s lepidly a tmely*. 3. vyd. Praha1: SNTL, 1986. 285 s.
2. POKORNÝ, Jiří. *Lepení a tmelení v dílně i domácnosti*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 104 s. ISBN 80-7169-857-1
3. OSTEN, Miloš. *Lepení plastických hmot*. Praha1 : SNTL, 1972. 152 s.
4. KOLEKTIV AUTORŮ. *Loctite, Worlwide Design Handbook*. 2. vyd. Mainz: Erasmusdruck GmbH, 1998. 452 s. ISBN 0-9645590-0-5
5. *Sika Autobusy & Autokary - nejnovější technologie sloužící výrobcům i uživatelům*. 2008, 12 s.
6. ŠOLCOVÁ, A. HISEM, P.: Využití lepených spojů v průmyslové praxi, Strojírenská výroba, ISSN 0039-2456, v tisku, v RIV 2000 neuvedeno
7. EWRC.cz [online]. 2009 [cit. 2011-05-22]. Znovuzrození Subaru Impreza – 4. díl. Dostupné z WWW: <<http://www.ewrc.cz/ewrc/show.php?id=11191&title=znovuzrozeni-subaru-impreza-4-dil>>.
8. *Sika - lepení v dopravní technice* [PowerPoint]. 2008 [cit. 2011-05-22].
9. KOLEKTIV AUTORŮ. *Der Loctite*. Mnichov : LOCTITE Deutschland GmbH, 1988. 125 s.
10. MÜLLER, Miroslav. *Vliv tloušťky lepené vrstvy na pevnost lepených spojů* [online]. 5/2003 [cit. 2011-05-22]. Dostupné z WWW: <http://www.tmvydavatelstvi.cz/svarovani/05/str_24.pdf>.
11. *Inox spol s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2011-05-22]. NEREZOVÁ OCEL 1.4301. Dostupné z WWW: <<http://www.inoxspol.cz/nerezova-ocel-14301.html>>.
12. *Lamineries MATTHEY SA* [online]. 2006 [cit. 2011-05-22]. Steel 1.4301. Dostupné z WWW: <http://www.matthey.ch/fileadmin/user_upload/downloads/fichetechnique/EN/1.4301.pdf>.
13. *PROAL* [online]. 2009 [cit. 2011-05-22]. Hliník AlMg3 - ČSN 424413. Dostupné z WWW: <<http://www.proal.cz/info/424413.htm>>.
14. *Frajt s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2011-05-22]. Vysokotlaké lamináty - materiál HPL. Dostupné z WWW: < <http://www.compact-laminat.cz/?page=spec&rebuild=1&lang=CZ> >.
15. *Laminaty-sklolaminaty.cz* [online]. 2007 [cit. 2011-05-22]. TECHNOLOGIE výroby-ruční laminace/spray up. Dostupné z WWW: <http://www.laminaty-sklolaminaty.cz/rucni_laminace_spray_up.php>.
16. *ŘEMPO.net* [online]. 2007 [cit. 2011-05-22]. PSH desky z houževnatého polystyrénu /PS, HPS/. Dostupné z WWW: <<http://www.rempo.net/plastove-desky/psh-desky-z-houzevnateho-polystyrenu-ps-hps/>>.
17. *AK Plast s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2011-05-22]. Houževnatý polystyren HIPS. Dostupné z WWW: <<http://www.akplast.cz/files/121.pdf>>.
18. *Agronavigátor* [online]. 2008 [cit. 2011-05-22]. Demineralizovaná voda. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92275>>.
19. *Citace.com* [online]. 2004 [cit. 2011-05-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.citace.com>>.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Jednotka	Význam
pH	-	kyselost
UVA	nm	dlouhovlnné ultrafialové záření
UVC	nm	krátkovlnné ultrafialové záření
Ra	μm	drsnot povrchu
τ	MPa	smykové napětí
$\tau_{\text{prům.}}$	MPa	průměrné smykové napětí
$\tau_{\text{max.}}$	MPa	maximální smykové napětí
α	°	úhel
F	N	síla
e	mm	excentricita
l	mm	délka lepeného spoje
s ₁	mm	tloušťka adherendu
s ₂	mm	tloušťka lepené vrstvy
HPS	-	houževnatý polystyren
ABS	-	akrylonitril-butadien-styren
PC	-	polykarbonát
PMMA	-	polymethylmetakrylát
PP	-	polypropylen
PVC	-	polyvinylchlorid
PU lepidlo	-	polyuretanové lepidlo
atd.	-	a tak dále
tzv.	-	takzvaně

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Technický list Sikaflex - 265
Příloha 2	Technický list Sika Cleaner - 205
Příloha 3	Technický list Sika Aktivator - 265
Příloha 4	Technický list Sika Primer - 204 N
Příloha 5	Technický list Sika Primer - 206 G+P
Příloha 6	Technický list Sika Primer - 209 N
Příloha 7	Technický list Sika Primer - 215
Příloha 8	Norma ISO 4587 / DIN EN 1465 - Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav
Příloha 9	Tahová zkouška smykem: vzorky 1 a 2
Příloha 10	Tahová zkouška smykem: vzorky 1a a 2a
Příloha 11	Tahová zkouška smykem: vzorky 1b a 2b
Příloha 12	Tahová zkouška smykem: vzorky 3 a 4
Příloha 13	Tahová zkouška smykem: vzorky 3a a 4a
Příloha 14	Tahová zkouška smykem: vzorky 3b a 4b
Příloha 15	Tahová zkouška smykem: vzorky 5 a 6
Příloha 16	Tahová zkouška smykem: vzorky 5a a 6a
Příloha 17	Tahová zkouška smykem: vzorky 5b a 6b
Příloha 18	Tahová zkouška smykem: vzorky 7 a 8
Příloha 19	Tahová zkouška smykem: vzorky 7a a 8a
Příloha 20	Tahová zkouška smykem: vzorky 7b a 8b
Příloha 21	Tahová zkouška smykem: vzorky 9 a 10
Příloha 22	Tahová zkouška smykem: vzorky 9a a 10a
Příloha 23	Tahová zkouška smykem: vzorky 9b a 10b
Příloha 24	Tahová zkouška smykem: vzorky 11 a 12
Příloha 25	Tahová zkouška smykem: vzorky 11a a 12a
Příloha 26	Tahová zkouška smykem: vzorky 11b a 12b
Příloha 27	Tahová zkouška smykem: vzorky 13 a 14
Příloha 28	Tahová zkouška smykem: vzorky 13a a 14a
Příloha 29	Tahová zkouška smykem: vzorky 13b a 14b
Příloha 30	Tahová zkouška smykem: vzorky 15 a 16
Příloha 31	Tahová zkouška smykem: vzorky 15a a 16a
Příloha 32	Tahová zkouška smykem: vzorky 15b a 16b
Příloha 33	Hydraulický zkušební stroj ZD 40

Příloha 1 - 1/2

technický list
verze 07/2003

Sikaflex®-265

lepidlo pro přímé lepení skel a UV odolný tmel
pro autobusy, kabiny nákladních aut, kolejovou dopravní techniku

technická data:

chemická báze	1-komponentní polyuretan
barva (CQP ¹ 001-1)	černá
mechanismus vytvrzení	vzdušnou vlhkostí
hustota (před vytvrzením) (CQP 006-4)	1,20 kg / l
stabilita	velmi dobrá
aplikační teplota	+10°C až +35°C
čas tvorby povrchové kůže ²⁾ (CQP019-1)	ca 45 min
otevřený čas ²⁾ (CQP 526-1)	ca 30 min
rychlost vytvrzování (CQP 049-1)	viz diagram
objemová změna (CQP014-1)	< 1%
tvrdost Shore A (CQP 023-1 / ISO 868)	ca 45
pevnost v tahu (CQP 036-1 / ISO 37)	ca 6,0 N/mm ²
prodloužení při přetržení (CQP 036-1 / ISO 37)	ca 450%
pevnost v dalším trhání (CQP 045-1 / ISO 34)	ca 10 N/mm
pevnost ve smyku (CQP 046-1 / ISO 4587)	ca 4,5 N/mm ²
G – modul (CQP 081-1)	ca 0,7 N/mm ²
teplota přechodu ke sklovitosti (CQP 509-1 / ISO 4663)	ca -45°C
elektrický průchodový odpor (CQP 079-2 / ASTM D 257-99)	ca 10 ⁶ Ω cm
teplotní odolnost (CQP 513-1)	trvalá -40°C až +90°C
skladovatelnost (pod 25°C) (CQP 016-1)	kartuše a monoporce hoboky a sudy
	9 měsíců 6 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures

²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu

Popis:

Sikaflex®-265 je v pastovitém stavu velmi stabilní, 1-komponentní polyuretanové, vzdušnou vlhkostí v trvanlivý elastomer vytvrzující konstrukční lepidlo.

Sikaflex®-265 vyráběn v souladu se standardem kvality ISO 9001/14001.

Přednosti produktu:

- 1-komponentní
- bez zápachu
- excelentní zpracovatelnost
- rychlé vytvrzení
- vysoká odolnost proti stárnutí
- dynamicky vysoce zatížitelný
- bez primeru na keramiku skla
- bez rozpouštědel, silikonu, PVC

Oblast použití:

Sikaflex®-265 je vhodný pro dynamicky zatěžované konstrukční spoje skla s karoserií v konstrukcích jak v prvovýrobě (OEM), tak i opravárenství (autobusy, kabiny nákladních, užitkových a speciálních vozů a strojů, tramvaje a železniční vozy). Na základě vysoké UV stability a dobré zahladitelnosti je vhodný i pro tmelení souvisejících pohledových spár. Před instalací laminovaných skel s integrovaným vytápěním nebo anténou v PVB folii doporučujeme kontaktovat technický servis Sika pro odborné poradenství.



Příloha 1 - 2/2

Vytvrzování:

Sikaflex®-265 vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. V zimním období venku a zejména ve vytápěných prostorách je nižší obsah vlhkosti ve vzduchu a také vždy při nižší teplotě probíhá vytvrzovací reakce pomaleji (viz diagram).

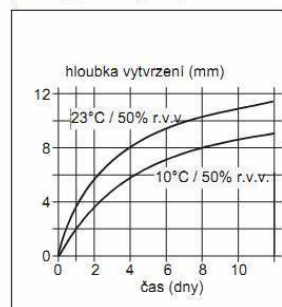


Diagram 1: rychlost vytvrzování Sikaflex®-265

Chemická odolnost:

Sikaflex®-265 je ve vytvrzeném stavu odolný vodě, mořské vodě, vodoumístitelným čistícím prostředkům, krátkodobě odolný proti působení pohonných hmot, minerálních olejů, stejně tak proti rostlinným a živočišným tukům a olejům.

Sikaflex®-265 není odolný proti působení rozpouštědel, ředidel, organických kyselin, alkoholu a některým dalším agresivním materiálům. Tyto údaje jsou vzhledem k širokému spektru ovlivňujících materiálů a podmínek pouze orientační. Závazné posouzení je podmíněno objektovou zkouškou.

Způsob aplikace:

Příprava podkladu - lepené plochy musí být čisté, suché, bez stop tuků, olejů, vosků nebo jiných separačních látek. Lepená plocha musí být ošetřena aktivním čističem a případně pramenem při zohlednění následujících variant:

tvrdé sklo s rovnoměrnou krycí keramickou vrstvou, průstup světla* více než, 0,1%**.	Sika® Aktivator + Sika® Primer-206 G+P
tvrdé sklo s rovnoměrnou krycí keramickou vrstvou, průstup světla* méně než, 0,1%**.	Sika® Aktivator

kov se základním nátěrem nebo částečně novým vrchním lakem (< 25%)	Sika® Aktivator
kov lakovaný 2-k vrchním lakem	Sika® Aktivator + Sika® Primer-206 G+P
zbytkové seřiznuté polyuretanové lepidlo	Sika® Aktivator

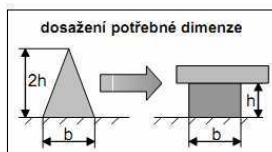
* Getag 200D, viditelné spektrum
** pro laminovaná skla je tento limit 0,2%.

Detailní informace k užití těchto přípravků naleznete v příslušných technických listech.

Zpracování

Lepidlo z kartuší nebo sáčků lze vytlačovat pomocí ručních nebo vzduchových pistolí. U kartuše nutno prorazit v závitovém hrdle dostatečný otvor, našroubovat upravenou dýzu. U foliového sáčku nutno po jeho vložení do trubkové pistole odstříhnout uzavírací sponu, nasadit plastový kuželový adapter se závitem pro dýzu a tento přitáhnout převlečnou maticí pistole. Na adapter našroubovat upravenou dýzu. Dýzu upravovat připezením V - drážky dle dimenze spoje.

K zajištění rovnoměrné tloušťky spoje doporučujeme trojúhelníkovou formu nanášené housenky



Pracovní teplota lepidla ovlivňuje jeho vytlačitelnost a zejména stabilitu housenky po nanesení. Při zpracování má být v rozsahu od +10 °C do max +30 °C, optimální teplota materiálu dle je mezi +15 °C a +25 °C.

Při tmelení spár vyplňte kompletně spáru, zamezte uzavření vzduchové kapsy, následně odstraňte přebytek lepidla zapravením povrchu spáry vhodnou stěrkou. Otevřené nezpracované lepidlo je v závislosti na typu balení možno pouze krátkodobě uchovat. Při zpracování lepidla z 23 l hoboku nebo 195 l sudu je nutné naše technicko - uživatelské poradenství.

Stěrkou upravený spoj je možno před vytvořením povrchové kůže upravit zahlazením pomocí zahlašovacích kapalin Sika® Tooling Agent N. *Upozornění:* po zahlazení se vytváří povrchová kůže, Sika® Tooling Agent N může snížit přilnavost laku a je vhodné jeho aplikaci v návaznosti na následné lakování odzkoušet.

Odstranění zbytků lepidla: ušpiněné plochy a nářadí před jeho vytvrzením možno očistit pomocí Sika® Removeru 208. Vytvrzený materiál možno odstranit pouze mechanicky. Ruce je možno očistit pomocí utěrky Sika® Handclean nebo mycí pasty a oplachem vodou.

Balení:

kartuše	310 ml
miniporce	400 ml
monoporce	600 ml
hobok	23 l
sud	195 l

Důležité:

Další údaje o chemickém charakteru materiálu, toxikologii, ekologii, skladování, dopravě, likvidaci jsou obsaženy v bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění:

Naše technicko uživatelské písemné či ústní informace a poradenství je sestaveno na základě našeho nejlepšího vědění, současného stavu znalostí z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouholetých praktických zkušeností ze spolupráce s výrobci a opravami v dané oblasti. Naše doporučení jsou však nezávazná, netvoří žádný právní závazek a nezabývají kupujícího možnosti realizovat vlastní zkoušky našich produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace a to zejména s ohledem na práva třetího. V ostatních záležitostech platí všeobecná ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení industry.



Sika Schweiz AG
Tüfienwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 23
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com

Sikaflex®-265 2/2

Příloha 2 - 1/2

technický list
verze 08/2003

Sika® Cleaner -205

technická data

chemická báze	alkyltitanát v alkoholu
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	transparentní, čirý
hustota (CQP006-3 / ISO 2811-1)	ca 0,80 kg / l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	2 mPas
bod vzplanutí (CQP007-1 / ISO 13736)	+14°C
teplota aplikace	+5°C to +35°C
způsob aplikace	namočenou utěrkou (textilní nebo papírová)
vydatnost	ca 50 ml / m²
odvětrací čas ^{2/3)}	minimálně 10 min maximálně 2 hod
podmínky skladování	v uzavřené nádobě na chladném suchém místě
skladovatelnost	12 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vzdušné vlhkosti ³⁾ ve specifických teplotních případech může být odvětrací čas odlišný

Popis

Sika® Cleaner-205 je čistící a aktivací prostředek na bázi alkoholu s aktivními přísadami k přípravě spojovaných ploch před lepením nebo tmelením produktů Sikaflex® řady 1-k PUR.

Sika® Cleaner-205 je vyráběn v souladu s normami ISO 9001/14001.

Oblast použití

Sika® Cleaner-205 je určen pro čištění a zvýšení aktivity ploch neporézních materiálů jako např. kovů, plastů, lakovaných povrchů, glazovaných keramických povrchů atd..

Způsob aplikace

Setřete povrch čistým nejlépe světlým hadrem nebo papírovou utěrkou (nesmí pouštět vlákna nebo barvu) mírně namočeným v přípravku. Po každém setření otočte nebo následně vyměňte utěrku. Je nutno dbát, aby byl přípravek aplikován pouze v minimální vrstvě. Krátce po aplikaci uzavřete dobře lahev s čističem. Při dlouhodobé otevření dochází k vyprchávání jeho složek a v kombinaci s působením vlhkosti ke zhoršení vlastností. Kalný přípravek v žádném případě nepoužívat.

Nechte následně odvětrat minimálně 10 minut a maximálně 2 hod.



Příloha 2 - 2/2

Důležité

Sika® Cleaner-205 obsahuje isopropanol. U citlivých a dostatečně nevytvrzených laků může po aplikaci dojít ke zvrásnění. Doporučujeme předběžné testy.

Užití u termoplastických materiálů pod napětím může snížit jejich houževnatost a vyvolat napěťové trhliny. Vhodnost aplikace je nutno prověřit zkouškou.

Mimo lepené nebo tmelené plochy může zanechat na povrchu laku stopy. Z těchto ploch je v případě potřísnění nutno ihned Sika® Cleaner-205 suchou utěrkou utřít.

Nepoužívat Sika® Cleaner-205 na porézní materiály. Nedostatečně odvětralý může zastavit proces vytvrzování lepidla / tmele. V případě potřeby zamaskujte přilehlé plochy páskou.

Nepoužívat Sika® Cleaner 205 na odstraňování nevytvrzeného polyuretanu, na čištění a mytí rukou a nářadí.

Balení

	30 ml
	250 ml
	1000 ml
plechovka	5000 ml

Další údaje

Další údaje o chemickém charakteru materiálu, toxikologii, ekologii, skladování, dopravě, likvidaci jsou obsaženy v bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění

naše technicko uživatelské písemné či ústní informace a poradenství je sestaveno na základě našeho nejlepšího vědění, současného stavu znalostí z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouholetých praktických zkušeností ze spolupráce s výrobcí a opravami v dané oblasti. Naše doporučení jsou však nezávazná, netvoří žádný právní závazek a nezbavují kupujícího možnosti realizovat vlastní zkoušky našich produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace a to zejména s ohledem na práva třetího. V ostatních záležitostech platí všeobecná ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení Industr.



Sika Schweiz AG
Tüfienwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Sika® Cleaner 205 2/ 2

technický list
verze 08/2003

Sika® Aktivator

technická data

chemická báze	aktivační přípravek na bázi rozpouštědel
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	transparentní, čirý
hustota (CQP006-3 / ISO 2811-1)	ca 0,71 kg/l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	ca 2 mPas
bod vzplanutí (CQP 007-1 / ISO 13736)	-4°C
aplikační teplota	+5°C až +25°C
způsob aplikace	princip „ wipe on –wipe off “ = setření povrchu namočenou utěrkou – setření povrchu suchou utěrkou
vydatnost	ca 40 ml / m ²
odvětrací čas ^{2/3)}	při teplotě pod 15°C 30 min. při teplotě nad 15°C 10 min. maximálně 2 hod
podmínky skladování	skladovat v dobře uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	12 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vzdušné vlhkosti ³⁾ ve specifických teplotních případech může být odvětrací čas odlišný

Popis

Sika® Aktivator je čistící a aktivační prostředek speciálně upravený k přípravě spojovacích ploch, zejména pro přípravu skel před lepením různými Sika® polyuretanovými lepidly. Sika® Aktivator je vyráběn v souladu s normami systému kvality ISO 9001/14001.

Oblast použití

Sika® Aktivator je určen k čištění a zvýšení přilnavosti aktivačním účinkem zejména na sklo, keramickou ochrannou vrstvu na skle, na předextrudovaný PUR profil na skle, na seřiznutou zbytkovou vrstvu PUR lepidla, na některé laky.

Způsob použití

Wipe on = setřete lepenou plochu čistou textilní nebo papírovou utěrkou mírně namočenou v přípravku Sika® Aktivator (jedenkrát a jednosměrně) tak, aby došlo k rovnoměrnému smáčení a účinku přípravku na povrch (utěrka nesmí pouštět vlákna nebo barvu).

Wipe off = ihned po aplikaci setřete znovu jednosměrně povrch suchou čistou textilní nebo papírovou utěrkou.

Po aplikaci ihned nádobu těsně uzavřete. Optimální teplota prostředí nebo podkladu je v rozmezí 15°C až 25°C.

Při delším otevření nádoby a kontaktu přípravku se vzduchem se stává Sika® Aktivator neaktivní. Při pravidelném užívání je nutno jej zpracovat do jednoho měsíce od otevření nádoby. Po tomto čase, pokud dojde k mléčnému zabarvení, nelze Sika® Aktivator dále používat a je nutno jej zlikvidovat.

Pro práci se Sika® Aktivator Pads si vyžádejte zvláštní návod na užití.



Příloha 3 - 2/2

Důležité upozornění

Sika® Aktivator obsahuje rozpouštědla, která mohou u citlivých a dostatečně nevytvrzených laků po aplikaci vyvolat zvrásnění. Užití u termoplastických materiálů pod napětím může snížit jejich houževnatost a vyvolat napěťové trhliny. Vhodnost aplikace je nutno prověřit zkouškou. Mimo lepené nebo tmelené plochy může zanechat na povrchu laku stopy. Z těchto ploch je v případě potřísnění nutno ihned Sika® Aktivator suchou utěrkou utřít.

