

Návrh možností spojů a přechodů v kompozitních aplikacích

Tomáš Jakeš

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš JAKEŠ**
Osobní číslo: **T10218**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh možností spojů a přechodů v kompozitních aplikacích**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Polymerní kompozitní materiály, definice, rozdělení, význam a funkce matrice a výstužných systému
2. Přehled možných druhů spojení polymerních kompozitních systému (sendvičové strukturální kompozity, vrstvené lamináty, hybridní spoje)
3. Aktuální situace využití spojů kompozitních materiálu v dopravním průmyslu a průmyslu sportovních pomůcek

II. Experimentální část

1. Návrh spojů a přechodu u konkrétní aplikace
2. Testování navržených spojů a přechodů, včetně řešení upínání
3. Porovnání dosažených výsledků a výběr spojů pro konkrétní aplikace
4. Formulace závěru a navržení opatření pro průmyslovou praxi

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] Ehrenstein, G. W.: Polymerní kompozitní materiály, Scientia Praha, 2009
- [2] Kořínek, Z.: Kompozity, dostupné na: www.volny.cz/zkorinek
- [3] Bareš, R. A.: Kompozitní materiály, SNTL Praha, 1988
- [4] Daďourek, K.: Kompozitní materiály ? druhy jejich užití, Liberec 2007
- [5] Jančář, J.: Úvod do materiálového inženýrství kompozitu, Brno, 1999
- [6] Elektronické zdroje dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Soňa Rusnáková, Ph.D.**

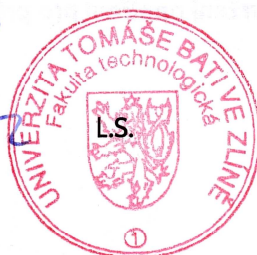
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **8. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že

- elektronická a tištěná verze bakalářské práce jsou totožné;
- na bakalářské práci jsem pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 12.5.2013

Tomáš Jukša

1) Zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

2) *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).*

3) *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.*

3). *Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá možností spojení kompozitních materiálů mezi sebou či s jiným materiálem. Teoretická část se zaměřuje na definici kompozitních materiálů a jejich typy dále na jejich možnosti spojení a využití těchto spojů v dopravě a sportu. V praktické části byly testovány lepené vzorky laminátu a kovových upínacích prvků. Vzorky byly testovány na pevnost proti odtržení na trhacím stroji Zwick 14 6566. Jako lepidla byla použita SA10-20A a Sikaflex 252.

Klíčová slova: Kompozit, kovové upínací prvky, lepené spoje, pevnost.

ABSTRAKT

This thesis deals with the possibility of connection of composite materials among themselves or with other material. The theoretical part focuses on the definition of composite materials and their types to their connectivity and uses these connections in transport and sport applications. In the practical part of the bonded samples were tested laminate and metal fasteners. Samples were tested for peel test strength at tensile testing machine ZWICK 14 6566. As adhesives were used SA10-20A and Sikaflex 252.

Keywords: Composite, fasteners, bonded joints, strength

Rád bych poděkoval vedoucí mé práce, paní doc. Ing. Soni Rusnákové, PhD., za trpělivost, pomoc při řešení problému a její cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat firmě Form s.r.o. Střelná, která mi poskytla vzorky pro praktickou část. A v neposlední řadě chci poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 POLYMERNÍ KOMPOZITNÍ MATERIÁLY	13
1.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	13
1.1.1 HOMOGENITA A NEHOMOGENITA.....	13
1.1.2 IZOTROPIE A ANIZOTROPIE.....	14
1.1.3 SYNERGICKÝ EFEKT.....	15
1.2 ROZDĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	17
1.2.1 PODLE VELIKOSTI ČÁSTIC VÝZTUŽE.....	17
1.2.2 PODLE DISPERZNÍ FÁZE.....	17
1.2.3 PODLE TYPU MATRICE.....	17
1.2.4 PODLE TVARU VÝZTUŽE	18
1.3 MATRICE	19
1.3.1 REAKTOPLASTICKÉ.....	19
1.3.2 TERMOPLASTICKÉ	20
1.4 VÝSTUŽNÝ SYSTÉM	21
2 MOŽNOSTI SPOJŮ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	22
2.1 LEPENÉ SPOJE	22
2.1.1 POLARITA	23
2.1.2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ LEPIDEL	23
2.1.3 PRUŽNÉ LEPENÍ	23
2.1.4 TYPICKÉ METODY LEPENÝCH SPOJENÍ PRO SENDVIČOVÉ PANELE	24
2.2 NÝTOVÉ SPOJE	27
2.2.1 ZÁKLADNÍ DRUHY NÝTŮ.....	27
2.2.2 ZÁKLADNÍ NÝTOVÉ SPOJE.....	27
2.2.3 POSTUP PŘI NÝTOVÁNÍ:	28
2.3 SVAŘOVÁNÍ	28
3 POLYMERNÍ KOMPOZITNÍ SYSTÉMY	30
3.1 SENDVIČOVÉ KONSTRUKCE	30
3.1.1 VLASTNOSTI SENDVIČOVÝCH KONSTRUKCÍ A VÝROBA.....	30
3.2 LAMINÁRNÍ (VRSTVENÉ) KOMPOZITNÍ MATERIÁLY	31
3.3 HYBRIDNÍ SPOJE (SPOJENÍ KOV/ KOMPOZIT)	32