Nepoužívat Sika® Aktivator na porézní materiály.

Nepoužívat Sika® Aktivator na odstraňování nevytvrzeného polyuretanu, na čištění a mytí rukou a náradí.

Nedostatečně odvětralý může zastavit proces vytvrzování lepidla / tmele. V případě potřeby zamaskujte přilehlé plochy páskou.

Balení

lahev	30 ml
	250 ml
	1000 ml
Sika® Aktivator Pads	1,1 ml

Další údaje:

Další údaje o chemickém charakteru materiálu, toxikologii, ekologii, skladování, dopravě, likvidaci jsou obsaženy v bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění

naše technicko uživatelské písemné či ústní informace a poradenství je sestaveno na základě našeho nejlepšího vědění, současného stavu znalostí z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouholetých praktických zkušeností ze spolupráce s výrobci a opravami v dané oblasti. Naše doporučení jsou však nezávazná, netvoří žádný právní závazek a nezbavují kupujícího možnosti realizovat vlastní zkoušky našich produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace a to zejména s ohledem na práva třetího. V ostatních záležitostech platí všeobecná ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení Industr.



Sika Schweiz AG
Tüfienwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Příloha 4 - 1/2

technický list
verze 12/2006

Sika® Primer-204 N

technická data:

chemická báze	pigmentovaný roztok polyisokyanátů v rozpouštědlech
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	tmavě žlutá
hustota (CQP 006-3 / ISO 2811-1)	ca 1,1 kg / l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	ca 15 mPas
bod vzplanutí (CQP 007-1 / ISO 13736)	-4°C
obsah sušiny (CQP-002-1)	ca 36 %
aplikační teplota ³⁾	+10°C až +35°C
způsob aplikace	štětec, filc
vydatnost	ca 125 g / m ²
odvětrací čas ^{2/3)}	minimum 30 min maximum 24 hod
podmínky skladování	skladovat v dobře uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	9 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu ³⁾ u specifických aplikací, teplota a odvětrací čas mohou být odlišné

Popis:

Sika® Primer-204 N je nažloutle pigmentovaný základový roztok s nízkou viskozitou, který schne a vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. Přípravek je speciálně formulovaný pro přípravu kovových substrátů ploch před lepením se Sikaflex® polyuretanovými lepidly. Sika® Primer-204 N je vyráběn v souladu s normami kvality ISO 9001/14001.

Oblast použití:

Sika® Primer-204 N je vhodný pro zlepšení adheze na následující podklady: ocel, nerez galvanicky pokovená ocel, hliník a anodizovaný hliník. Sika® Primer-204 N není anti-korozní nátěr.

Způsob aplikace:

Ošetřovaná plocha musí být čistá, suchá a zbavená všech stop prachu a mastnot. Adhezi lze zlepšit obroušením povrchu minerální drátěnkou. Před nanášením Sika Primeru 204 N je nutno povrch ošetřit přípravkem Sika® Cleanr 205 a ponechat dostatečně oschnout. Před upotřebením protřepejte důkladně nádobu s Sika® Primer-204 N (ocelová kulička v nádobě musí být volná a slyšitelná). Nanášení se realizuje pomocí jemného čistého štětce nebo filcového primer aplikátoru. Je nutno dbát na nanášení dostatečně sytého ale tenkého filmu pouze v jedné vrstvě. Teplota při zpracování musí být v rozmezí +10°C až +35°C. Nádobu po aplikaci ihned těsně uzavřít.



Příloha 4 - 2/2

Důležité upozornění:

Sika® Primer-204 N vykazující gelovitou nebo nesourodou konzistenci nelze dále použít a je nutno jej zlikvidovat.

Balení:

lahev	250 ml
	1000 ml

Další údaje:

Další údaje o chemickém charakteru materiálu, toxikologii, ekologii, skladování, dopravě, likvidaci jsou obsaženy v bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění :

naše technicko uživatelské písemné či ústní informace a poradenství je sestaveno na základě našeho nejlepšího vědění, současného stavu znalostí z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouholetých praktických zkušeností ze spolupráce s výrobci a opravami v dané oblasti. Naše doporučení jsou však nezávazná, netvoří žádný právní závazek a nezbavují kupujícího možnosti realizovat vlastní zkoušky našich produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace a to zejména s ohledem na práva třetího. V ostatních záležitostech platí všeobecná ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení Industr.



Sika Schweiz AG
Tüfienwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Sika® Primer-204 N 2/ 2

technický list
verze 10/2003

Sika® Primer-206 G+P

technická data:

chemická báze	pigmentovaný roztok polyisokyanátů v rozpouštědlech
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	černá
hustota (CQP 006-3 / ISO 2811-1)	ca 1,05 kg / l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	ca 10 mPas
bod vzplanutí (CQP 007-1 / ISO 13736)	-4°C
obsah sušiny	40 %
aplikační teplota ³⁾	+10°C až +35°C
způsob aplikace	štětec, filc
vydatnost	ca 150 g / m ²
odvětrací čas ^{2/3)}	minimum nad 15°C 10 min. minimum pod 15°C 30 min maximum 24 hod
podmínky skladování	skladovat v dobře uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	9 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu ³⁾ u specifických aplikací, teplota a odvětrací čas mohou být odlišné

Popis:

Sika® Primer-206 G+P je černě pigmentovaný vlhkostí vytvrzující základový roztok speciálně formulovaný pro přípravu lepených ploch při lepení skel před aplikací Sika® polyuretanových lepidel pro přímé zasklívání. Sika® Primer-206 G+P je vyráběn v souladu s normami kvality ISO 9001/14001.

Oblast použití:

Sika® Primer-206 G+P se používá pro zlepšení adheze na sklo a keramickou ochrannou vrstvu na skle před použitím adhezivních lepidel. Sika® Primer-206 G+P lze také na jiné substráty jako jsou některé plasty nebo kovy.

Způsob aplikace:

Ošetřovaná plocha musí být čistá, suchá a zbavená všech stop prachu a mastnot. Před nanášením Sika Primeru 206 G+P je nutno povrch ošetřit přípravkem Sika® Aktivátor a ponechat dostatečně oschnout.. Před upotřebením protřepejte důkladně nádobu s Sika® Primer-206 G+P (ocelová kulička v nádobě musí být volná a slyšitelná) Nanášení se realizuje pomocí jemného čistého štětce nebo filcového primer aplikátoru . Je nutno dbát na nanášení dostatečně sytého ale tenkého filmu pouze v jedné vrstvě . . Teplota při zpracování musí být v rozmezí +10°C až + 35°C . Nádobu po aplikaci ihned těsně uzavřít .



Příloha 5 - 2/2

Důležité upozornění:

Sika® Primer-206 G+P vykazuje
gelovitou nebo nesourodou
konzistenci nelze dále použít a je
nutno jej zlikvidovat.

Balení:

	30 ml
láhev	250 ml
	1000 ml

Další údaje:

Další údaje o chemickém
charakteru materiálu, toxikologii,
ekologii, skladování, dopravě,
likvidaci jsou obsaženy v
bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění :

naše technicko uživatelské písemné či
ústní informace a poradenství je
sestaveno na základě našeho
nejlepšího vědění, současného stavu
znalostí z oblasti vývoje chemických
produktů a získaných dlouholetých
praktických zkušeností ze spolupráce s
výrobci a opravnmí v dané oblasti.
Naše doporučení jsou však
nezávazná, netvoří žádný právní
závazek a nezbavují kupujícího
možnosti realizovat vlastní zkoušky
našich produktů ve vztahu ke
konstrukčním, technologickým a
zpracovatelským podmínkám realizace
a to zejména s ohledem na práva
třetího. V ostatních záležitostech platí
všeobecná ustanovení obchodního
zákoníku. V případě technických
informací se obraťte na naše oddělení
Industrie.



Sika Schweiz AG
Tüfienwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Sika® Primer-206 G+P 2/ 2

technický list
verze 08/2003

Sika® Primer-209 N

technická data:

chemická báze	pigmentovaný roztok polyuretanů v rozpouštědlech
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	černá
hustota (CQP 006-3 / ISO 2811-1)	ca 1,0 kg / l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	ca 10 mPas
bod vzplanutí (CQP 007-1 / ISO 13736)	-4°C
obsah sušiny	ca 38 %
aplikační teplota ³⁾	+10°C až +35°C
způsob aplikace	štětec, filc
vydatnost	ca 150 g / m ²
odvětrací čas ^{2/3)}	minimum 30 min maximum 24 hod
podmínky skladování	skladovat v době uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	9 měsíců

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu ³⁾ u specifických aplikací, teplota a odvětrací čas mohou být odlišné

Popis:

Sika® Primer-209 N je černě pigmentovaný základový roztok s nízkou viskozitou, který schne a vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. Přípravek je speciálně formulovaný pro přípravu lepených ploch před lepením lakovaných povrchů a některých plastových materiálů, před aplikací Sikaflex® polyuretanových lepidel.

Sika® Primer-209 N je vyráběn v souladu s normami kvality ISO 9001/14001.

Oblast použití:

Sika® Primer-209N je vhodný pro zlepšení adheze na následující podklady:

- plasty - akryláty (PMMA)
- polykarbonáty (PC)
- ABS
- laky - akrylátové
- alkydové / melaminové

Vhodnost pro jiné materiály nutno konzultovat s technickým oddělením Industry. Vzhledem k tomu, že laky i plasty vykazují mnoho variant v chemické stavbě, jsou nezbytné předběžné testy. Užití u termoplastických materiálů pod napětím může snížit jejich houževnatost a vyvolat napětové trhliny. Vhodnost aplikace je nutno prověřit zkouškou.

Způsob aplikace:

Ošetřovaná plocha musí být čistá, suchá a zbavená všech stop prachu a mastnot. Před nanášením Sika Primeru 209 N je nutno povrch ošetřit přípravkem Sika® Cleanr 205 a ponechat dostatečně oschnout.

Před upotřebením protřepejte důkladně nádobu s Sika® Primer-209 N (ocelová kulička v nádobě musí být volná a slyšitelná)

Nanášení se realizuje pomocí jemného čistého štětce nebo filcového primer aplikátoru. Je nutno dbát na nanášení dostatečně sytého ale tenkého filmu pouze v jedné vrstvě. Teplota při zpracování musí být v rozmezí +10°C až +35°C.

Nádobu po aplikaci ihned těsně uzavřít.



Příloha 6 - 2/2

Důležité upozornění:

Sika® Primer-209 N vykazuje
gelovitou nebo nesourodou
konzistenci nelze dále použít a je
nutno jej zlikvidovat.

Balení:

	30 ml
láhev	250 ml
	1000 ml

Další údaje:

Další údaje o chemickém
charakteru materiálu, toxikologii,
ekologii, skladování, dopravě,
likvidaci jsou obsaženy v
bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění:

naše technicko uživatelské písemné či
ústní informace a poradenství je
sestaveno na základě našeho
nejlepšího vědění, současného stavu
znalostí z oblasti vývoje chemických
produktů a získaných dlouholetých
praktických zkušeností ze spolupráce s
výrobci a opravami v dané oblasti.
Naše doporučení jsou však
nezávazná, netvoří žádný právní
závazek a nezbavují kupujícího
možnosti realizovat vlastní zkoušky
našich produktů ve vztahu ke
konstrukčním, technologickým a
zpracovatelským podmínkám realizace
a to zejména s ohledem na práva
třetího. V ostatních záležitostech platí
všeobecná ustanovení obchodního
zákoníku. V případě technických
informací se obraťte na naše oddělení
Industrie.



Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Sika® Primer-209 N 2/ 2

technický list
verze 08/2003

Sika® Primer-215

technická data:

chemická báze	roztok polyuretanů v rozpouštědlech
barva (CQP ¹⁾ 001-1)	transparentní , lehce nažloutlý
hustota (CQP 006-3 / ISO 2811-1)	ca 1,0 kg / l
viskozita ²⁾ (CQP 029-3 / ISO 3219)	ca 20 mPas
bod vzplanutí (CQP 007-1 / ISO 13736)	-4°C
obsah sušiny	34 %
aplikační teplota ³⁾	+10°C až +35°C
způsob aplikace	štětec, filc
vydatnost	ca 50 - 150 g / m ²
odvětrací čas ^{2/3)}	minimum 30 min maximum 24 hod
podmínky skladování	skladovat v dobře uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	12 měsíců

¹⁾CQP =Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu ³⁾ u specifických aplikací, teplota a odvětrací čas mohou být odlišné

Popis:

Sika® Primer-215 je transparentní až lehce nažloutlý základový roztok s nízkou viskozitou, který schne a vytvrzuje reakcí se vzdušnou vlhkostí. Přípravek je speciálně formulovaný pro přípravu lepených ploch při lepení různých plastů, dřeva nebo jiných porézních materiálů před aplikací Sika® polyuretanových lepidel.

Sika® Primer-215 je vyráběn v souladu s normami kvality ISO 9001/14001 .

Oblast použití:

Sika® Primer-215 se používá pro zlepšení adheze na kompozitní plasty jako laminát, na epoxydové pryskyřice, PVC, ABS a dřevo. Vzhledem k velkému množství variant chemické kompozice plastů jsou nezbytné předběžné adhezní testy.

Sika® Primer-215 se nesmí použít na plasty náchylné na tvorbu napětových trhlin jako jsou PMMA nebo PC

Způsob aplikace:

Ošetřovaná plocha musí být čistá, suchá a zbavená všech stop prachu a mastnot. Před nanášením Sika Primeru 215 je nutno povrch ošetřit přípravkem Sika® Cleaner 205 a ponechat dostatečně oschnout..

Nanášení se realizuje pomocí jemného čistého štětce nebo filcového primer aplikátoru . Je nutno dbát na nanášení dostatečně sytého ale tenkého filmu pouze v jedné vrstvě . . Teplota při zpracování musí být v rozmezí +10°C až + 35°C . Nádobu po aplikaci ihned těsně uzavřít .



Příloha 7 - 2/2

Důležité upozornění:

Sika® Primer-215 vykazuje
gelovitou nebo nesourodou
konzistenci nelze dále použít a je
nutno jej zlikvidovat.

Balení:

	30 ml
láhev	250 ml
	1000 ml

Další údaje:

Další údaje o chemickém
charakteru materiálu, toxikologii,
ekologii, skladování, dopravě,
likvidaci jsou obsaženy v
bezpečnostním listu materiálu.

Upozornění:

naše technicko uživatelské písemné či
ústní informace a poradenství je
sestaveno na základě našeho
nejlepšího vědění, současného stavu
znalostí z oblasti vývoje chemických
produktů a získaných dlouholetých
praktických zkušeností ze spolupráce s
výrobci a opravami v dané oblasti.
Naše doporučení jsou však
nezávazná, netvoří žádný právní
závazek a nezbavují kupujícího
možnosti realizovat vlastní zkoušky
našich produktů ve vztahu ke
konstrukčním, technologickým a
zpracovatelským podmínkám realizace
a to zejména s ohledem na práva
třetího. V ostatních záležitostech platí
všeobecná ustanovení obchodního
zákoníku. V případě technických
informací se obraťte na naše oddělení
Industri.



Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16
8048 Zürich
Switzerland
Tel: +41 1 436 40 40
Fax: +41 1 436 45 30

Sika CZ s.r.o.
Bystrcká 1132 / 36
CZ - 624 00 Brno
Česká republika
tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Rybničná 38
SK - 831 07 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@sk.sika.com



Sika® Primer-215 2/ 2

Tensile Lap-Shear Strength

1. Scope

This method describes the test procedure for elastic sealants and adhesives to determine the tensile lap-shear strength of an asymmetrically bonded test specimen. The specimen is torn apart by applying the force parallel to the bonding area. This method is generally based on ISO 4587/DIN EN 1465, with exception of the cross head speed.

2. Equipment

- Tensile test apparatus (DIN 51221, part 2, class 1)
- Specimen clamp (Lap shear strength)
- Teflon or PP mold (see drawings)
- 1 float glass coupon ① (100 x 40 x 6 mm) or aluminum (100 x 25 x 6 mm)
- 3 float glass coupons ② (75 x 25 x 6 mm) or aluminum (75 x 25 x 6 mm)
- Paper tissues

3. Sample Preparation

To achieve good adhesion apply appropriate adhesion promoter according to technical data sheet of the product.

Standard: SikaAktivator; wipe-on; wipe-off; 10min. flash-off time at 23°C/50% RH.

Prepare at least 3 samples for each sealant or adhesive.

Place large coupon ① on the mold with the pretreated side facing up. Apply sealant or adhesive bead ③ with a triangular nozzle vertical to the coupon ①. Place small coupons ② with the pretreated side facing down on the bead and mold within 5 minutes. Apply a gentle pressure and, without entrapping any air, adjust the two coupons. Remove surplus sealant or adhesive with a spatula.

Let the specimen cure at specified conditions for a defined period of time (according to QC specification or technical data sheet)

Standard curing conditions: 7 d at 23°C/50% RH



Sika Services AG / Tüffenwies 16 / P.O. Box / CH-8048 Zurich / Switzerland
Tel: +41 (0)1 436 46 16 / Fax: +41 (0)1 436 47 20
e-Mail: degiorgi.marco@ch.sika.com / www.sika.com

4. Procedure

After curing, place specimen in the tensile test device and tear until break. The samples are pulled apart under defined conditions at a specified cross head speed.

Standards: Test condition	23°C/50% RH
Cross head speed	200 mm/min for QC measurement 20 mm/min for other investigations

Quality control measures with 200 mm/min, but to determine the value for the technical data sheet, a cross head speed of 20 mm/min has to be used!

5. Evaluation and Documentation

$$\text{Lap shear strength (MPa)} = \frac{\text{force at break (N)}}{\text{bonding area (mm}^2\text{)}} \quad (\text{N/mm}^2 = \text{MPa})$$

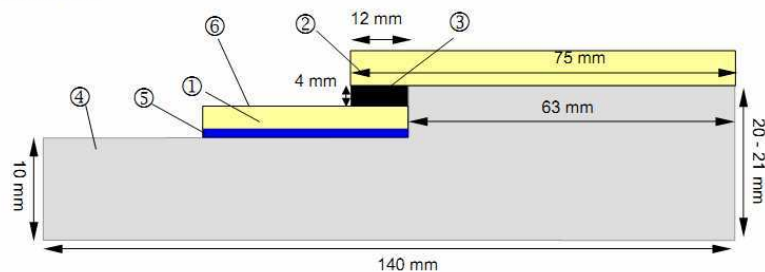
With an overlap of 12 mm and a width of 25 mm, the bonding area is 300 mm². If necessary, determine the exact bonding area. The thickness of the sealant or adhesive is 4 mm.