3.3.1	RYCHLOUPÍNACÍ ZÁVITOVÉ VLOŽKY	32
3.3.2	SAMOŘEZNÉ ZÁVITOVÉ VLOŽKY	35
3.3.3	LISOVANÉ ZÁVITOVÉ VLOŽKY	37
3.3.4	LEPENÉ KOVOVÉ UPÍNACÍ PRVKY	40
4	AKTUÁLNÍ SITUACE VYUŽITÍ SPOJŮ V DOPRAVĚ A SPORTOVNÍM PRŮMYSLU	42
4.1	KAROSERIE OSOBNÍHO AUTOMOBILU	42
4.2	SKATEBOARD	44
4.2.1	VÝROBA LAMINÁTOVÉHO SKATEBOARDU	44
II	PRAKTICKÁ ČÁST	46
5	CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	47
6	VÝROBA VZORKŮ	47
6.1	POUŽITÉ TKANINY A PRYSKYŘICE	50
6.1.1	NORPOL 850-M850	50
6.1.2	POLYESTEROVÉ SKELNÉ VLÁKNO	50
6.2	POUŽITÁ LEPIDLA A PRIMERY	50
6.2.1	SA10-20A	50
6.2.2	SIKAFLEX – 252	50
6.2.3	SIKA PRIMER 206 G+P	50
6.3	POUŽITÉ KOVOVÉ UPÍNACÍ PRVKY	51
6.3.1	M1-RB38-M6x16	51
6.3.2	M1-RB38-M6x20	51
6.3.3	M1-SB30-M6x20	51
6.3.4	MATICE M4x6, AN 9060 A/A2	51
6.3.5	MATICE M8x11, AN 9060 A/A2	51
7	POUŽITÉ ZAŘÍZENÍ	52
7.1	TAHOVÁ ZKOUŠKA	53

7.1.1	LAMINÁT – 1A	53
7.1.2	LAMINÁT – 2A	54
7.1.3	LAMINÁT – 3A	55
7.1.4	LAMINÁT – 4A	55
7.1.5	LAMINÁT – 1B.....	56
7.1.6	LAMINÁT – 1B+C.....	57
7.1.7	LAMINÁT – 2B.....	57
7.1.8	LAMINÁT – 2B+C.....	58
7.1.9	LAMINÁT - 3B	59
7.1.10	LAMINÁT – 3B+C.....	59
7.1.11	LAMINÁT – 5B.....	60
7.1.12	LAMINÁT – 5B+C.....	61
7.1.13	POROVNÁNÍ POUŽITÝCH LEPIDEL.....	61
8	DISKUSE VÝSLEDKŮ	63
8.1	LEPIDLO A.....	63
8.2	LEPIDLO B	63
8.3	LEPIDLO B+C	63
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71

ÚVOD

Kompozitní materiály jsou považovány za moderní materiály a jsou stále více používány. Hlavní výhodou kompozitních materiálů u velkých konstrukcí je jeho nízká váha, ale i nízká cena, která se ovšem projeví při sériové výrobě. Vyrábět sériově velké konstrukce např. lodě, letadla z jiných, než kompozitních materiálů za přijatelnou cenu nám dnešní technologie takřka nedovolují. Pro zefektivnění používání kompozitních materiálů je nutné zdokonalovat jejich technologii výroby a hledat nové možnosti spojení, ať už mezi sebou nebo s nějakým jiným materiálem. Jednou z těchto technologií spojování je lepení. Lepení je považováno za moderní technologii, i když ve skutečnosti je velmi staré. Moderní lepidla jsou schopna tlumit rázy, ale i sloužit jako odhlučnění. Volba lepidla je velmi důležitá z hlediska použitých materiálů, pro úspěšné použití lepidel v praxi je nutné znát technologické vlastnosti používaných lepidel. V současné době lepení nachází využití ve všech odvětvích letectví, hospodářství, automobilovém průmyslu, při stavbě obráběcích strojů, vagónů, lodí, ale i v kosmonautice. Nevýhodou lepených spojů je však to, že ve většině případech jsou nerozebíratelné. Tuto nevýhodu lze odstranit použitím závitových vložek nebo kovových upínacích prvků, které umožňují vytvořit rozebíratelné šroubové nebo tvarové spojení s kompozitními materiály. Kvůli konstrukčním požadavkům výrobku je jejich použití v mnoha případech nevyhnutelné.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 POLYMERNÍ KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Ve své publikaci [1] Ing. Zdeněk Kořínek, CSc. obecně definoval kompozitní materiály jako, složení dvou nebo více chemicky a fyzikálně odlišných složek (fází). Tvrdší, tužší a pevnější nespojitá složka se nazývá výztuž, spojitá a obvykle poddajná složka, která zastává funkci pojiva výztuže, se nazývá matrice. Podle současného chápání pojmu kompozit musí být k zařazení vícefázového materiálu mezi kompozitní materiály splněny následující podmínky:

- podíl výztuže musí být větší než 5%
- vlastnosti výztuže a matrice (mechanické, fyzikální i chemické) se liší, výztuž je významně pevnější v tahu a obvykle tužší než matrice
- kompozit musí být připraven smícháním složek [1]

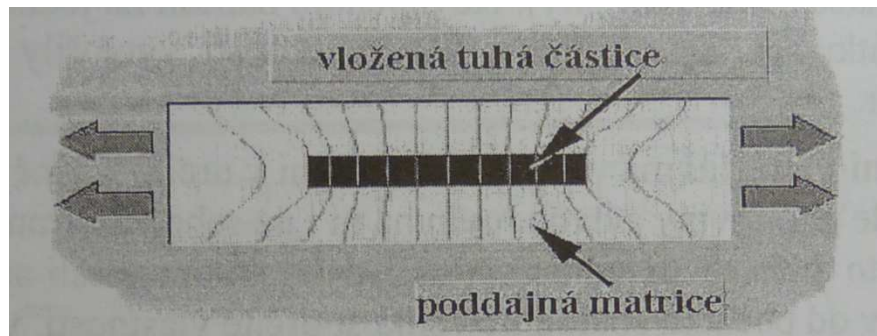
1.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

Snahou kompozitního materiálu je dostat součtem (smíšením) dvou různých materiálů (A) a (B) nový materiál (C) s lepšími vlastnostmi, než mají původní složky. [2]

1.1.1 Homogenita a nehomogenita

V atomárním měřítku je každý technický materiál nehomogenní. Proto je nutné požadovat, aby nehomogenity v kompozitu byly v mnohem větším měřítku než atomárním. Musí přitom být ale dostatečně malé, aby bylo možné v makroměřítku srovnatelném s rozměry konstrukčních dílů z tohoto kompozitu považovat tento kompozit za homogenní materiál.