The test report should contain the following information:

- Material identification (exact name, batch number, substrate, preparation)
- Cross head speed
- Date of testing
- Name of technician
- Faults (such as adhesive failure, not cured thoroughly etc.)
- Conditions deviating from this standard

6. Drawings

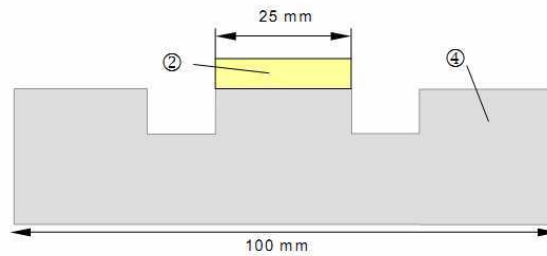
Side view:



CQP046-1

Draft 28.11.2003

Rear view:



① = Large coupon

② = Small coupon

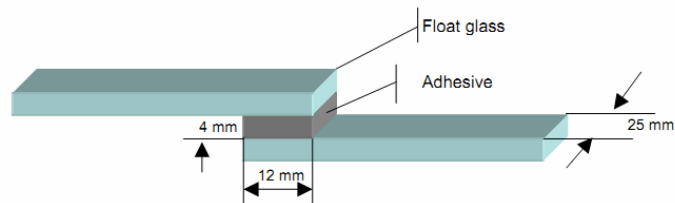
③ = Sealant or adhesive

④ = Teflon or PP mould

⑤ = Spacer (optional)

⑥ = Area free of cured material

Detailed view from the bonding area:

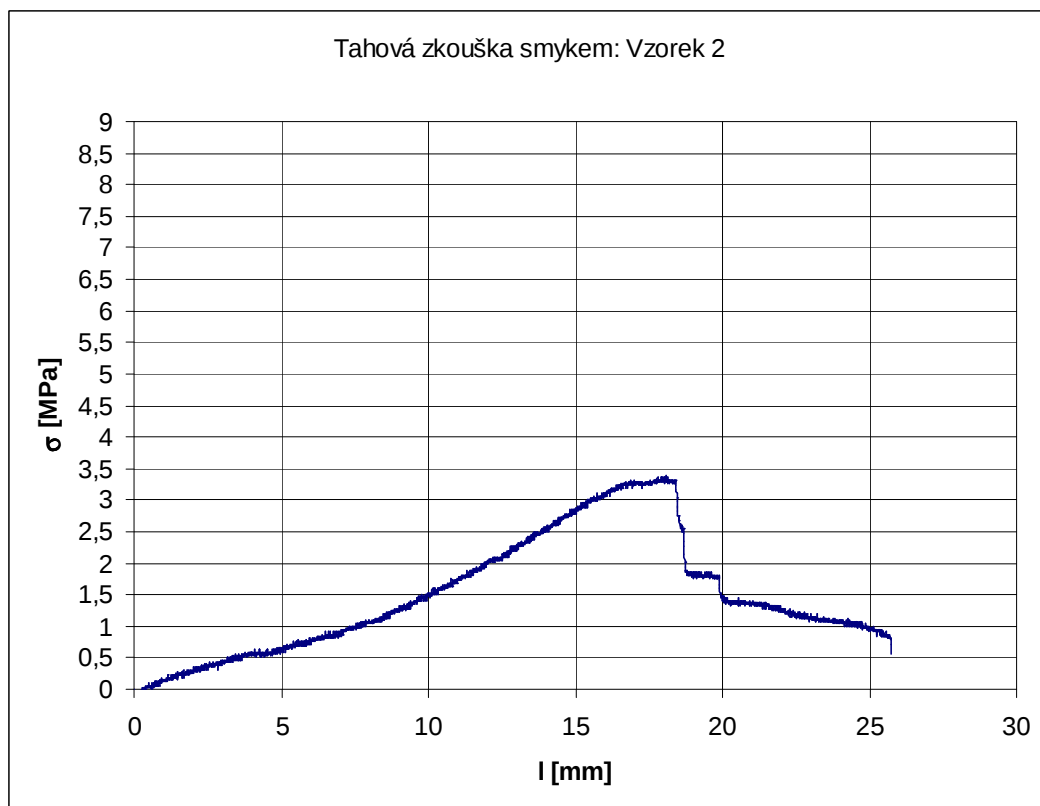
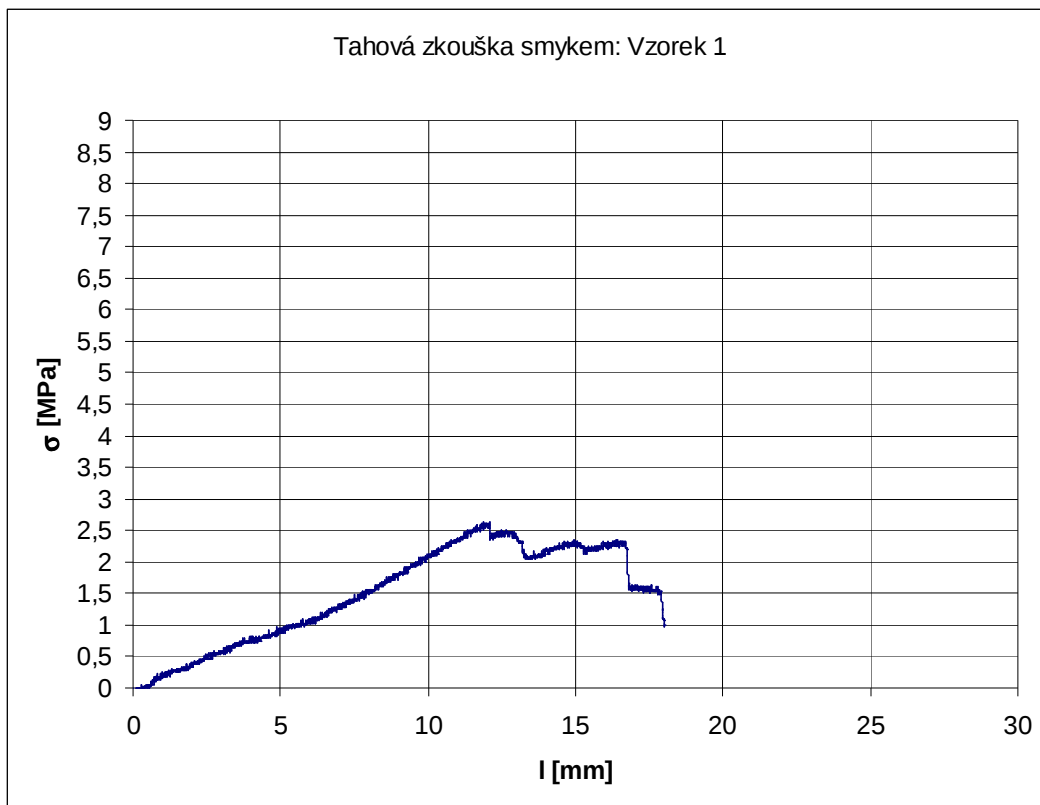


7. Referring Documents

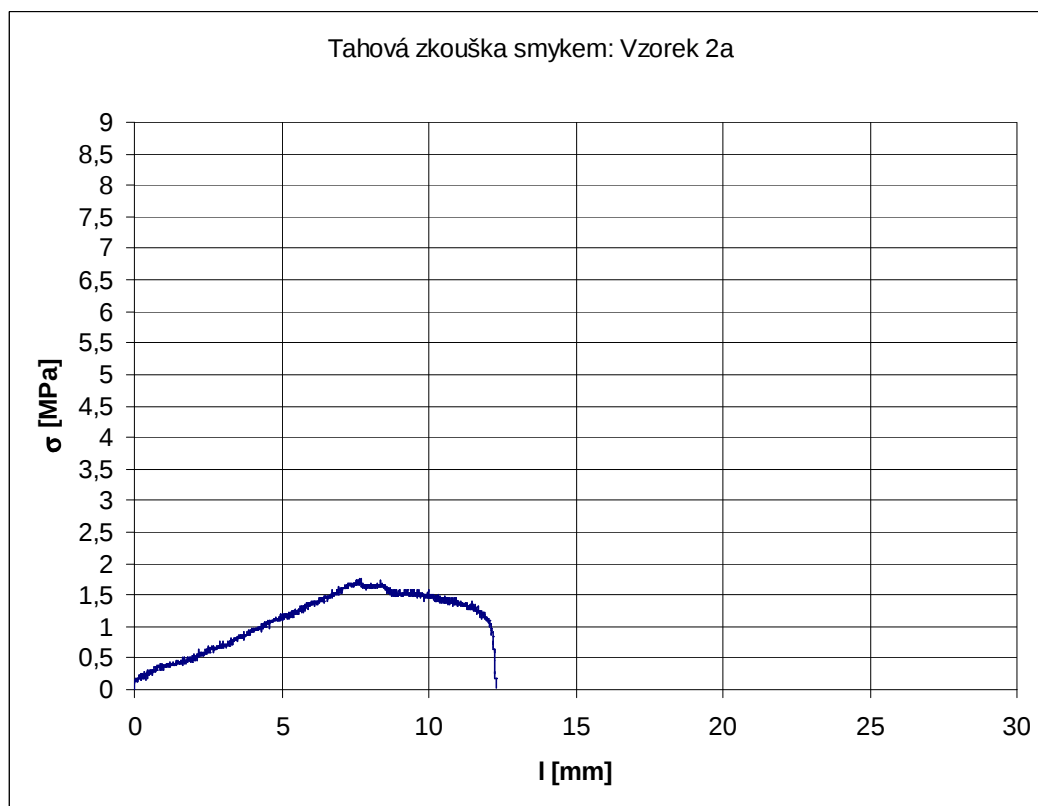
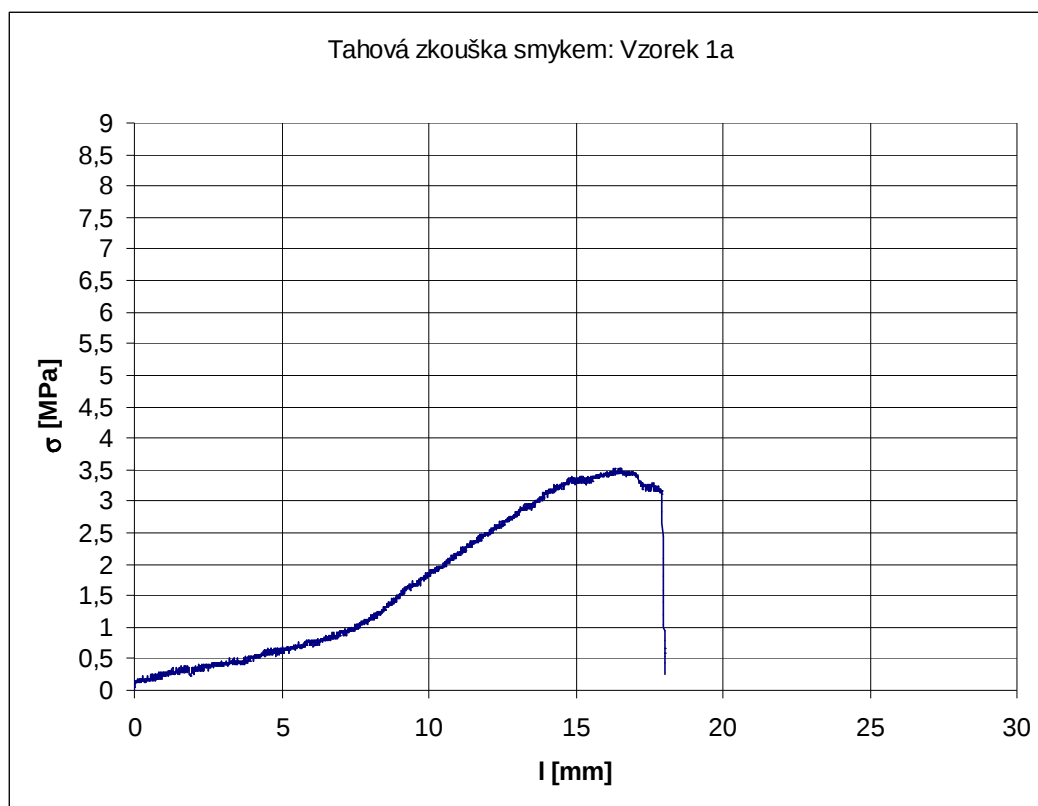
- ISO 4587 and DIN EN 1465



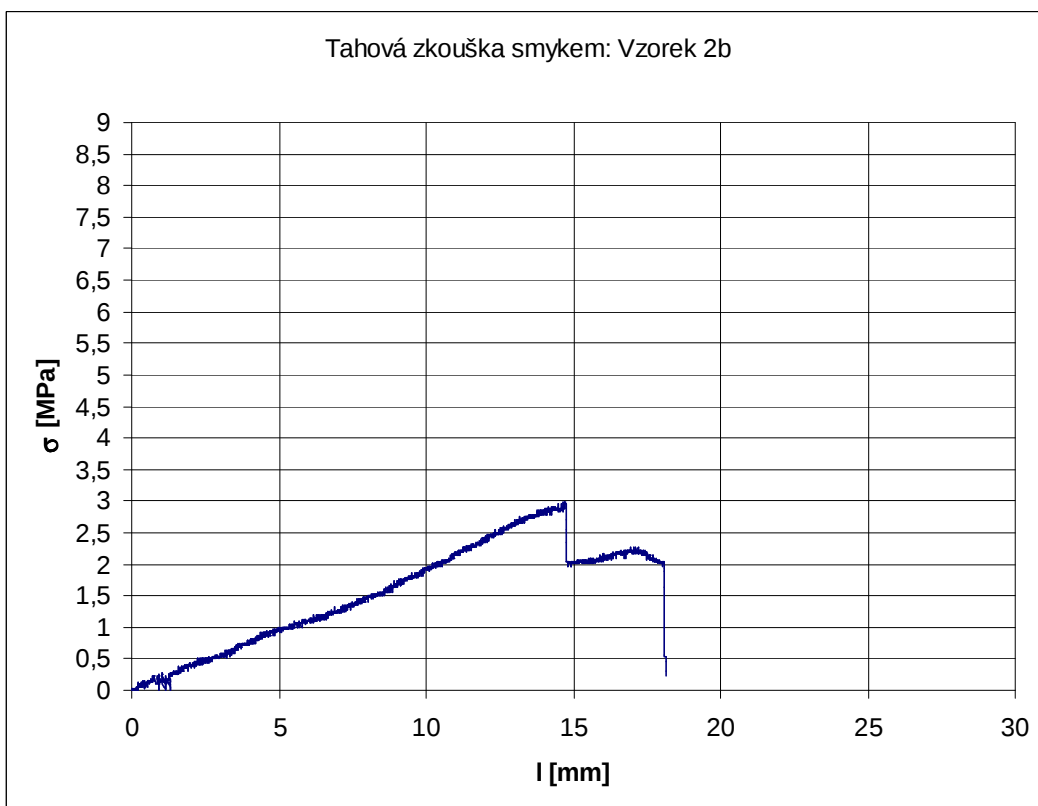
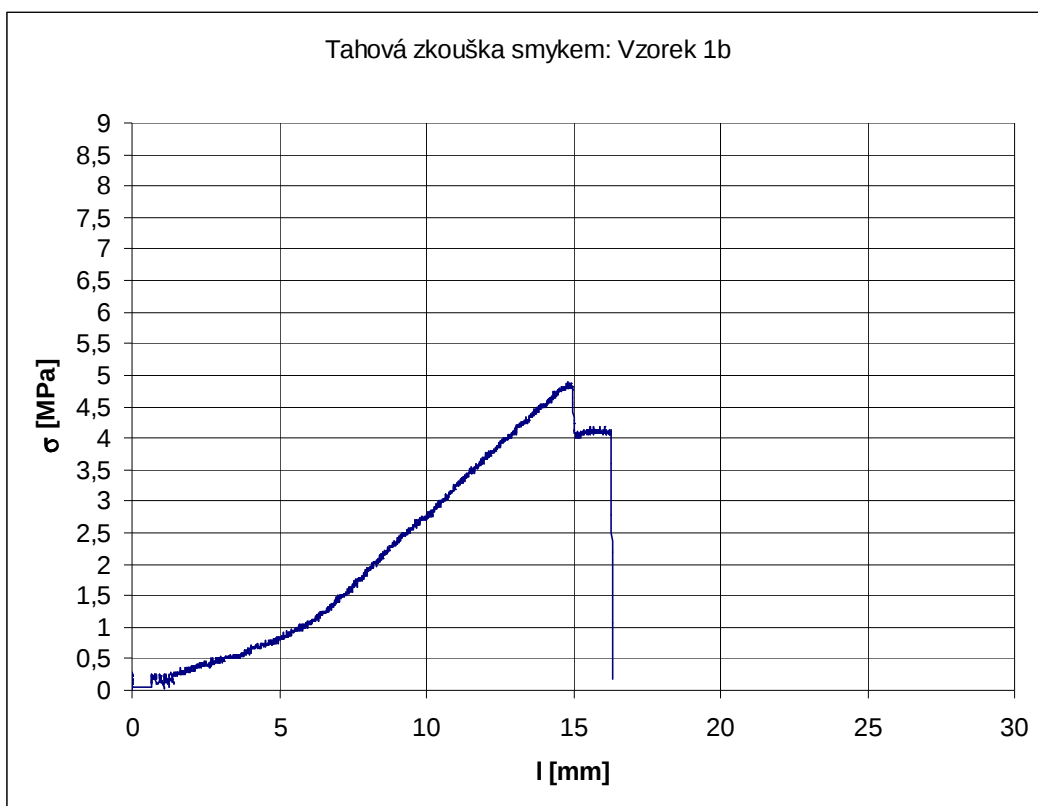
Příloha 9



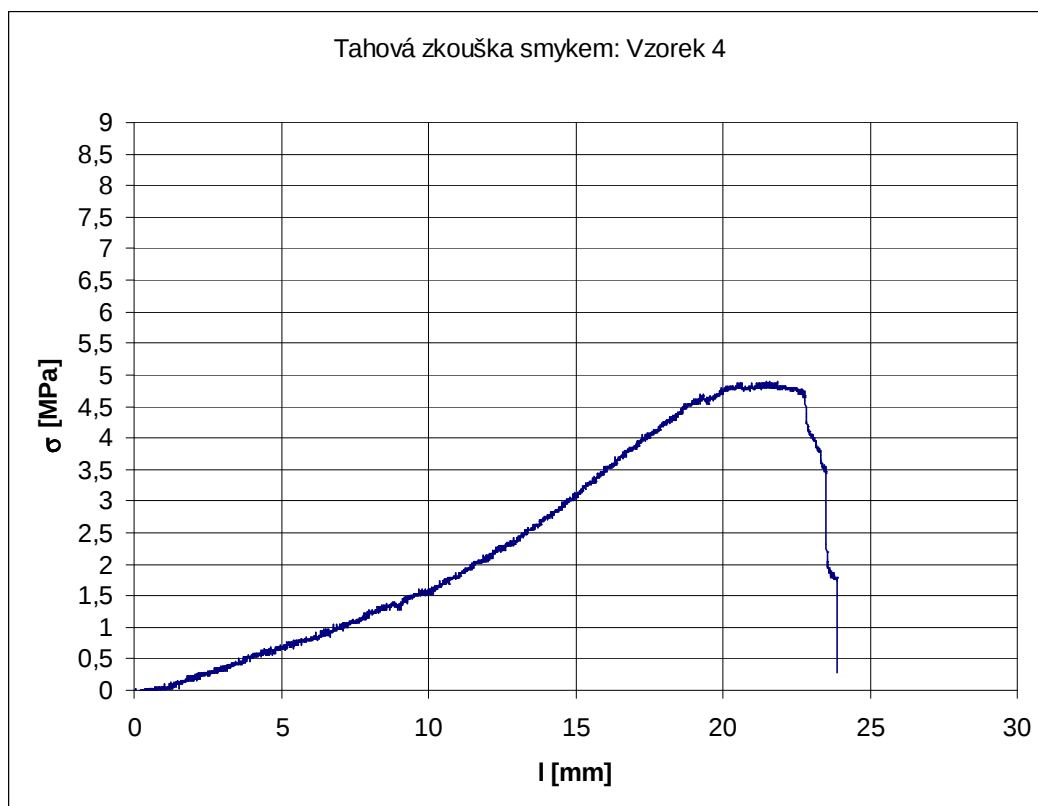
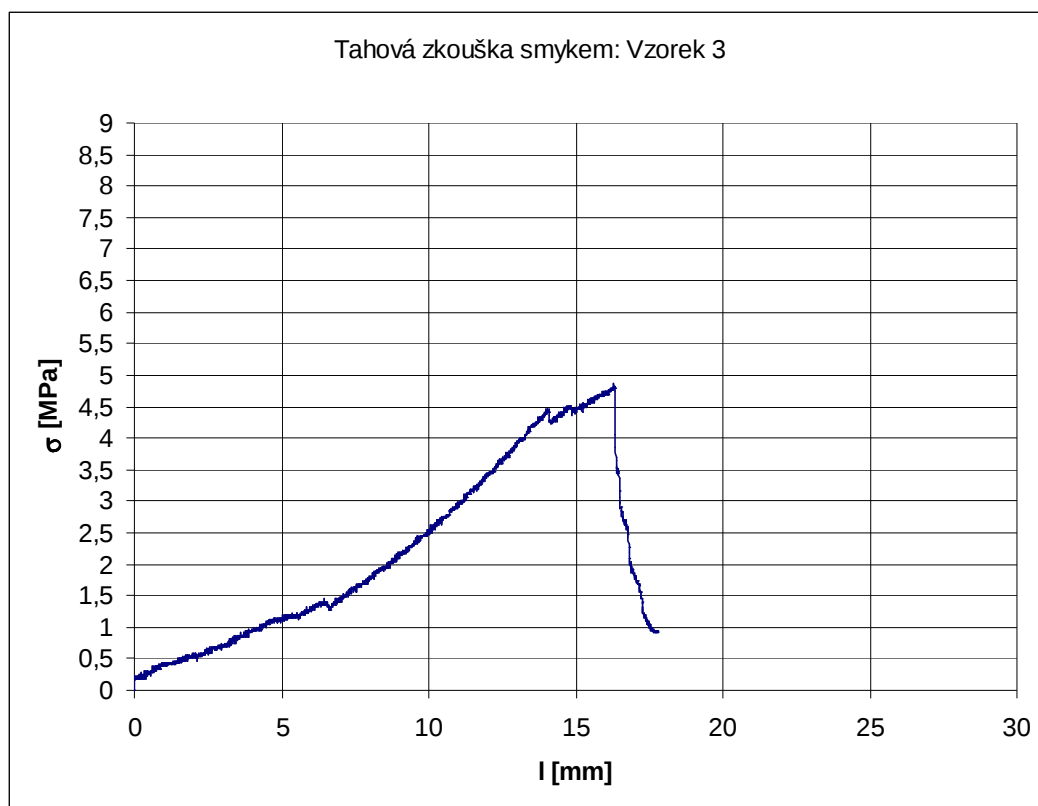
Příloha 10