Kompozit je tedy vnitřně nehomogenní, ale z makroskopického hlediska homogenní, vede k zavádění vlastností kompozitního materiálu, které často bývají jen fiktivní.



Obr. 1 Část kompozitu, deformovaná tahovým jednoosým napětím
[3]

Při působení tahového napětí se tuhá částice protáhne, a z jejího prodloužení lze spočítat její relativní deformaci. Matrice se naopak protahuje v různých místech různě, protože jí v tom zabraňuje tuhá částice. Avšak je také možné změřit (nebo spočítat) v různých místech relativní deformaci. Kompozit jako celek se také protáhne o určitou hodnotu, toto protažení je možné změřit a spočítat z něj relativní deformaci kompozitu jako celku. Pro konstrukční účely je tato hodnota velmi důležitá, ve skutečnosti se ale žádná složka takto nedeformuje, jde jen o fiktivní hodnotu, kterou je nutné spočítat z deformací částice a matrice.
[3]

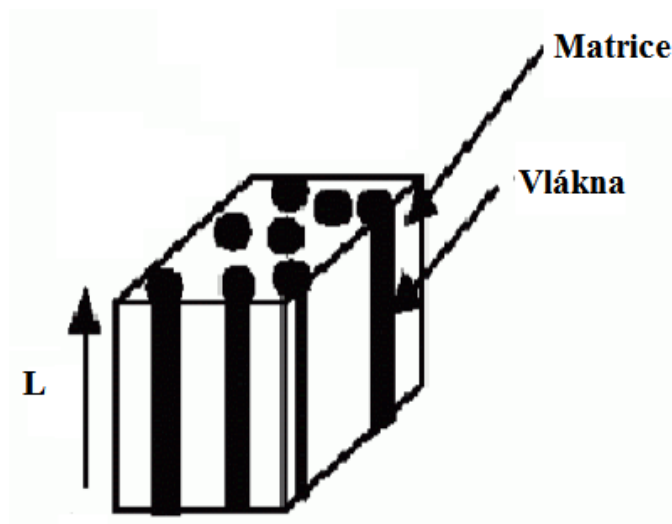
1.1.2 Izotropie a anizotropie

U polymerních kompozitů s uspořádanými vlákny (skleněnými, uhlíkovými) se jejich tuhost nebo pevnost ve směru vláken a kolmo na ně výrazně liší, dokonce až o několik řádů. Proto je nutné s anizotropií u kompozitních materiálů vždy počítat.

Základní rozdělení materiálů z hlediska symetrie jeho vlastností jsou:

- a) Izotropní materiál – má ve všech směrech stejné mechanické vlastnosti. Kdyby se nanesly vektory vlastností od počátku souřadného, tak by vznikla koule.
- b) Anizotropní materiál – má vlastnosti v každém směru jiné a při nanesení jednotlivých vektorů vlastností od počátku souřadného systému, by koncové body vytvořily obecnou plochu
- c) Pseudoizotropní materiál (kvaziizotropní) materiály – má vlastnosti stejné ve směru tří základních os a jsou symetrické podle tří rovin tvořených těmito osami. Při nanesení vektorů vlastností od počátku souřadného systému, vytvořily by koncové body například krychli.

- d) Ototrovní materiál – má vlastnosti symetrické podle tří navzájem kolmých rovin. Ve třech kolmých směrech tvořených průsečnicemi těchto rovin (tzn. hlavní směry) má vlastnosti vzájemně různé, ale bez typických efektů anizotropie (např. při stlačení v tomto směru dojde jen k deformaci ve směru síly, ve všech ostatních směrech deformace nemá směr síly). Kdybychom nanесли na jednotlivé vektory vlastností od počátku souřadného systému, vytvořily by koncové body například kvádr.
- e) Příčně izotropní materiál – je typický pro kompozitní materiály, má izotropní vlastnosti v určité rovině. Vlastnosti jsou symetrické podle této roviny a dvou rovin na ni i na sebe vzájemně kolmých. Průsečnice těchto dvou rovin je hlavní osa. Kdybychom nanесли jednotlivé vektory vlastností od počátku souřadného systému, vytvořili by koncové body rotační elipsoid. [3]

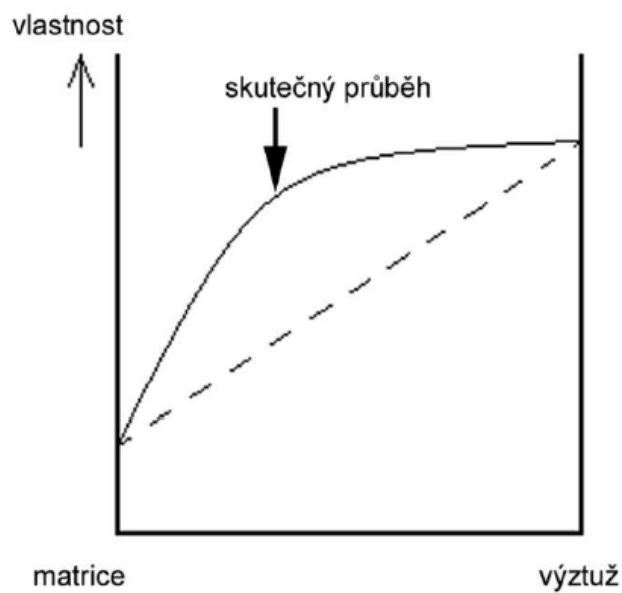


Obr. 2 Jednoosé uspořádání vláken ve směru L [3]

Pokud není kompozit příčně izotropní, je z pravidla zcela izotropní. Jiné případy anizotropie jsou u kompozitních materiálů vyjíměčné.

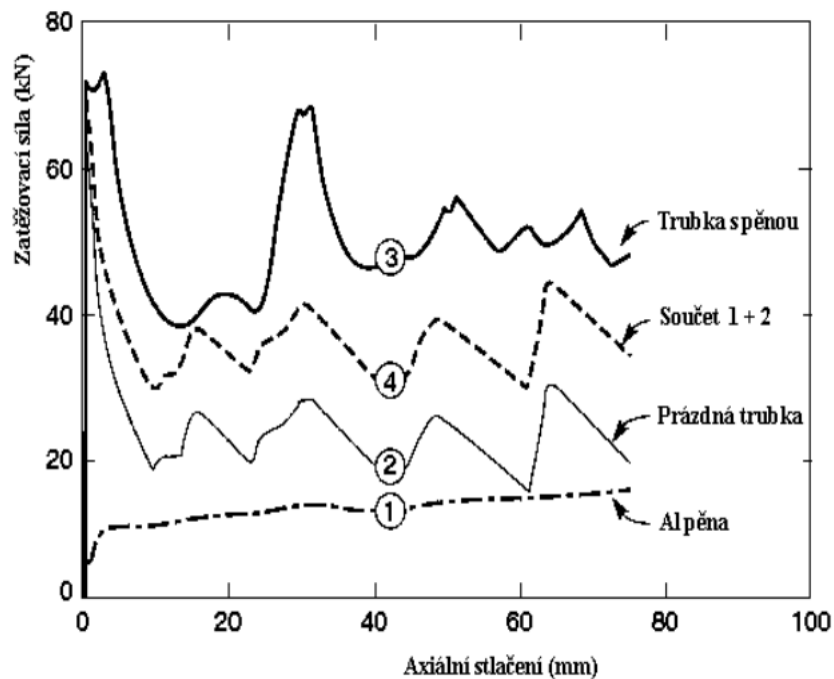
1.1.3 Synergický efekt

Jako synergický efekt se označuje efekt, kdy dochází v kompozitu ke kombinaci pozitivních vlastností jeho složek tak, že celek přesahuje poměrný součet složek. [3]



Obr. 3 Znárodnění synergického efektu
v kompozitním materiálu [3]

U kompozitních materiálů je výhodné, aby byl tento efekt co nejsilnější, a to především u těch vlastností, na které se kladou vyšší nároky. [3]



Obr. 4 Příklad synergického efektu v kompozitní struktuře z
hliníkové pěny, vložené do tenkostěnné hliníkové trubky [3]

1.2 ROZDĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

Kompozitní materiály lze rozdělit podle povahy a velikosti výztuže nebo podle typu matrice.

1.2.1 Podle velikosti částic výztuže

- Mikrokompozitní materiály – jejich největší příčné rozměry výztuže, jsou v rozmezí 100 až 102 μm , mají největší význam v průmyslu
- Makrokompozitní materiály – obsahují výztuž o velikosti příčného rozměru 100 až 102 mm, jsou používány především ve stavebnictví
- Nanokompozitní materiály – mají rozměry výztuže (délka částice nebo průměr vláknů) v jednotkách nm, hrají velkou roli ve výpočetní technice, zdravotnictví, v oblasti filtrace atd. [1]

1.2.2 Podle disperzní fáze

Každý kompozit musí mít jednu složku, která je v celém rozsahu spojitá a určuje tvar a rozměry (drží ho pohromadě). Tato složka se označuje jako matrice. Všechny ostatní složky jsou zpravidla v matrici rozptýleny – dispergovány a proto se označují jako disperze.

Tři základní typy rozdělení podle disperze:

- Kompozit prvního typu – má disperze (jednu nebo více) z pevné fáze. Tyto kompozity se používají nejčastěji v technice.
- Kompozit druhého typu – má kapalnou disperzi. Tento druh je méně používán, patří sem některé pórovité struktury s póry vyplněnými např. mazacím olejem. Kapalina může být buď v uzavřených, nebo otevřených pórech.
- Kompozit třetího typu – má plynnou disperzi. Patří sem pěnové materiály i různé vláknové struktury s vlákny buď slinutými, nebo spojenými malým množstvím pojiva [3]

1.2.3 podle typu matrice

- Kompozity s polymerní matricí (Plastic Matrix Composites – PMC)
- Kompozitní materiály s kovovou matricí (Metal Matrix Composites – MMC)

- Kompozitní materiály s keramickou maticí (Ceramic Matrix Composites – CMC)
- Kompozitní materiály se skleněnou nebo sklokeramickou maticí
- Kompozitní materiály s uhlíkovou maticí [1], [3]

1.2.4 Podle tvaru výztuže

Tvar jednotlivých částí disperze má podstatný vliv na anizotropii vlastností i na způsobu interakcí mezi maticí a disperzí.

Podle tvaru disperze se kompozity dělí na:

- Částicové - disperze je ve tvaru částic, buď:
 - o izometrických – kompozit je zpravidla izotropní
 - o anizometrických – částice jsou ve tvaru destiček nebo jehliček a mohou být
 - náhodně orientované
 - orientované
- Vlákňové - disperze je ve tvaru vláken
 - o jednovrstvé
 - kontinuální vlákna
 - 1D (jednosměrná)
 - 2D (tkaniny, rohože)
 - 3D (pleteniny, tkaniny)
 - diskontinuální vlákna
 - náhodná orientace
 - orientované
 - o vícevrstvé
 - lamináty
 - sendviče
 - distanční tkaniny

- voštiny
 - polymerní pěny
 - syntaktické pěny
- Deskové – matrice i disperze jsou složeny ze vzájemně se střídajících desek, většinou nelze dobře rozlišit co je matrice a co disperze [1], [3].

1.3 MATRICE

Spojité složka, která zastává funkci pojiva výztuže a chrání většinou křehká vlákna. Polymerní matrice jsou výrazně poddajnější než vlákna, pevnost v tahu je u všech matric menší, než je pevnost vláken (u polymerních matric až o dva řády).