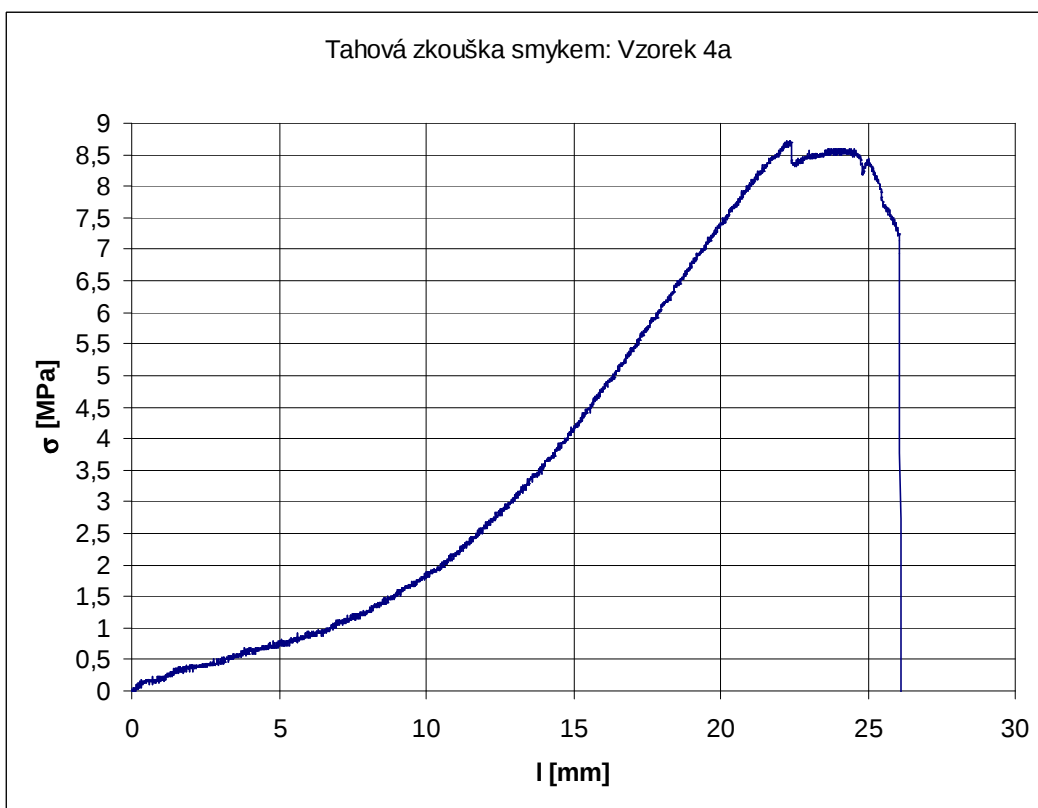
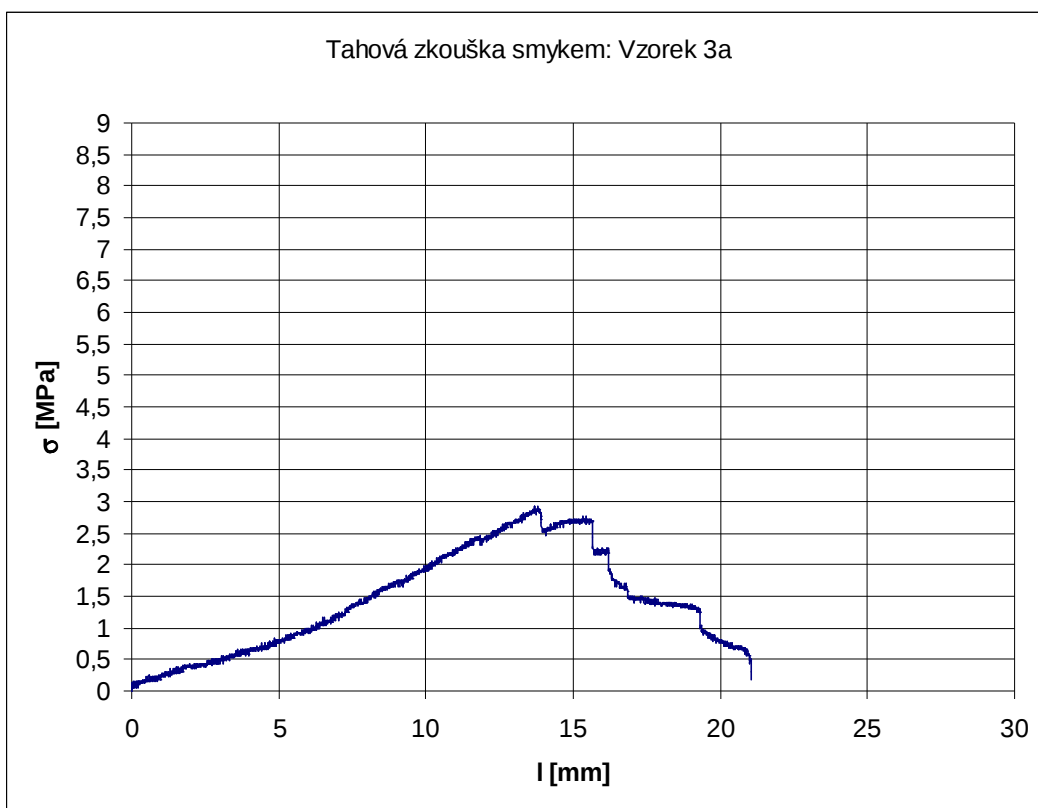
Příloha 11



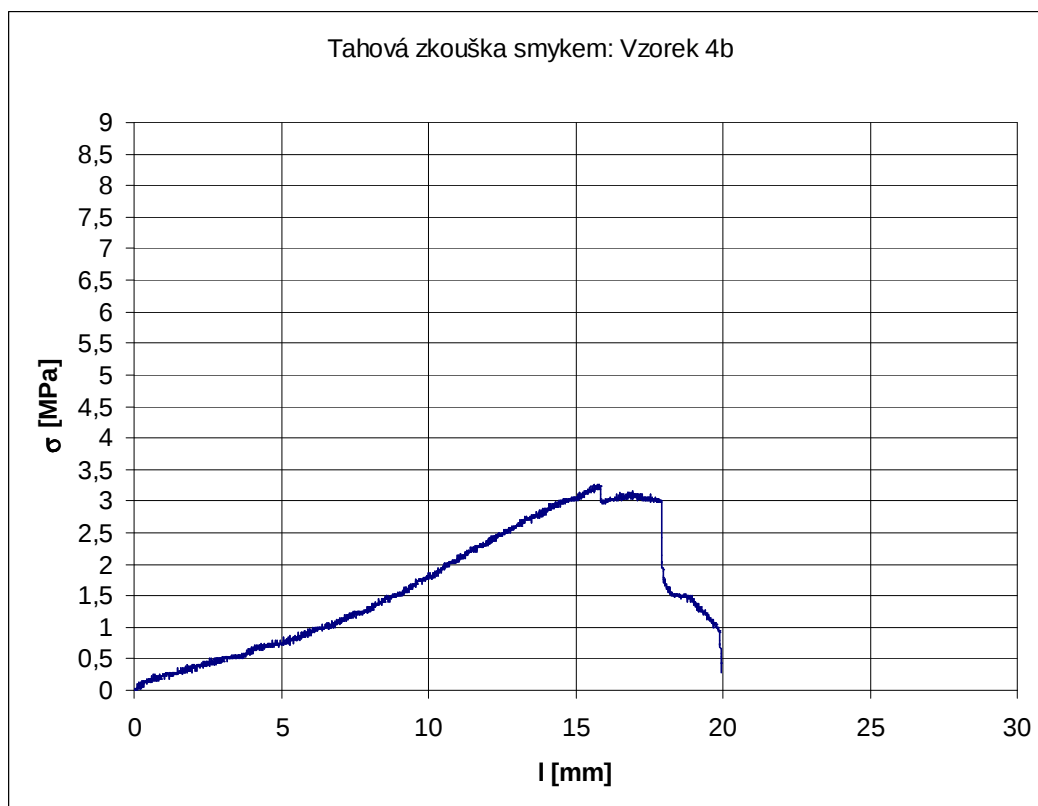
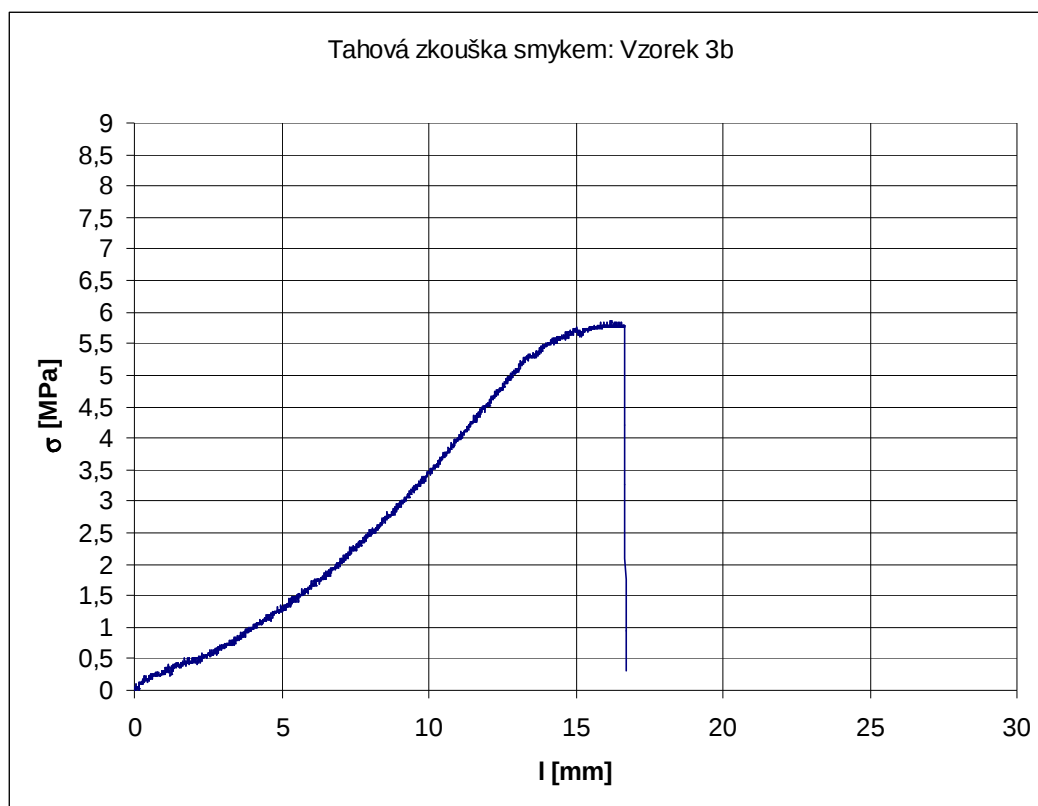
Příloha 12



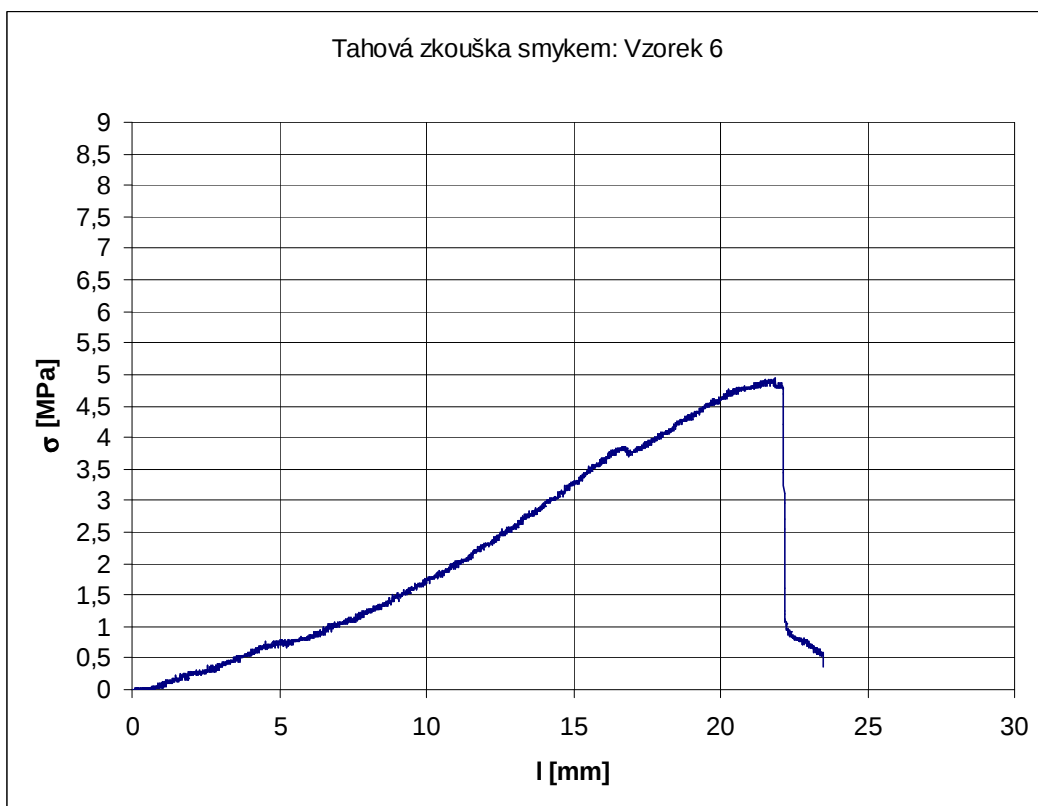
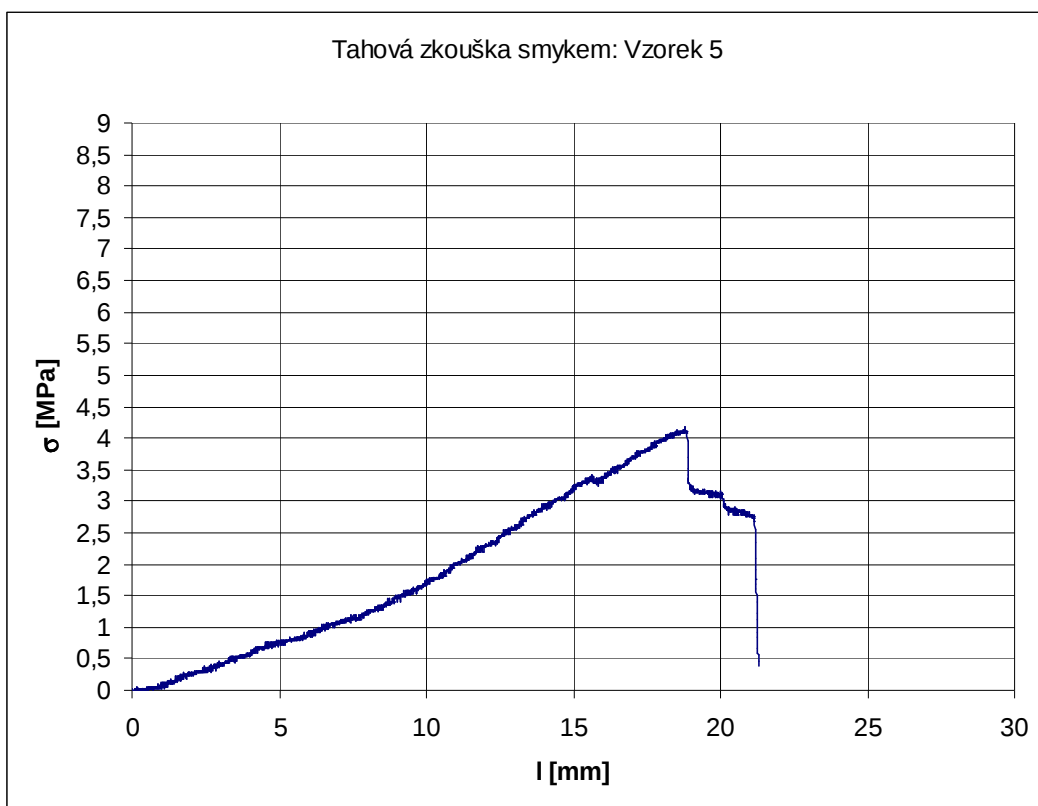
Příloha 13



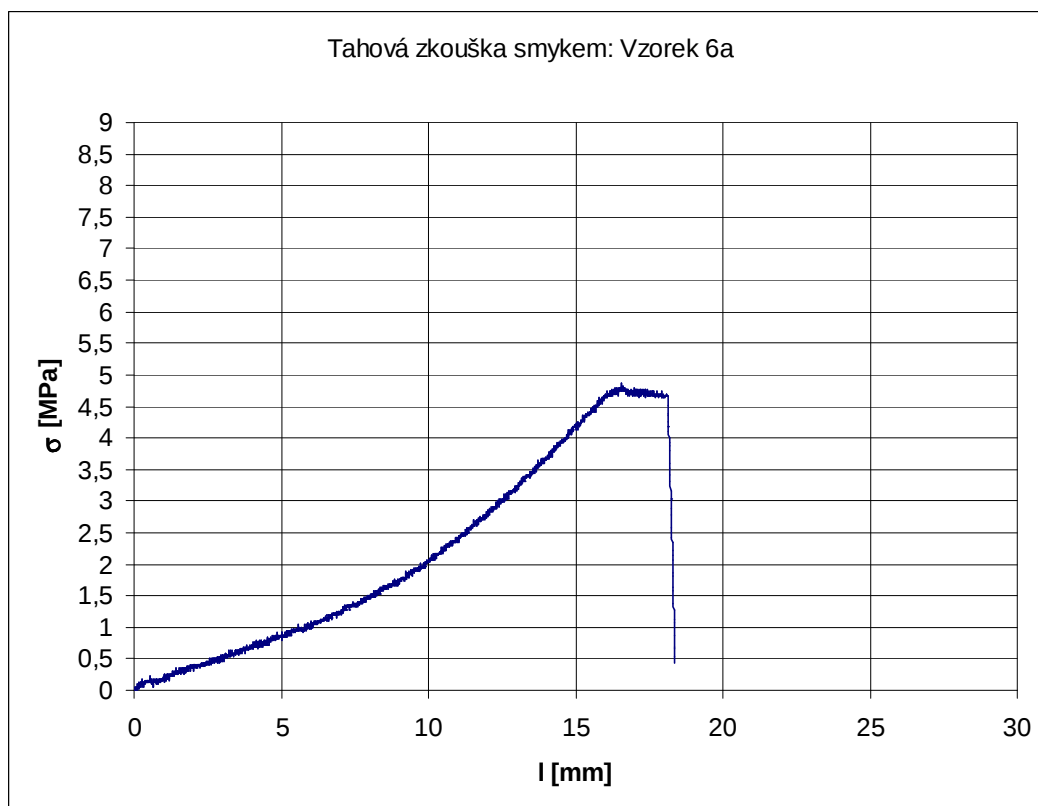
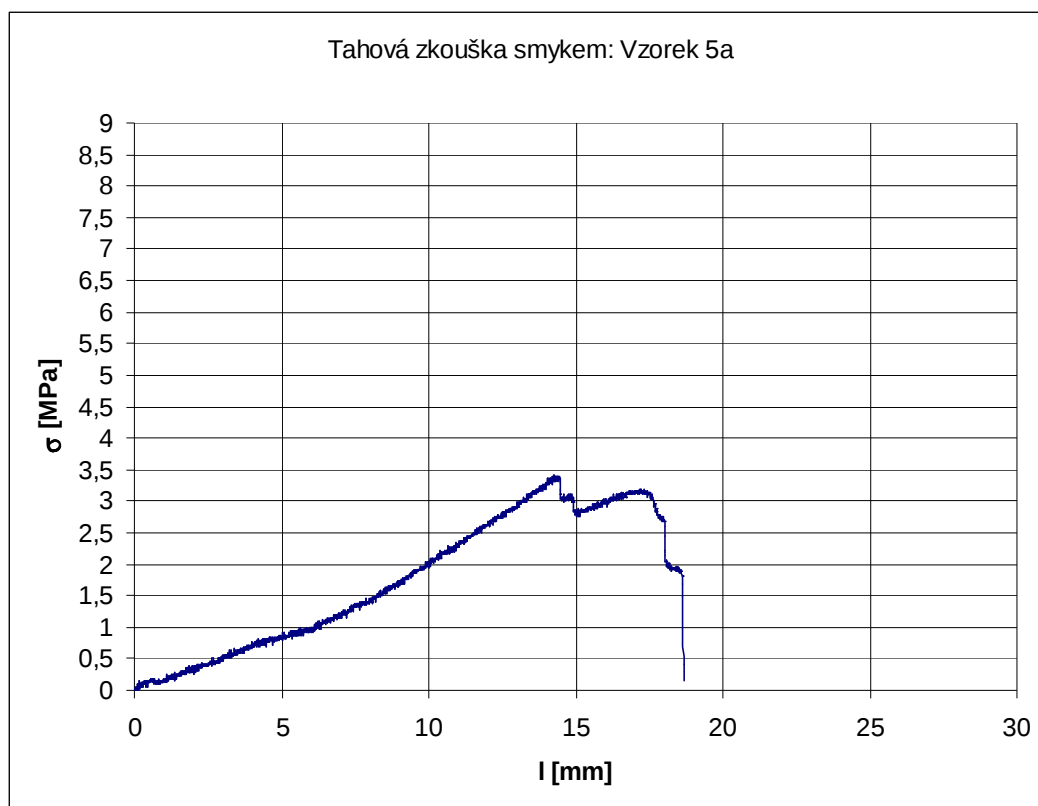
Příloha 14