Pro kompozitní materiály s kontinuálními vlákny se nejvíce používají reaktoplastické nebo termoplastické matrice. [1]

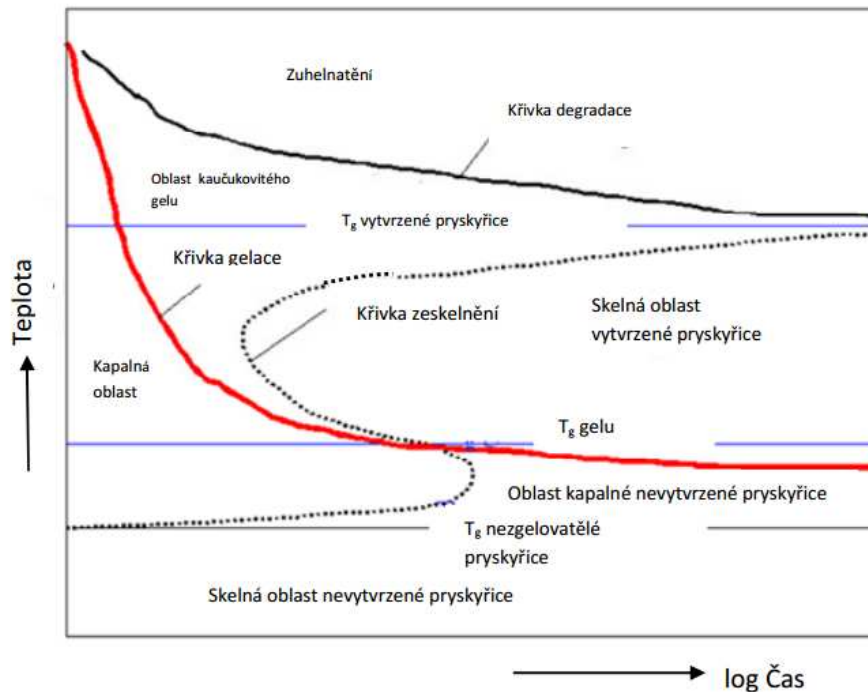
1.3.1 Reaktoplastické

U reaktoplastů je nutný proces vytvrzování, je to proces, který vede k vytvoření prostorové makromolekuly s nekonečnou molární hmotností. Vytvrzování probíhá při určité teplotě rychlostí závislou na druhu pryskyřice a typu tvrdidla. Některé technologie vyžadují přísádky urychlovače, aby byla zkrácena doba vytvrzování za studena, naopak ve směsích pro technologii lisovací technologii (SMC) zase bývá inhibitor reakce pro prodloužení skladovací doby prepregu za normální teploty.

Velmi důležitou charakteristikou vytvrzovacího procesu je tzv. doba gelace (želatinace), po jejímž uplynutí se viskózní pryskyřice změní na elastickou tuhou hmotu s malým modulem pružnosti (kaučukovitěho chování). Od tohoto okamžiku již pryskyřice ztrácí schopnost protékat a vzlínat mezi vlákny výztuže. Doba gelace je pro danou teplotu vytvrzování možno zjistit těmito metodami:

- 1) měřením dielektrických vlastností směsi pryskyřice-tvrdidlo. Ztráta pohybnosti makromolekulárních řetězců se výrazně projeví na křivce dielektrických ztrát
- 2) měřením změn mechanických ztrát u ultrazvukem rozkmitávané jehly, ponořené do aktivované pryskyřice (patent firmy RAPRA, UK)

- 3) hodnocením změn viskozity pryskyřice. Kinetiku vytvrzovací reakce pryskyřice lze v případě čisté pryskyřice (bez rozpouštědla) znázornit v digramu TTT (“Time-Temperature-Transformation“) viz obr. 5 [1]



Obr. 5 Diagram TTT [1]