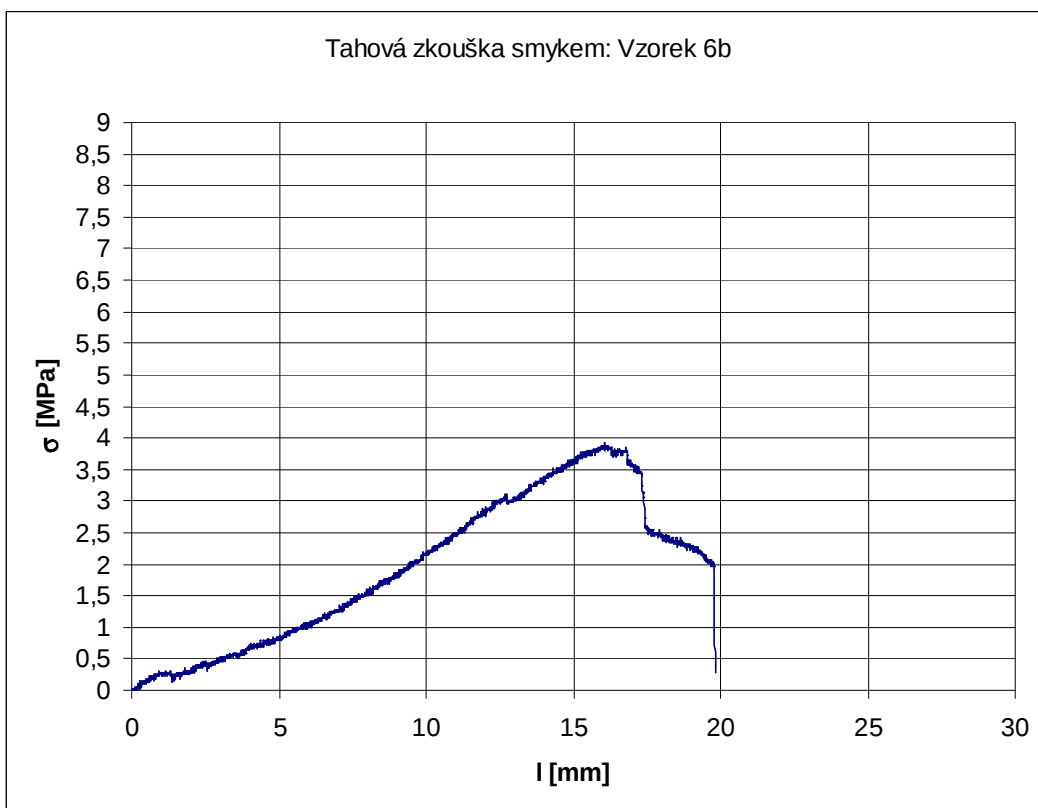
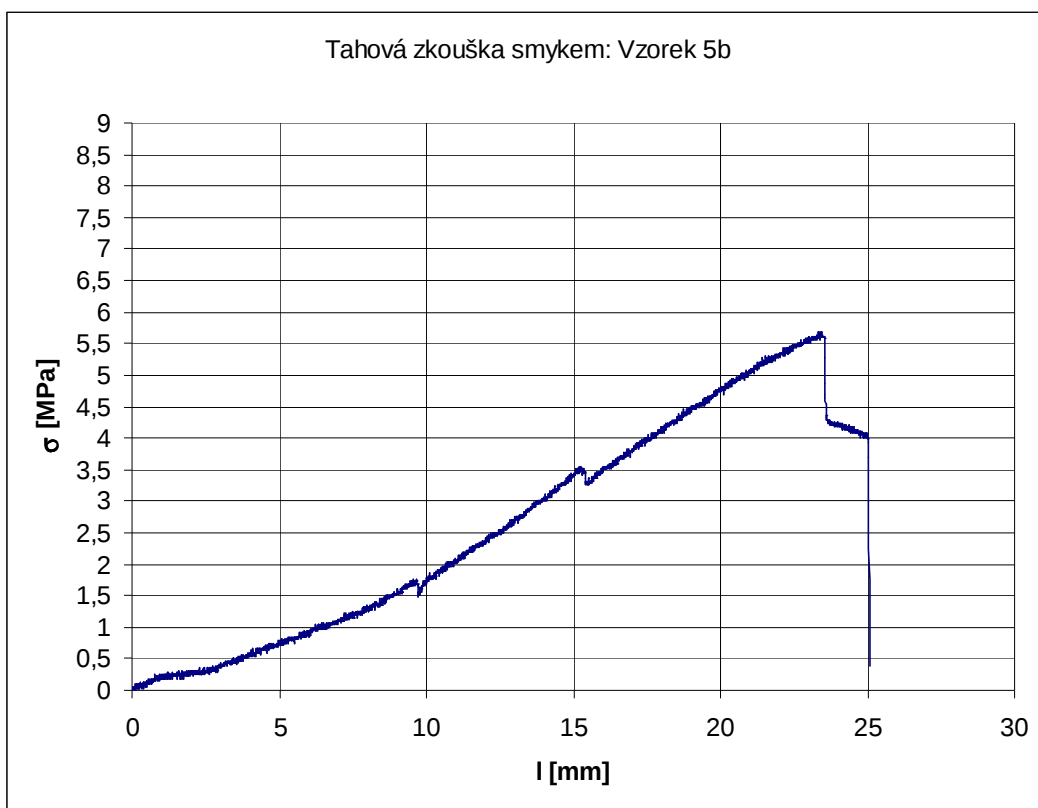
Příloha 15



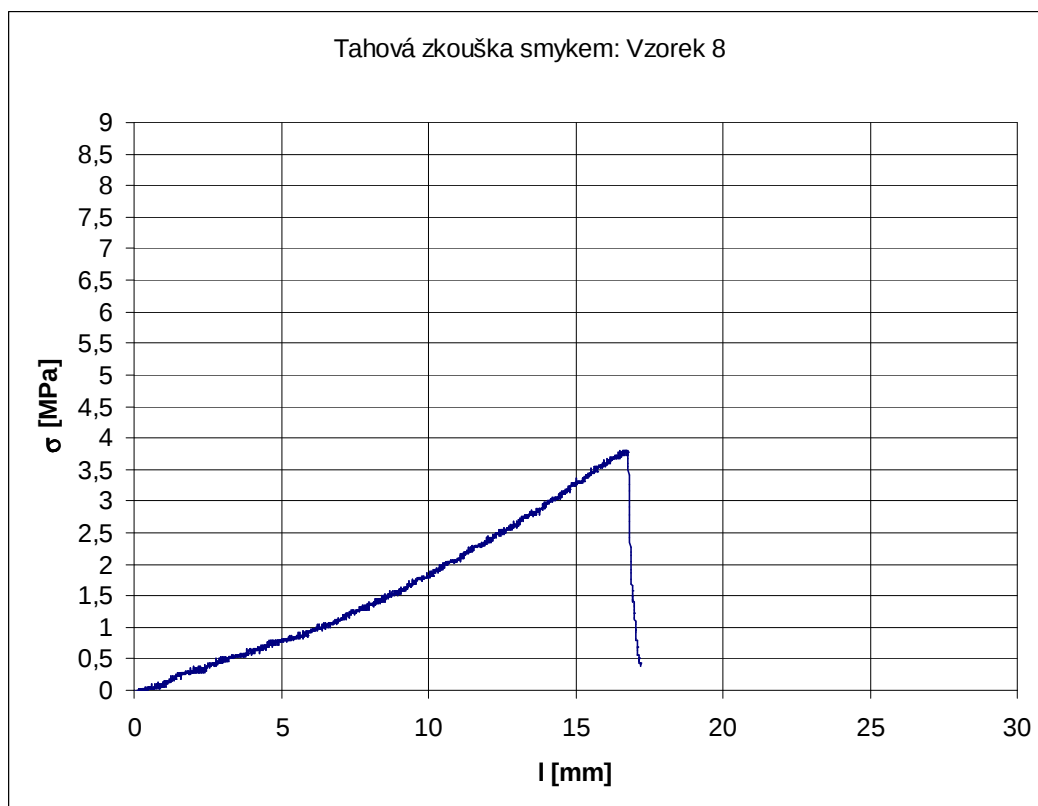
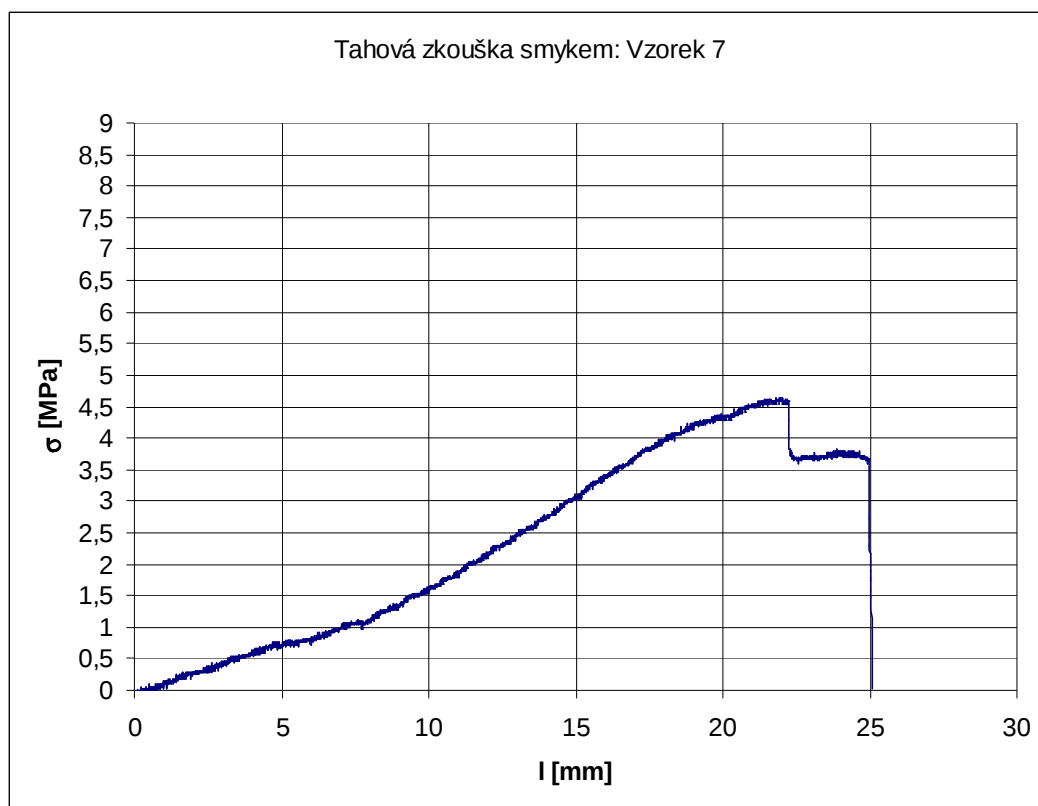
Příloha 16



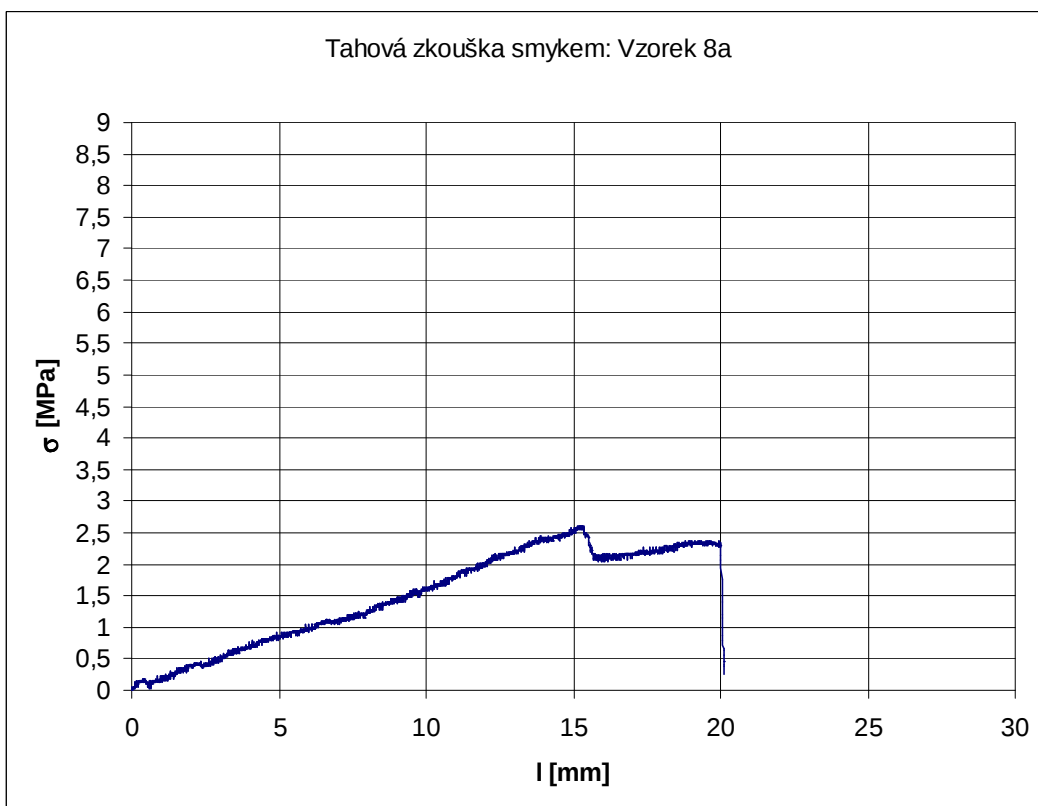
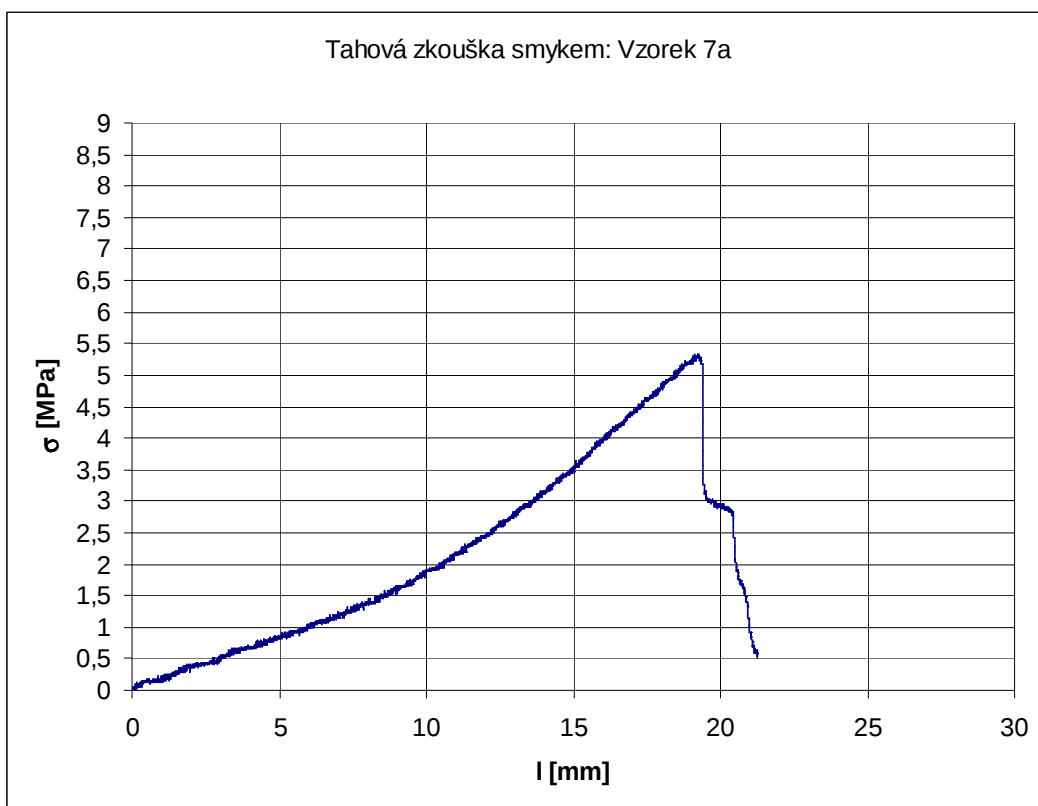
Příloha 17



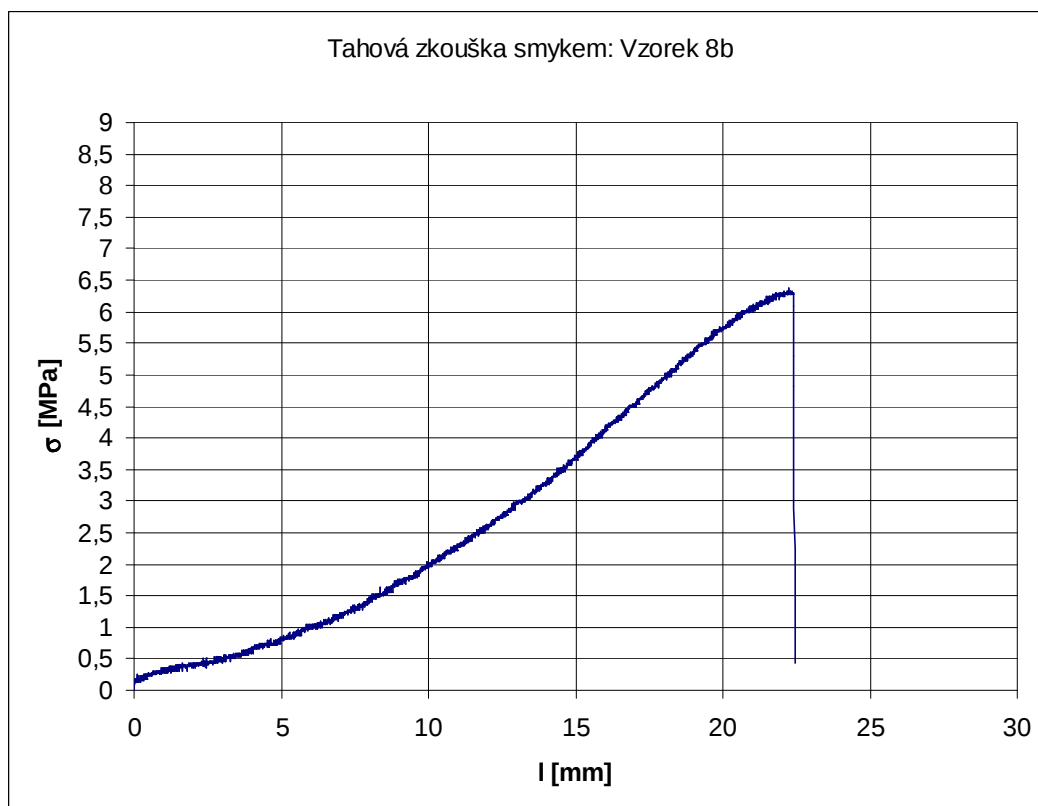
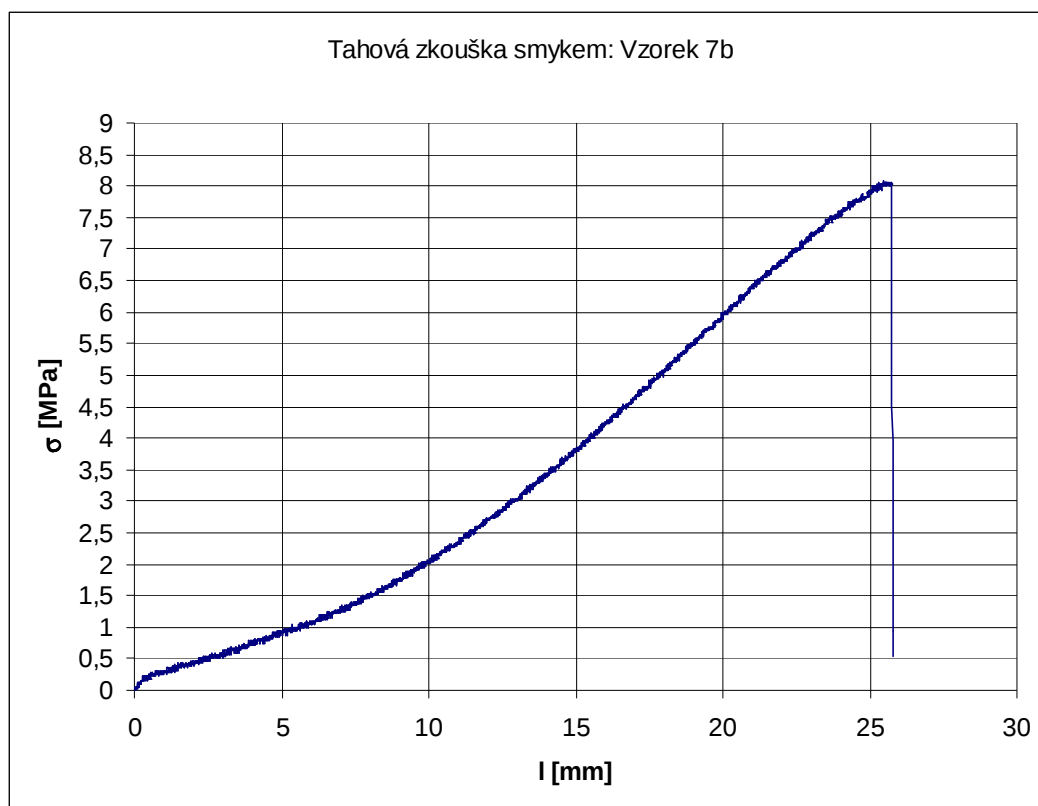
Příloha 18