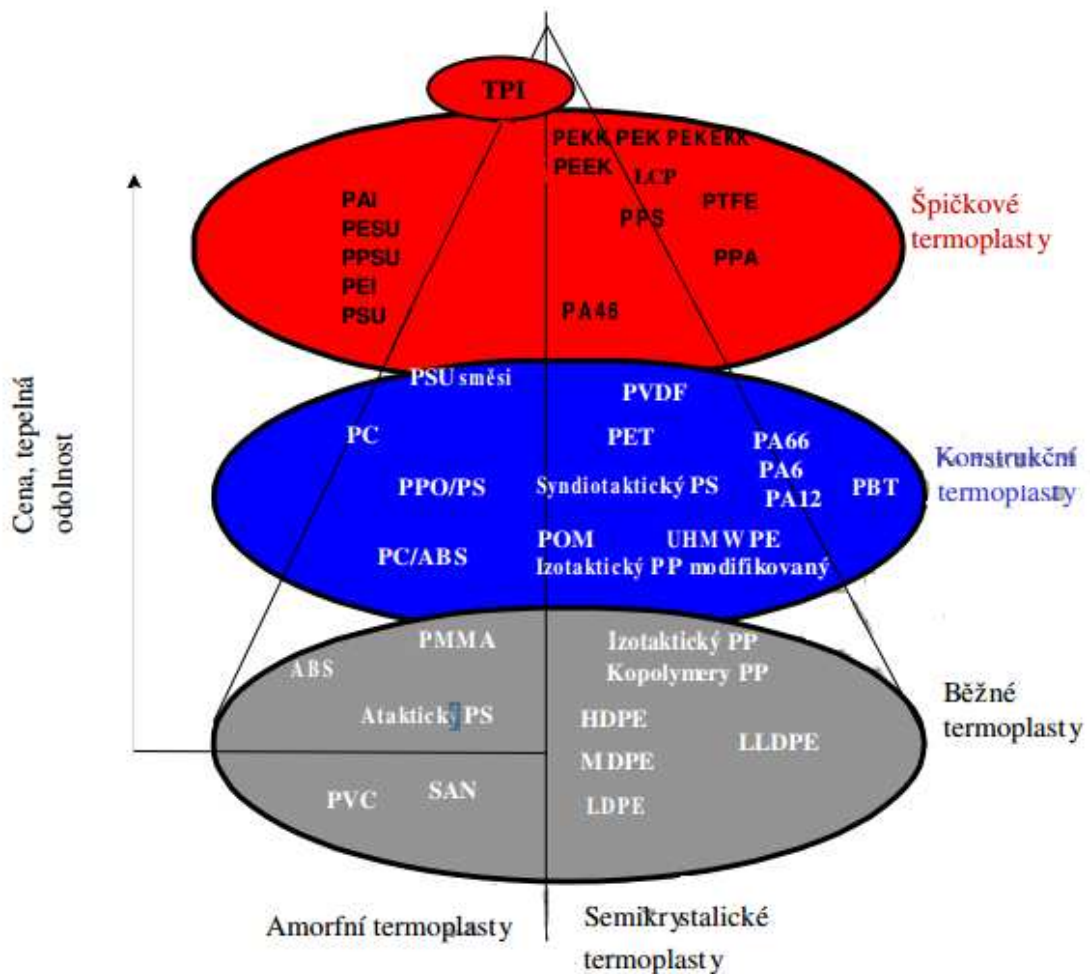
1.3.2 Termoplastické

Kompozity s termoplastickou maticí se mohou dodatečně tvarovat nebo svařovat. Po zchlazení matrice jsou kompozity hotové k použití, dají se skladovat na neomezenou dobu, při zvýšené teplotě však změknou. Se sníženým obsahem vláken v kompozitu se zvyšuje sklon ke zkrucování.

Termoplastické matrice s kontinuálními vlákny poskytují oproti reaktoplastickým tyto výhody:

- prepregy mají neomezenou skladovací dobu
- při použití vhodných termoplastů má matrice výbornou chemickou odolnost, neabsorbují vlhkost, oproti nemodifikovaným reaktoplastům a má velmi dobrou houževnatost
- výroba dílů tvarováním ohřátých desek je velmi produktivní, při spojování desek je nutno matici natavit, tuhnutí matrice závisí na rychlosti odvodu tepla

Jejich nevýhodou je nízká tepelná odolnost a výrazně vyšší cena oproti reaktoplastickým.
[1]



Obr. 6 Používané termoplasty z hlediska ceny, kvality a tepelné odolnosti

[1]

1.4 VÝSTUŽNÝ SYSTÉM

Hlavním úkolem výztuže v kompozitním materiálu je především zajistit mechanické vlastnosti materiálu, jako je tuhost a pevnost. Na výztuži však záleží i elektrické vlastnosti, a proto typ výztuže má klíčový vliv na vlastnosti profilu.

Konstrukční profily jsou často vystaveny zatížení, které působí kolmo k jejich délce. Tyto profily musí být schopné odolávat tahům a napětí vyvolaném při odstraňování šroubu atd. Proto se používá nejen jednosměrně orientovaný roving, ale také roving s příčně orienta-

nými vlákny. Je možné také použít i rohože a tkaniny s různou orientací vláken. Rohože a tkaniny s orientací vláken mezi 45° a 90° zásadně zvyšují odolnost proti napětí vyvolanému při odstraňování šroubů a zlepšují mechanické vlastnosti v příčném směru.

Běžně používaným typem výztuže je:

- skleněné vlákno - dodává kompozitu všeobecně dobré vlastnosti
- uhlíkové vlákno – přidává vysokou tuhost
- kevlarové vlákno – zvyšuje odolnost proti rázům [4]

2 MOŽNOSTI SPOJŮ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

2.1 LEPENÉ SPOJE

Pro konstruktéra má lepení jako vytváření spojů mnoho výhod. Lepené spoje jsou na rozdíl od nýtových či šroubových spojů nepropustné pro kapaliny. Lepením se nenarušuje hladkost povrchu a tedy ani estetický vzhled výrobku. Nezhoršují se též mechanické vlastnosti konstrukčního materiálu vrtáním otvorů pro spojovací prvky. Při dynamickém namáhání konstrukce rozvádí lepený spoj vzniklé pnutí mnohem rovnoměrněji než kterýkoliv jiný mechanický spoj.

Vývoj moderních syntetických lepidel vyřešil řadu problémů souvisejících se zpracováním plastických hmot. Umožnil vrstvit klasické materiály – dřevo, textil, kovy, atd. Pomocí lepených spojů lze zhotovovat antikorozi obklady, trubkové spoje, sendvičové konstrukce i velkoplošné panely.

Teoretické předpoklady přilnavosti lepidla k podkladu (adheze) a jeho vlastní soudržnosti (koheze) jsou předmětem stálého zájmu. Základním předpokladem k tomu, aby se mohly uplatnit adhezní síly, je dokonalý styk lepidla s povrchem lepené hmoty. Říkáme, že lepidlo musí povrch smáčet, což těsně souvisí s různými faktory, např. s čistotou povrchu, povrchovým napětím roztoků, jejich viskozitou atd. [5]

2.1.1 Polarita

Vliv polarity lepených hmot je zvláště důležitý u lepení plastických hmot.

Plastické hmoty lze podle polarity rozdělit do třech základních skupin:

- 1) Slabě až středně polární hmoty – patří sem polyvinylchlorid, polymethylmetakrylát, polyestery, celuoid, fenoplasty, aminoplasty, epoxidové hmoty. Jsou lepitelné polárními lepidly stejného původu jako lepená hmota.
- 2) Silně polární hmoty – zde patří polyamidy, hydratovaná celulóza, a některé z polyuretanových hmot. Lepí se hůře než hmoty slabě polární
- 3) Některé nepolární hmoty – například polyetylén, polypropylén, polytetrafluoretylén, a vysokomolekulární polyizobutylén. Tyto hmoty jsou velmi těžce lepitelné až nelepitelné [5]

2.1.2 Základní rozdělení lepidel

- 1) Podle složení
 - jednosložková lepidla – lepidla smíchaná s ředidlem, k vytvrzení dochází na vzduchu po odpaření ředidla, případně odebráním kyslíku, vlhkosti vzduchu nebo teplem, lepící plochy se mohou spojit až po zaschnutí lepícího filmu
 - dvousložková – působí po smíchání dvou složek (lepidla a tužidla), následuje rychlá reakce, směs nutno zpracovat během předepsané doby
- 2) Podle teploty zpracování
 - lepidla tuhnoucí za studena – jsou schopny se vytvrdit díky chemické reakci za pokojové teploty (20 °C), doba tvrzení je podle druhu 5 sekund až několik dní
 - lepidla tuhnoucí za tepla – vytvrdnou při zahřátí na 150 °C až 250 °C během 5 minut až několika hodin [6]

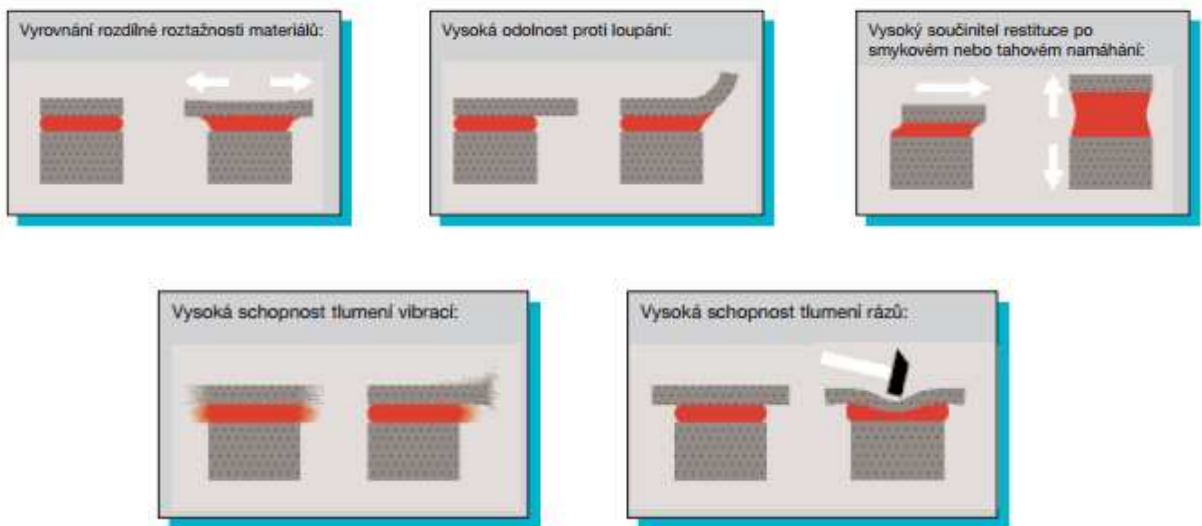
2.1.3 Pružné lepení

Vysoce výkonná a spolehlivá metoda spojování částí. Je široce používána v mnoha oblastech průmyslové výroby a montáže.

Elastická lepidla jsou schopny tlumit nebo vyrovnávat dynamická napětí. Kromě svých elastických vlastností vykazují vysokou vnitřní pevnost (kohezi) a relativně vysoký modul, díky kterému jsou spoje velmi tuhé a současně mají elastické vlastnosti.

Konstrukční výhody:

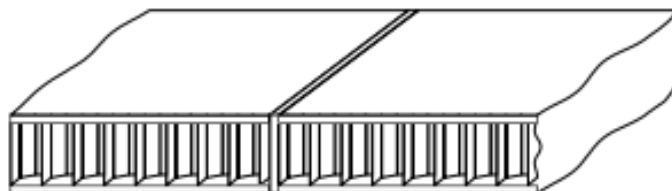
- zvyšují odolnost proti dynamickému zatížení
- zabraňují únavě materiálu a jeho poruše rovnoměrným přenosem napětím
- vyrovnávají výrobní tolerance spojovaných součástí
- tlumí rázy a vibrace [7]



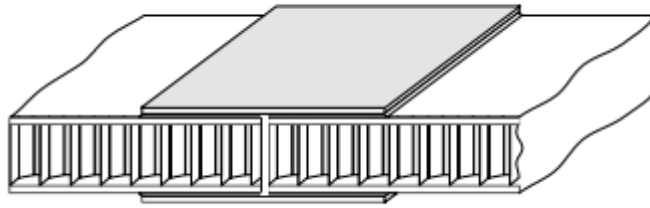
Obr. 7 Výhody pružného lepení [7]

2.1.4 Typické metody lepených spojení pro sendvičové panely

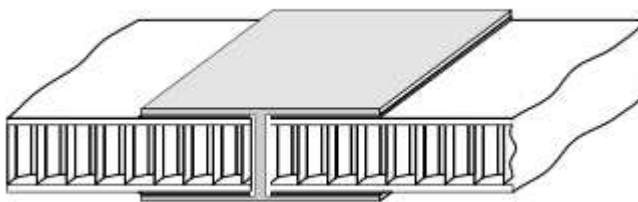
a) Tupé spoje



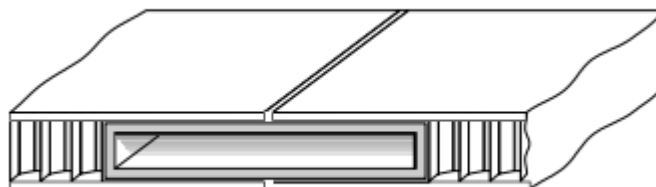
Obr. 8 Čelní spojení – vhodné pro nezatížené části, kde je nutné brát ohled na rovinnost spoje [8]



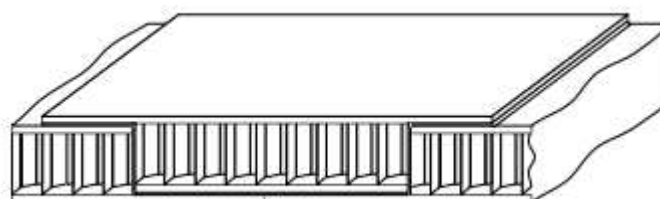
Obr. 9 Spoj zpevněný přídavným materiálem [8]