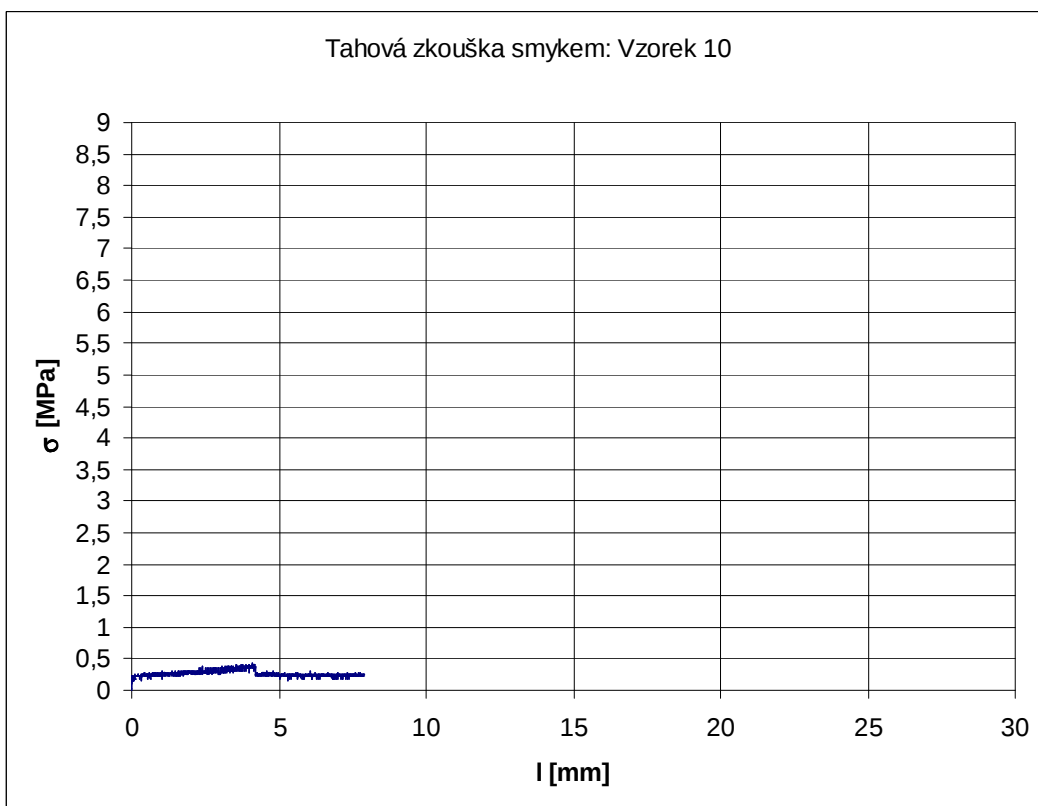
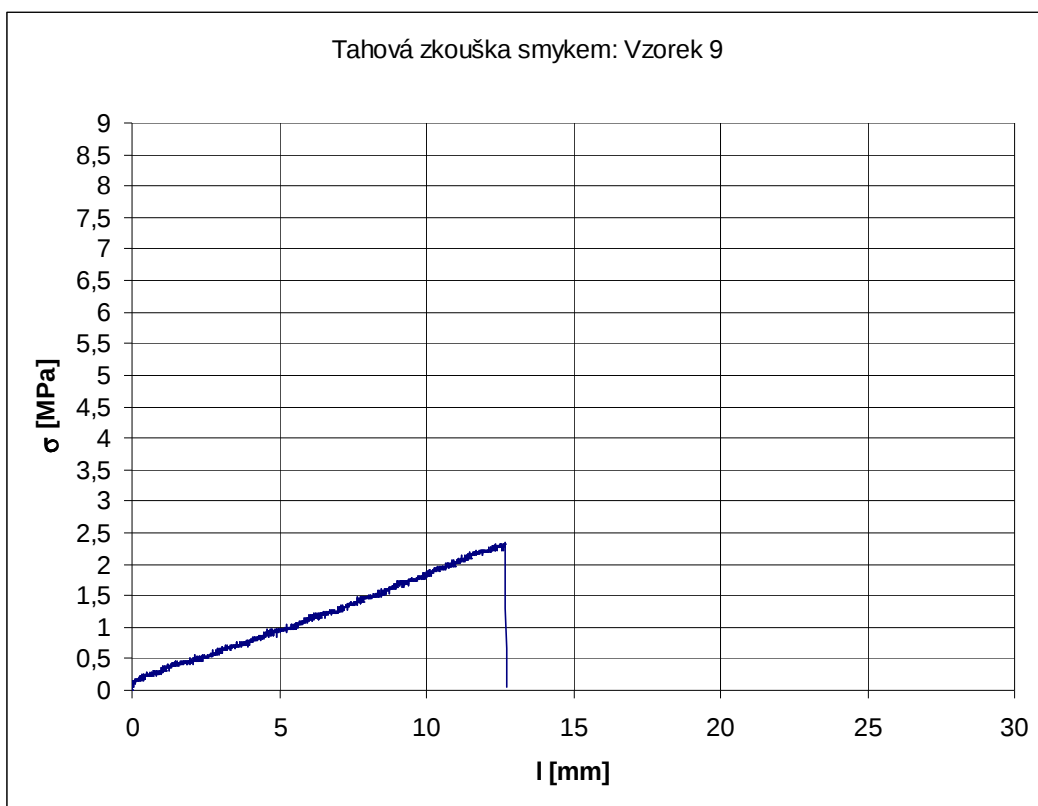
Příloha 19



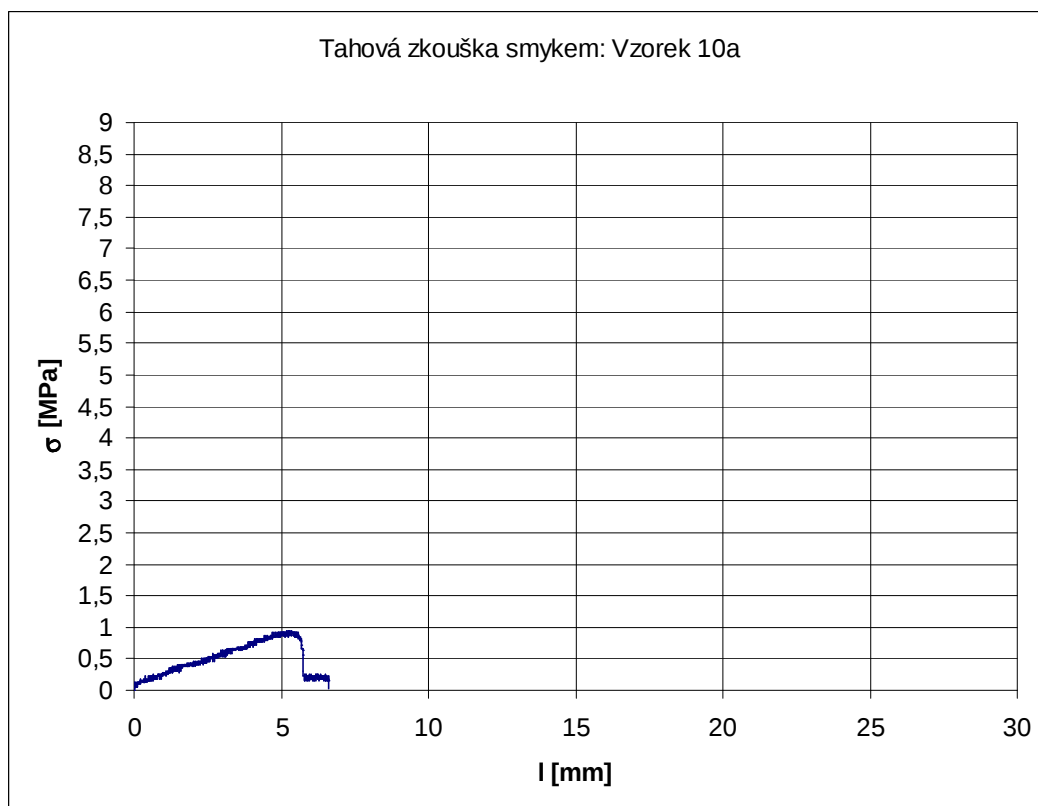
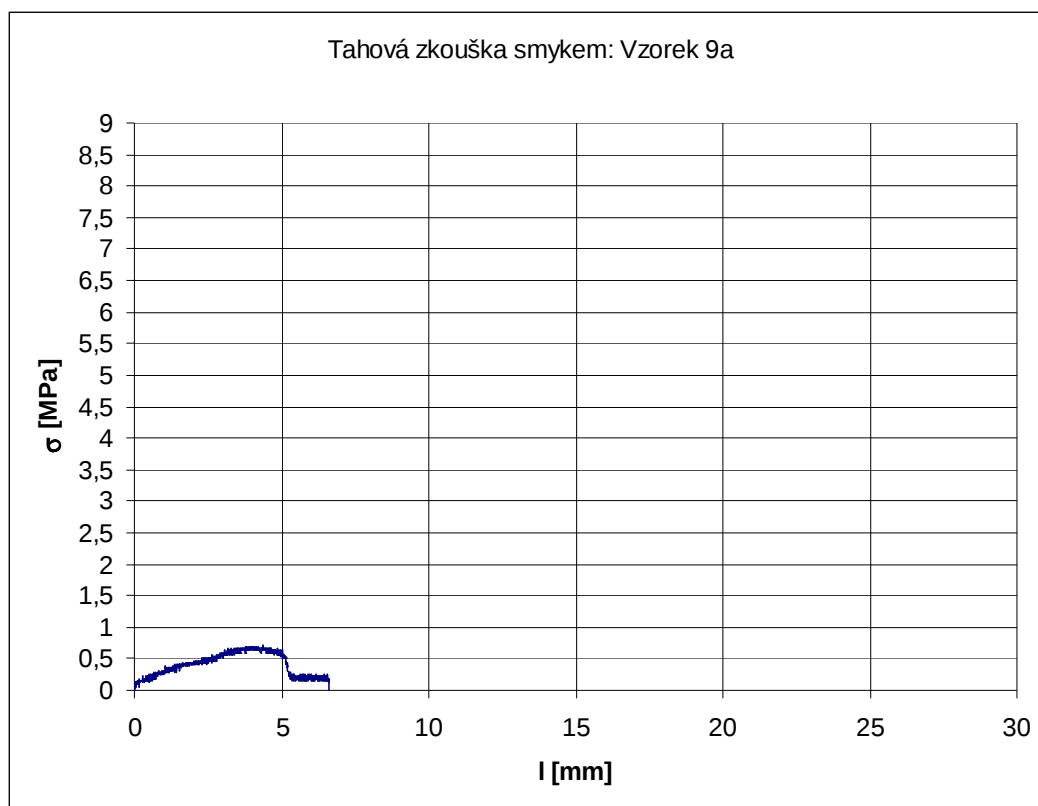
Příloha 20



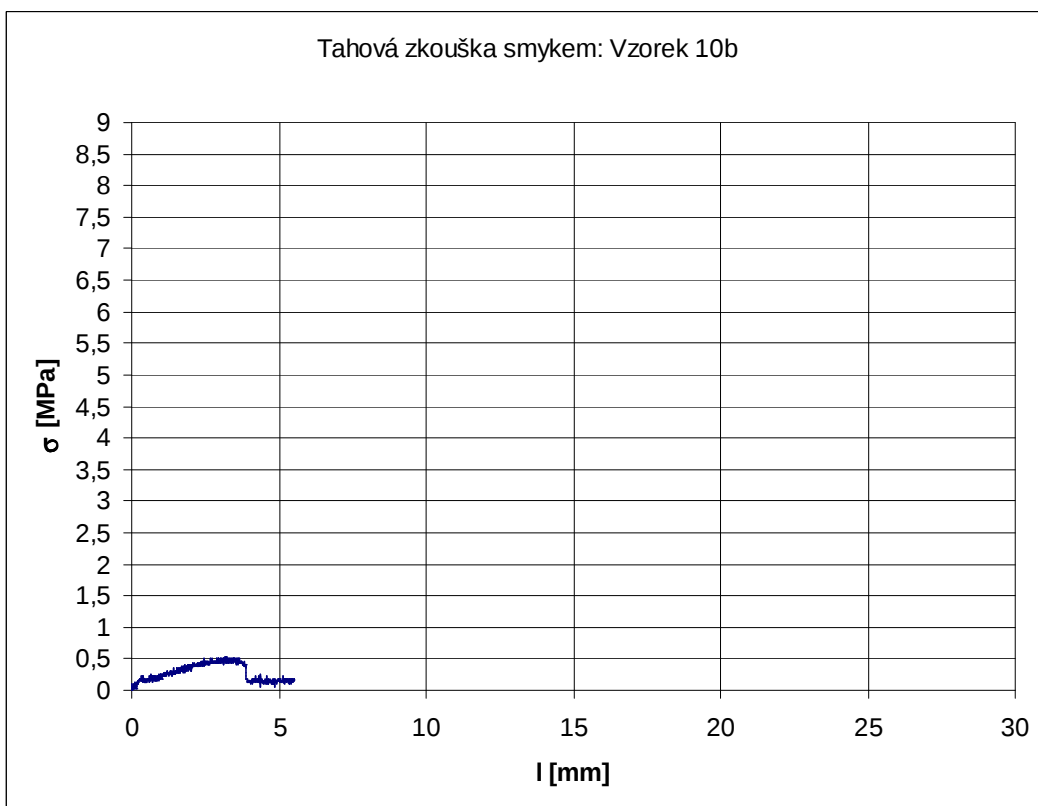
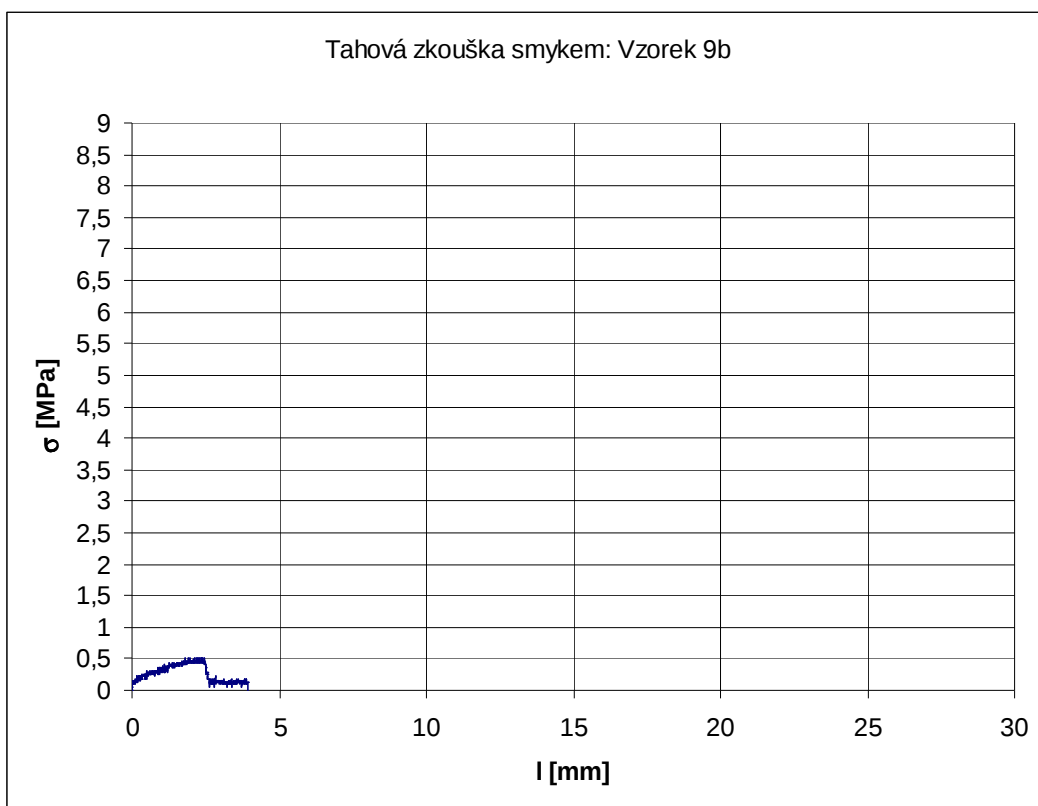
Příloha 21



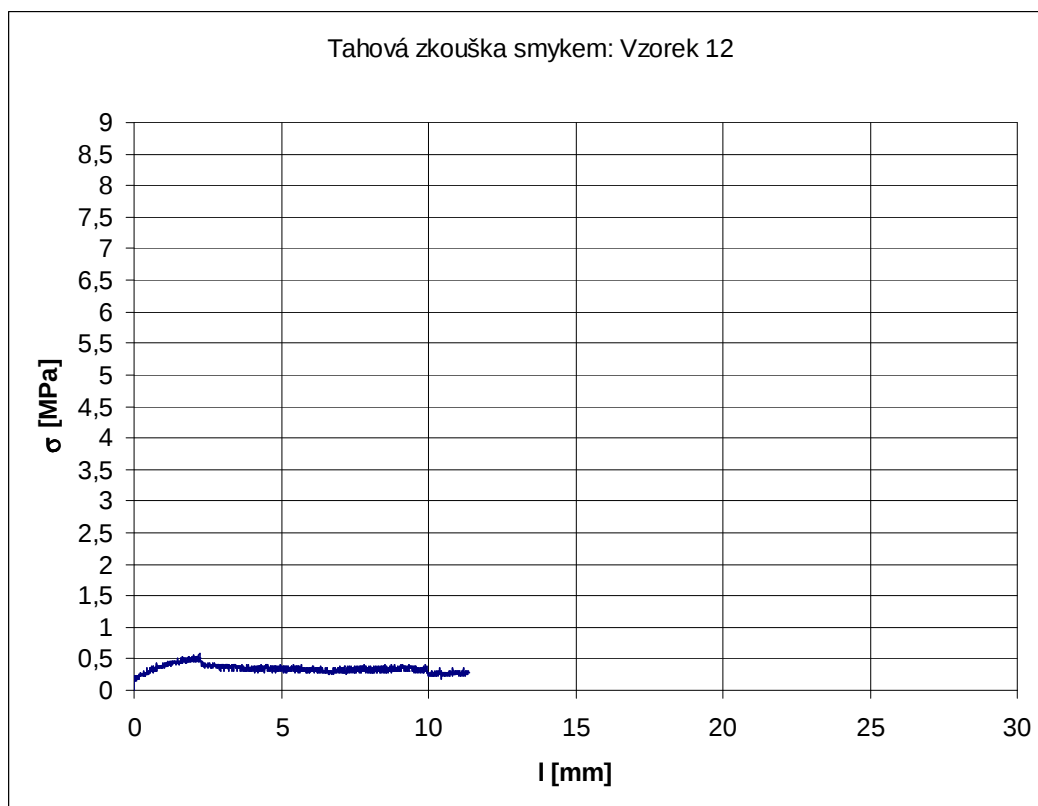
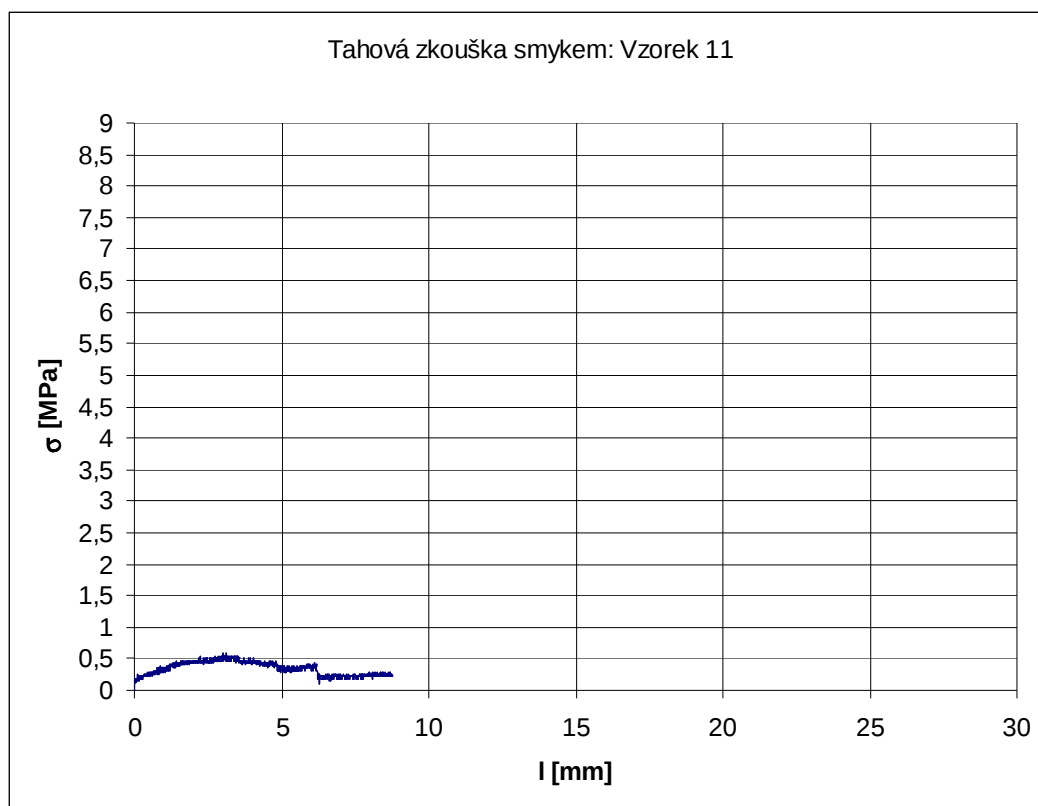
Příloha 22



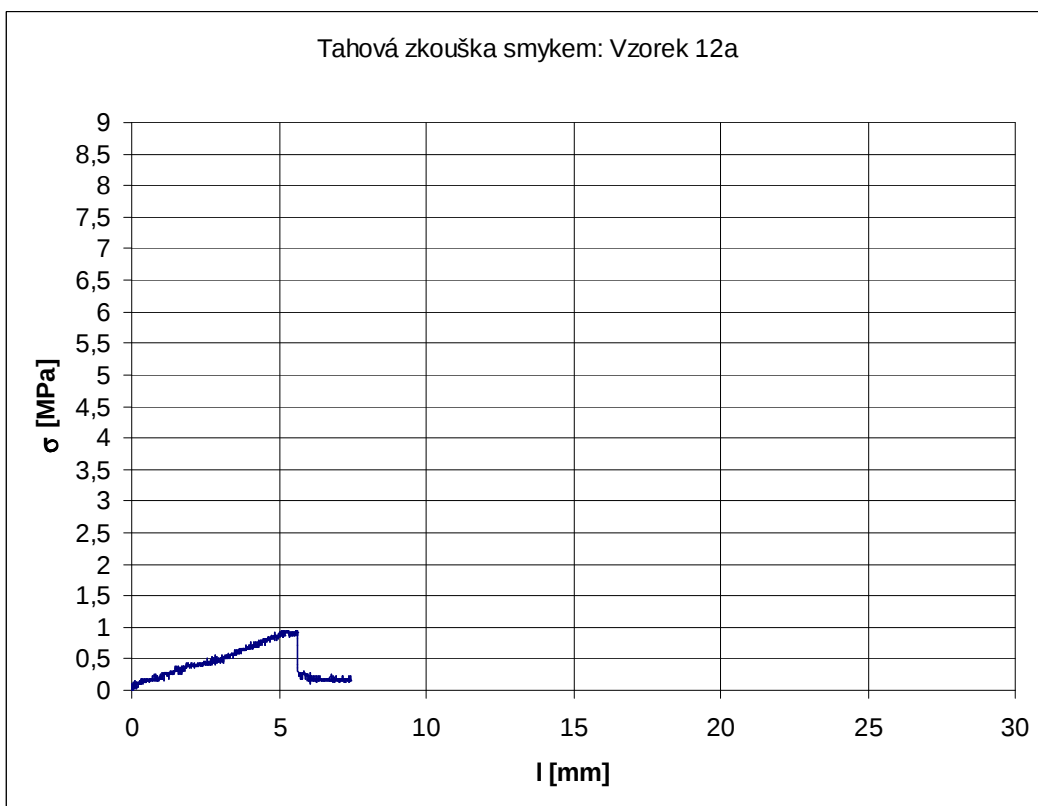
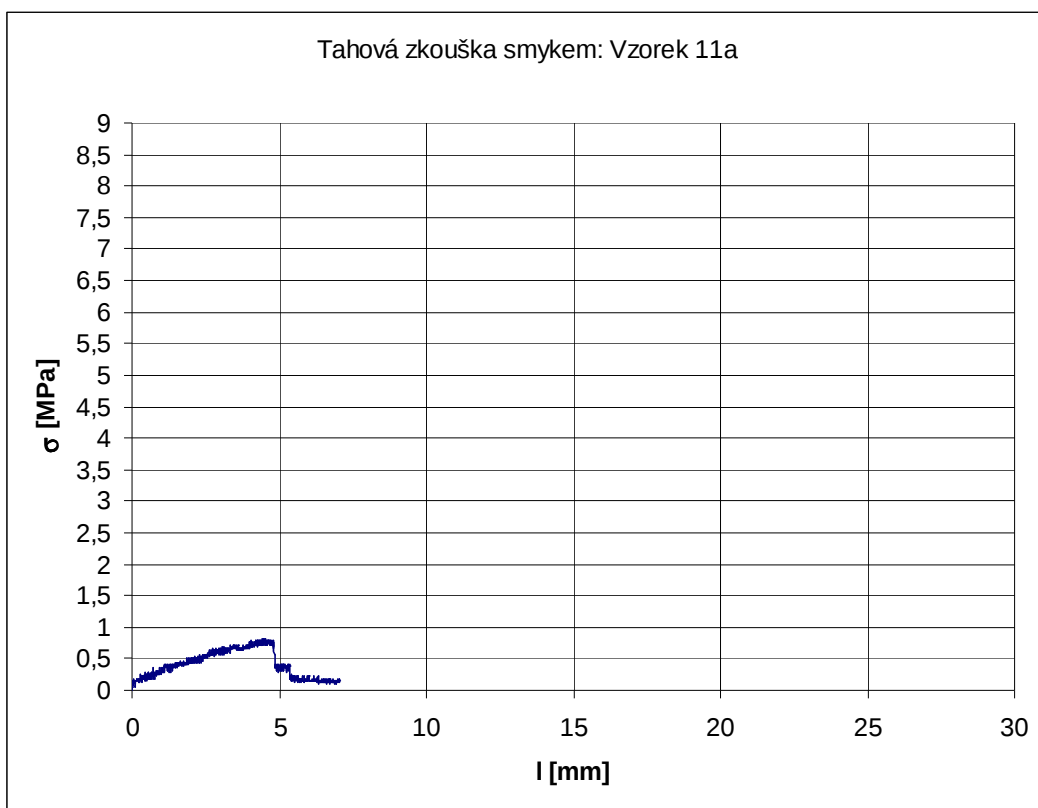
Příloha 23



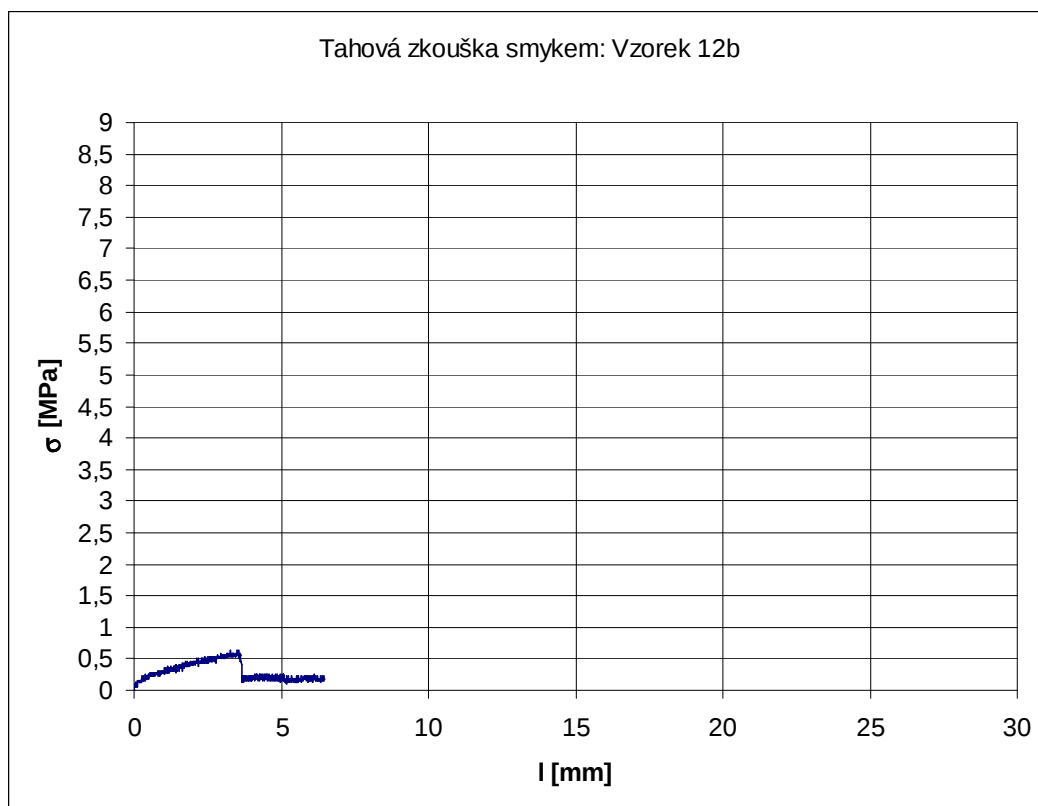
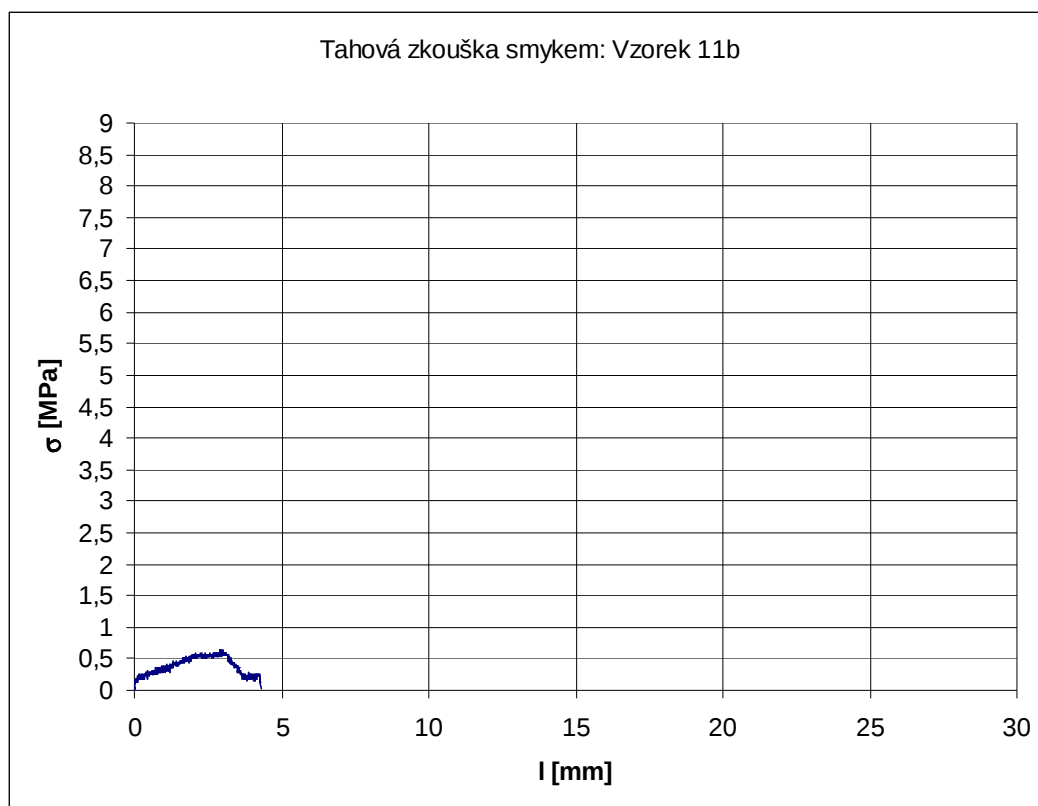
Příloha 24



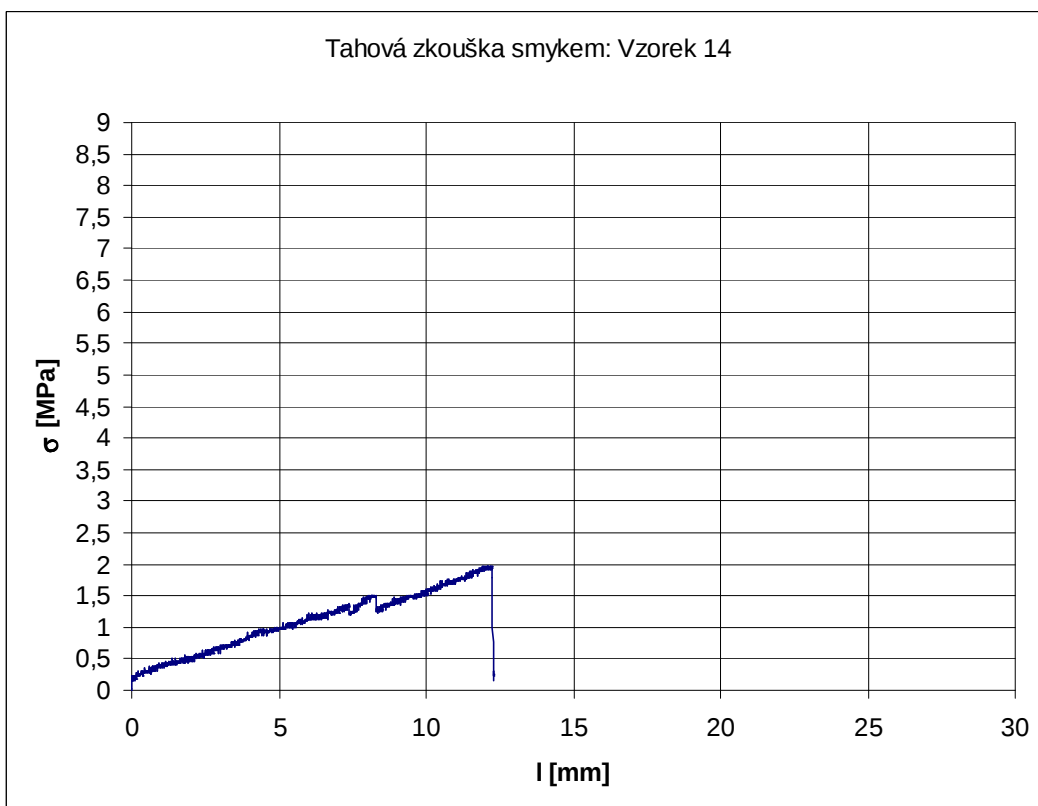
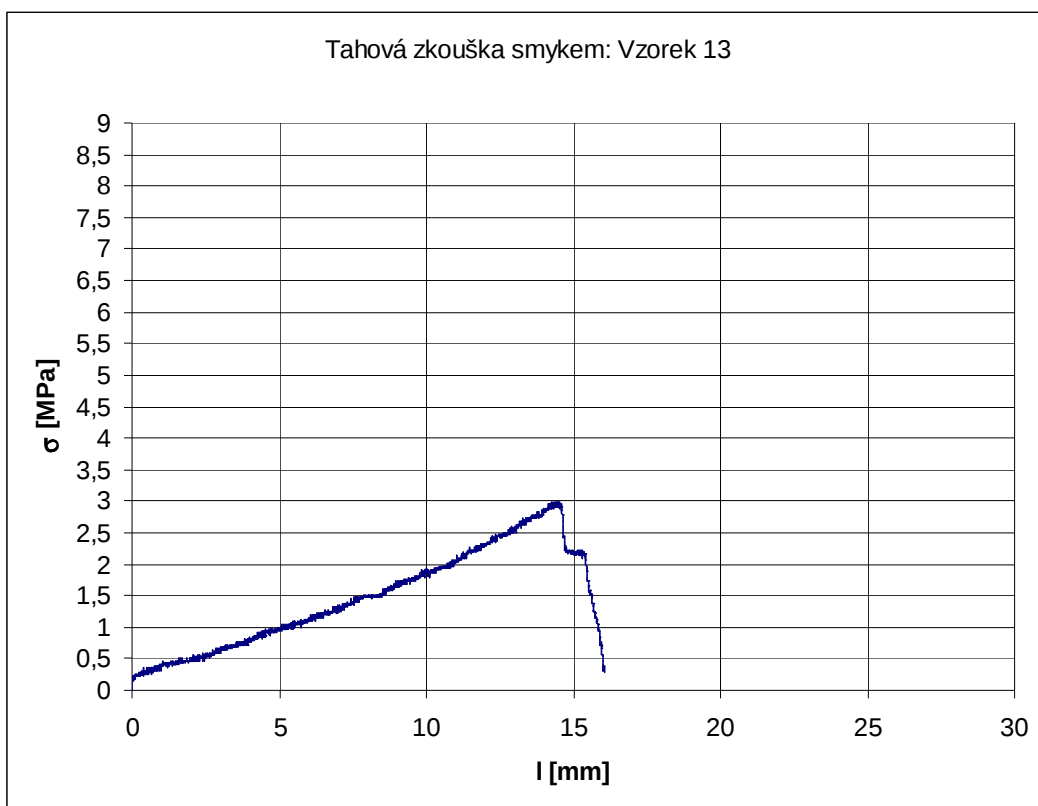
Příloha 25



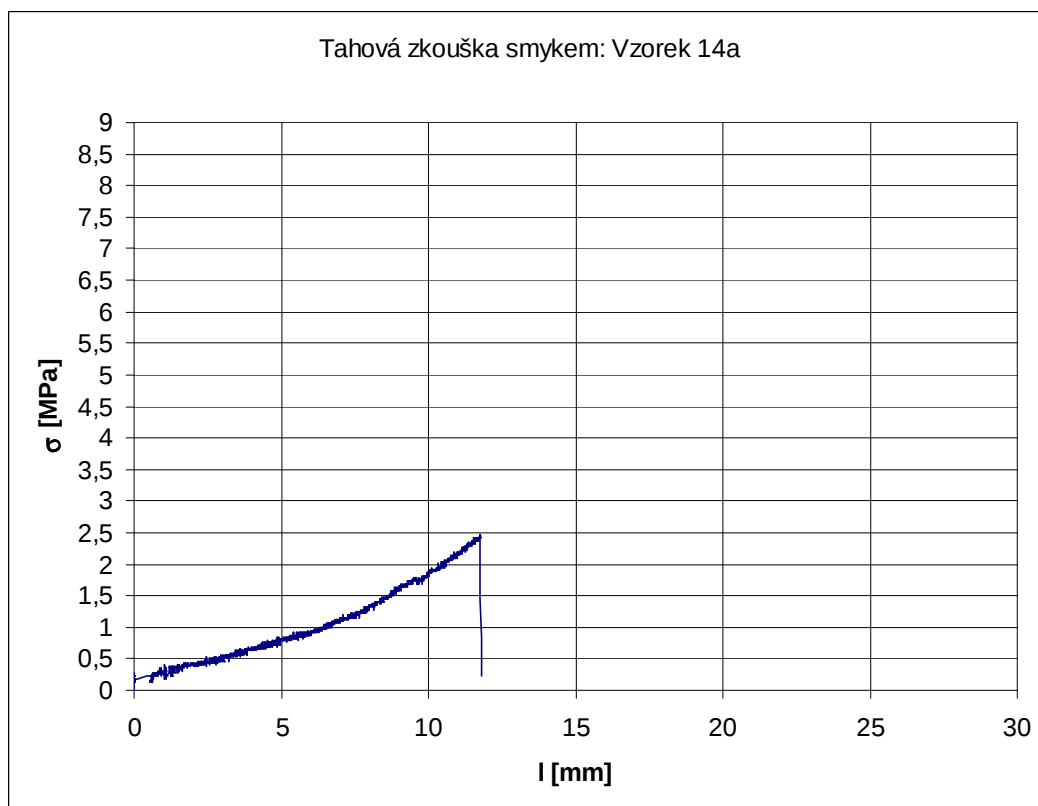
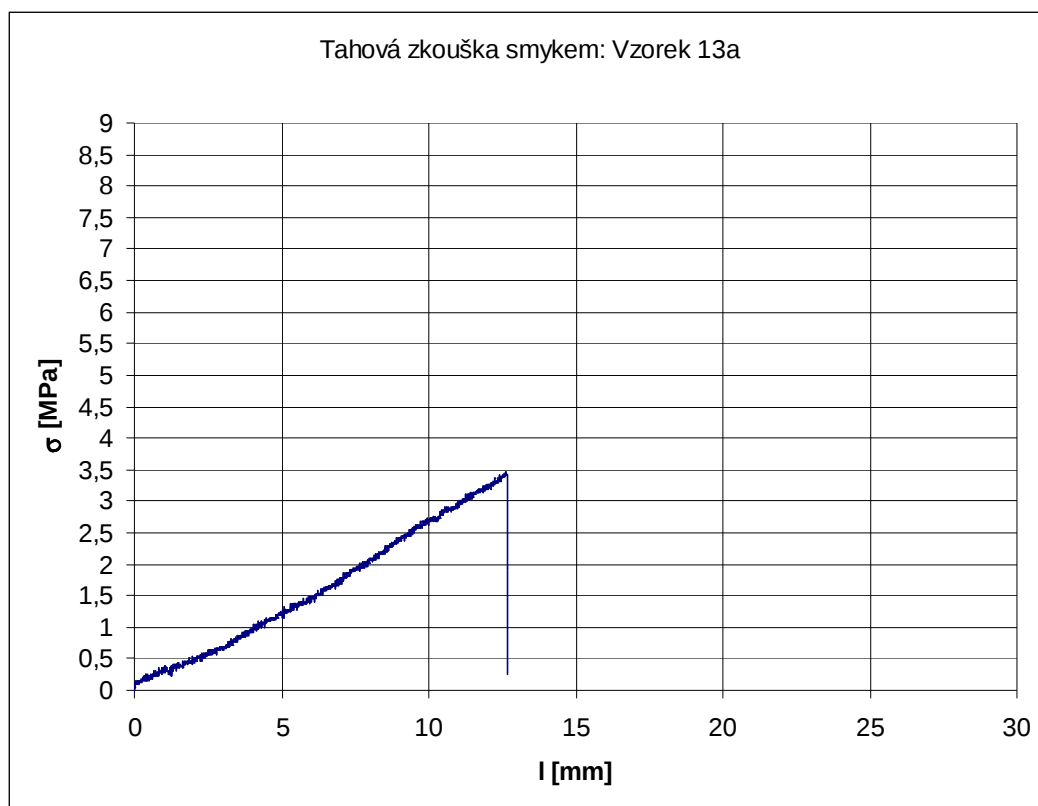
Příloha 26



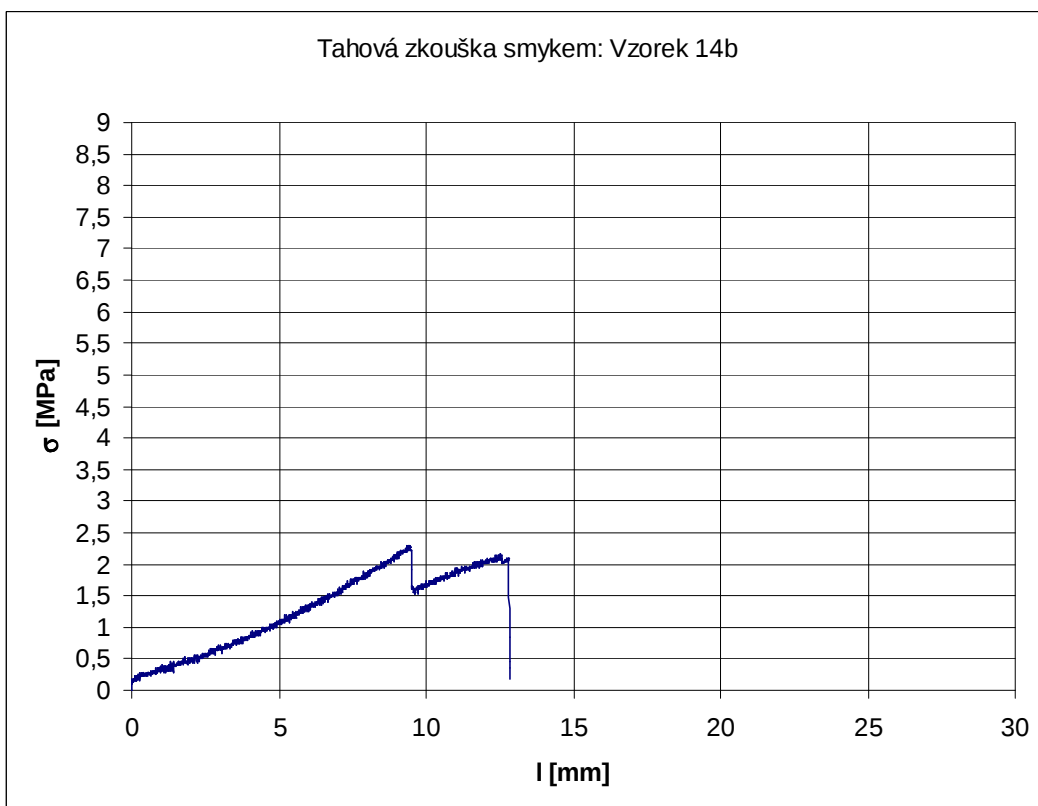
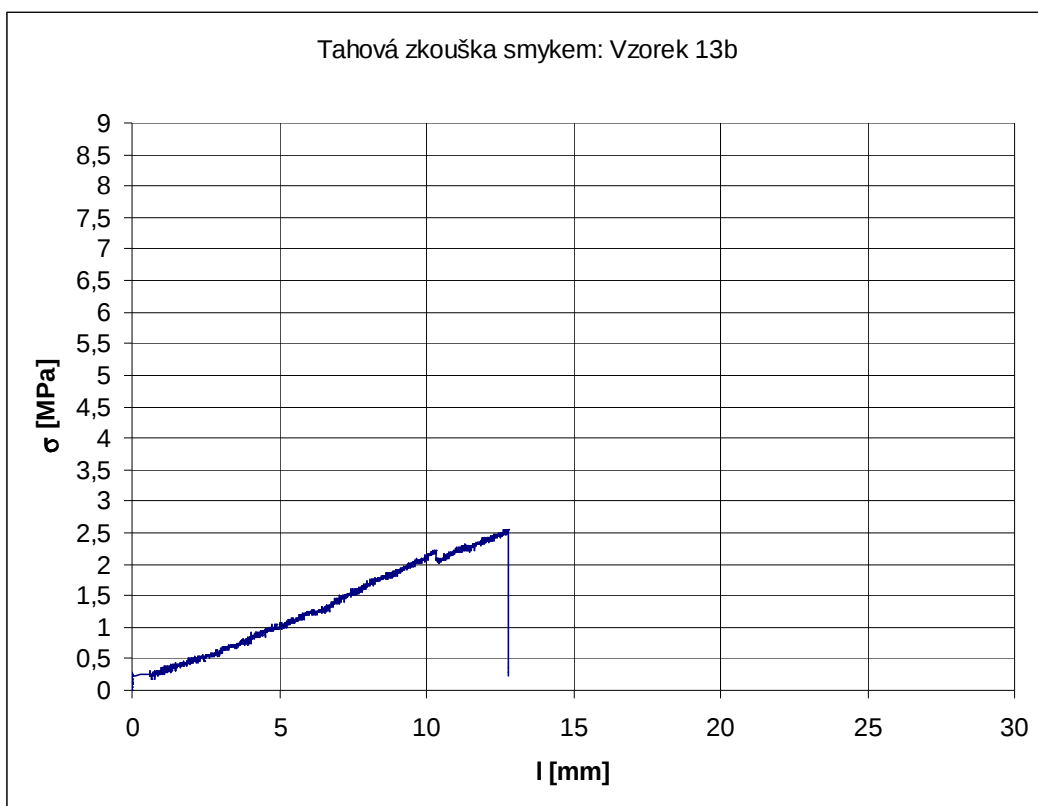
Příloha 27



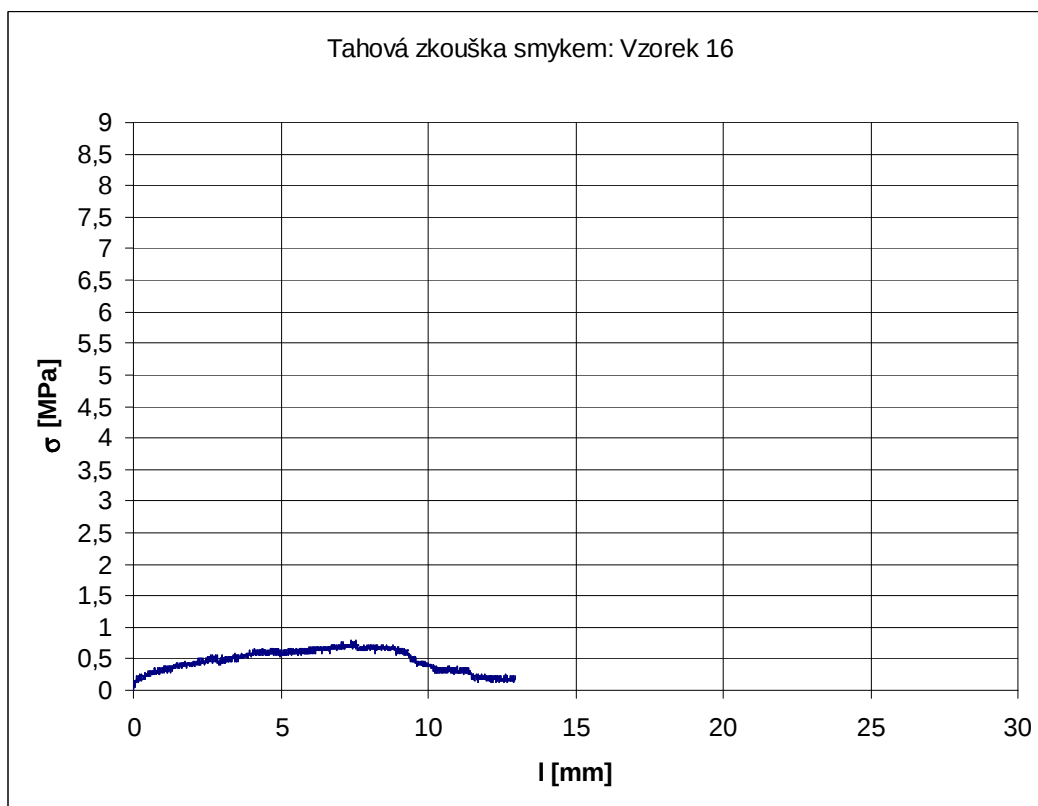
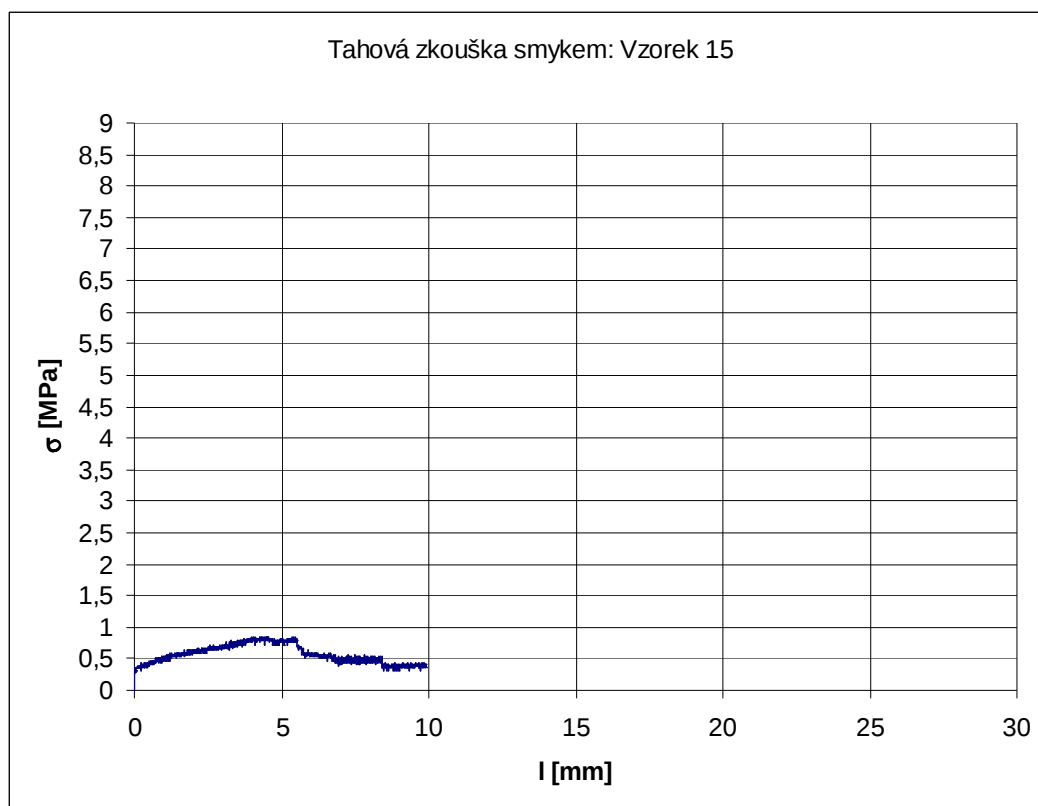
Příloha 28



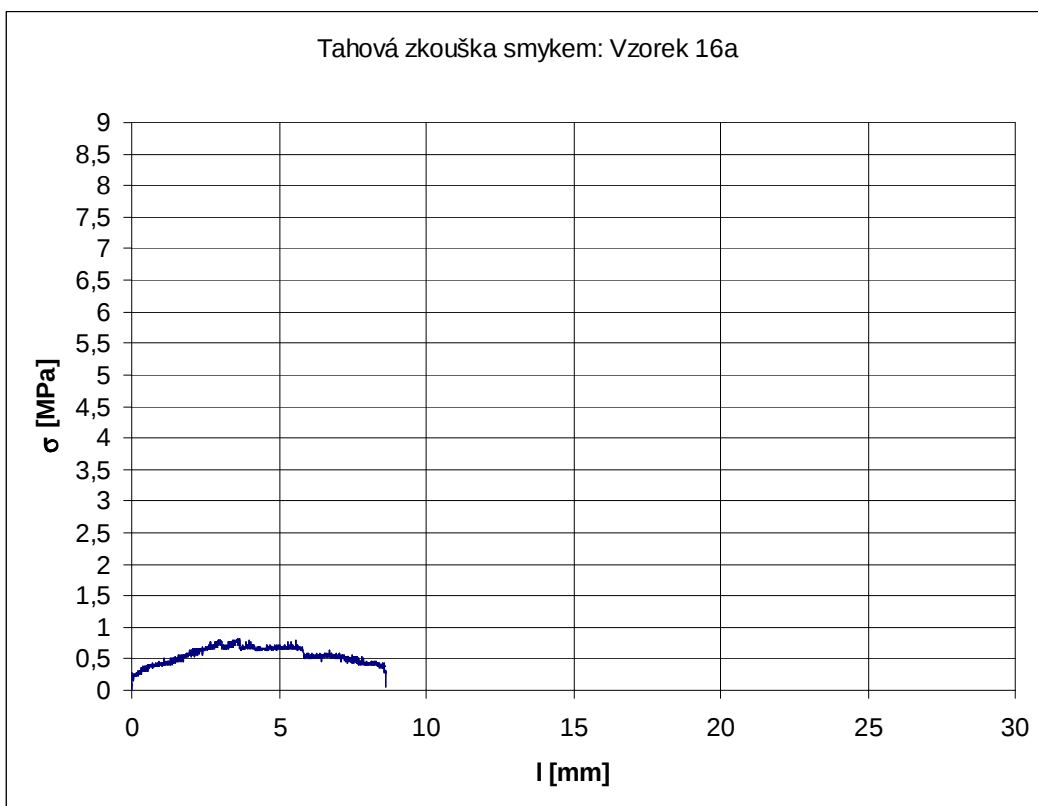
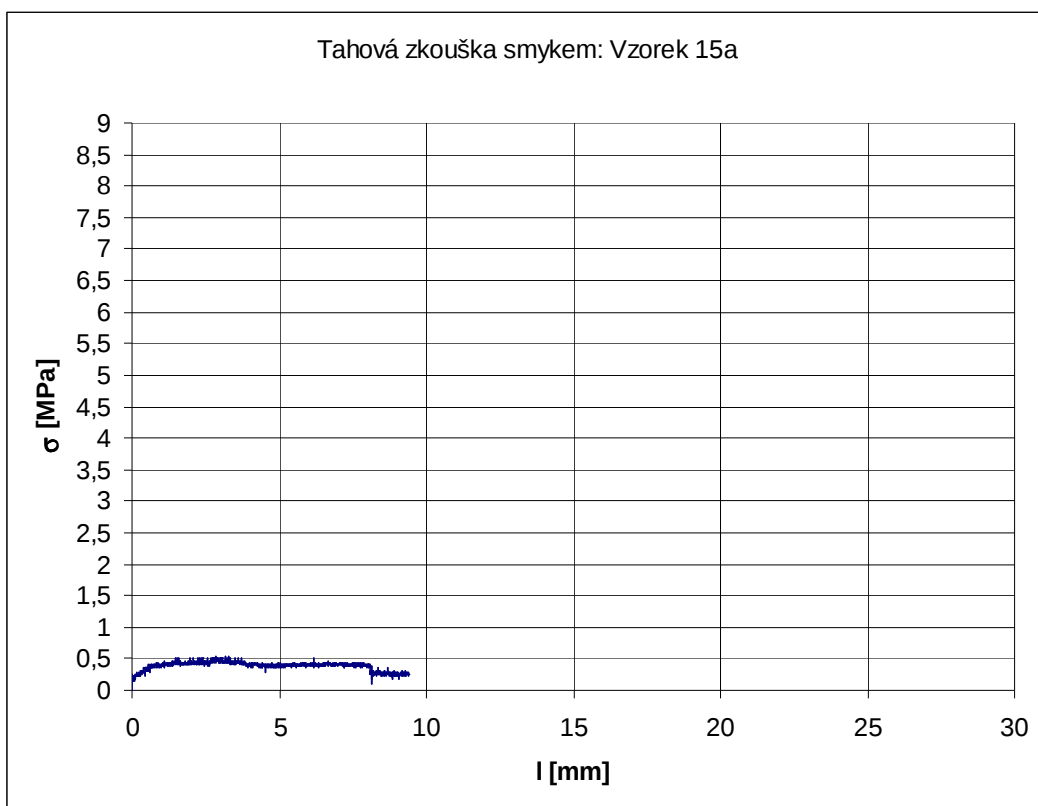
Příloha 29



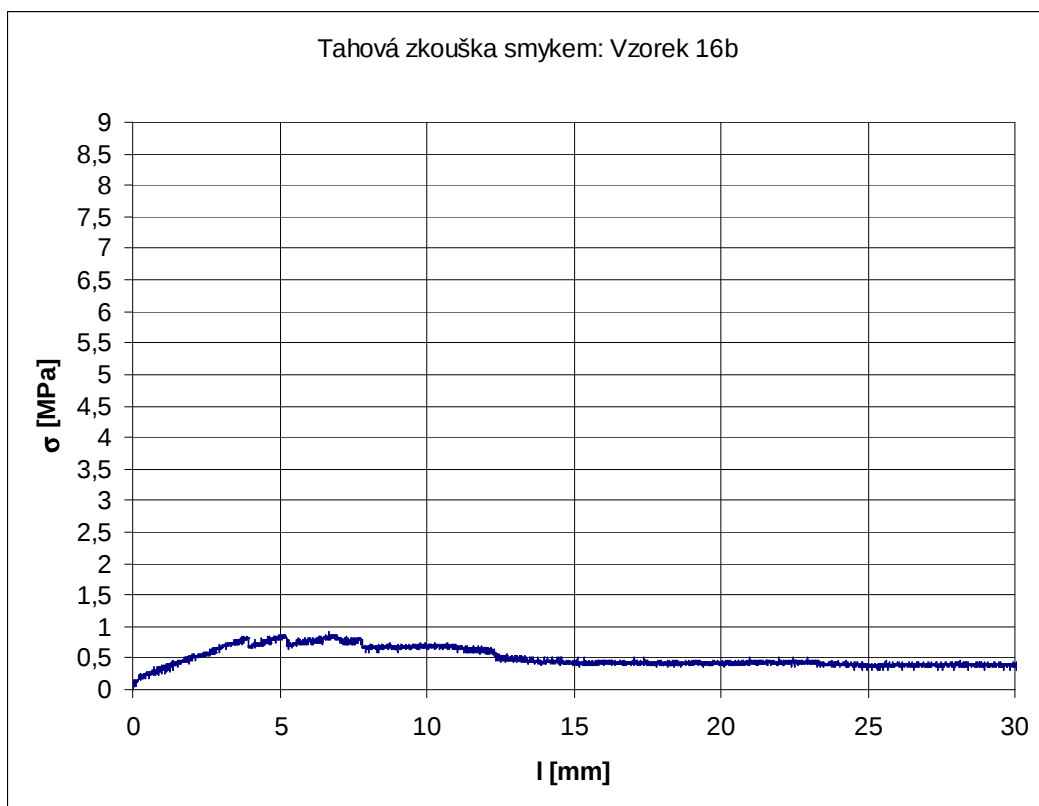
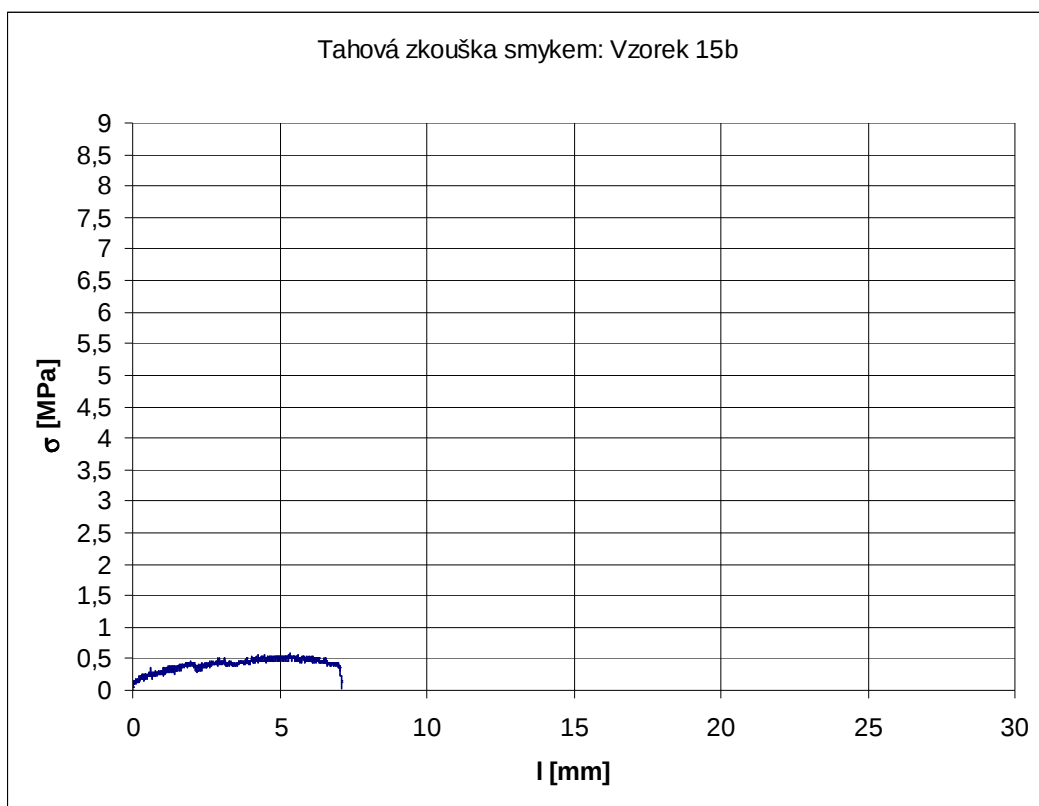
Příloha 30



Příloha 31



Příloha 32



Příloha 33

Hydraulický zkušební stroj ZD 40

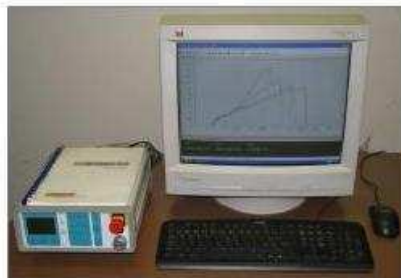
Stroj umožňuje provádět tahové, tlakové a ohybové zkoušky materiálů do 400 kN s řízením rychlosti zatěžování a programovým zpracováním zkoušek. Je vybaven vestavěným inkrementálním délkovým snímačem polohy příčnicku s rozlišením 0,01 mm a snímačem síly s řídicí jednotkou EDC 60.

Řídicí jednotka EDC 60 je vysoce precizní elektronické zařízení speciálně konstruované pro řízení servo-hydraulických zkušebních strojů. Je vyráběna speciálně pro aplikace řízení zkušebních strojů a využívají ji přední evropští výrobci universálních zkušebních strojů. Jednotka je opatřena programem pro zkoušky kovů s možností provádět zkoušky bez PC u jednoduchých aplikací bez použití průtahoměru.

Technické parametry:

- Výrobce: HBM /SRN/
- Měřicí rozsah: 8 ÷ 400 kN
- Chyba měření síly: 1/100 jmenovitého rozsahu síly, tj. $\pm 1 \%$ odpovídá třídě přesnosti 1
- Měřicí rozsah měření dráhy: 0 ÷ 280 mm
- Chyba měření dráhy: $\pm 0,01$ mm
- sériové rozhraní RS 232 pro komunikaci s nadřazeným PC
- COM1 pro PC s FIFO s maximální rychlostí 115 KB
- inkrementální vstup pro napojení snímače dráhy

Počítač je vybaven programem M-TEST v.1.7 pro tahovou, tlakovou a ohybovou zkoušku kovových materiálů dle EN 10001-2 s vyhodnocením výsledků, grafickým zpracováním.



Řídicí jednotka EDC 60