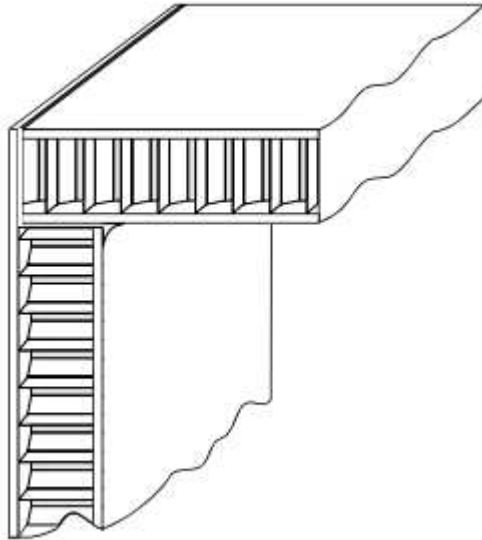
Obr. 10 Spoj podporovaný „H“ profilem - vhodný pro sériovou výrobu [8]



Obr. 11 Spoj zpevněný speciální vložkou (dřevěnou) – vhodné pro sériovou výrobu [8]

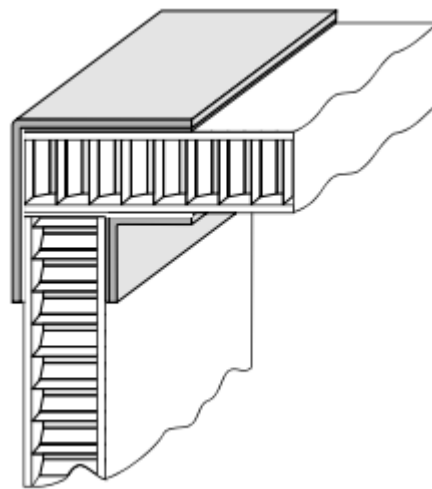


Obr. 12 Spoj za použití nadstavením stejným typem sendviče [8]

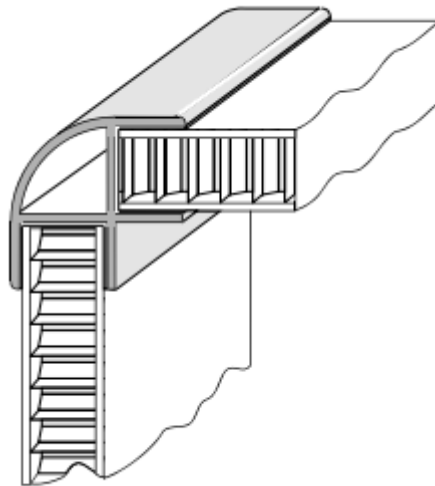
b) Koutové spoje

Obr. 13 Jednoduché spojení bez přidavného materiálu – malá pevnost

[8]



Obr. 14 Spoj podporovaný lištami „L“ profilu [8]



Obr. 15 Spoj za použití speciálního profilu - pro výrobu zaoblených rohů [8]

2.2 Nýtové spoje

Nýtování představuje nerozebíratelné spojení dvou nebo více strojních dílců (součástí) prostřednictvím nýtů nebo čepů. [9]

2.2.1 Základní druhy nýtů

Rozlišujeme několik základních druhů nýtů a čepů. Nýt svírá spojené součásti tak, že tření mezi nimi a hlavami nýtů zabraňuje jejich vzájemnému posunutí. Nýty tak můžeme rozdělit na plné a duté, přičemž plné nýty se vyrábějí z měkké oceli, mědi, mosazi, hliníku i jiných materiálů. [9]

2.2.2 Základní nýtové spoje

S těmito nýty můžeme vytvořit následující druhy nýtovaných spojů: Jednořadý, dvouřadý – rovnoběžný nebo střídavý, anebo spoj se stykovou deskou. Existuje ovšem i celá řada dalších nýtovaných spojení, jako jsou spoje třířadé, profilové (u nichž se plechy nebo úhelníky nýtují k profilům U, L, V, apod). [9]

2.2.3 Postup při nýtování:

Při nýtování obvykle používáme kladivo, ocelovou podložku (případně kovadlinu), podpěrný hlavičkář a zatahovák, anebo nýtovací kleště. Pro nýtování musí mít kladivo přiměřenou hmotnost. Nejprve se jím tluče na zatahovák, a následně se pěchuje část nýtu, vyčnívající z díry, přičemž se vykovává přibližný tvar nýtové hlavy. Hlava nýtu se pak dokončí závěrným hlavičkářem.

K utěšňování nýtových spojů se používá tužlíků. Je-li u hlavy nýtu otřep nebo výronek, odsekne se sekáčem, a pak se okraj hlavy zatlačí do plechu. Tupý břit tužlíku, na nějž se tluče kladivem, je přiměřeně zakřivený. Tužlíku s přímým břitem se používá k tužení okrajů tlustších plechů, které se mírně skosí. [9]



Obr. 16 Typický nýt s nýtovací hlavou [9]

2.3 Svařování

Svařování plastů je technologie spojování dílů z plastů za použití tepla nebo tlaku s přídavným materiálem nebo bez něho, přičemž se ve svařovací zóně spojovaných ploch nachází materiál ve viskózně-tekutém stavu. Svařování plastů lze použít pouze pro termoplasty, které se dají přivedeným teplem převést do plastického, popř. tekutého stavu. Reaktoplasty nelze svařit, protože po zpracování jsou dále již netavitelné, nelze je již převést do plastického stavu. Výhodné jsou termoplasty s širokou oblastí viskózního stavu (horní a spodní teplotou teploty tání resp. teploty viskózního toku) a termoplasty s pozvolným přechodem do tekutého stavu, např. PVC, PS, PE, PP. Termoplasty se strmým přechodem, např. PA, jsou pro svařování méně vhodné. Ještě větší opatrnosti je nutné dbát u termoplas-

tů náchylných k oxidaci za vyšších teplot, např. u POM. Při použití dvou odlišných druhů plastů nebo např. u plněných plastů, a to jak u základního materiálu, tak i mezi přídatným a základním materiálem, je potřeba uvažovat s výrazným poklesem pevnosti svarového spoje. Tyto svarové spoje nemohou splňovat náročné podmínky, kladené na jejich pevnost a jsou určeny pouze pro podřadné účely. [10]

Tab. 1 Možnosti použití vybraných technologií svařování pro jednotlivé druhy termoplastů [10]

Druh plastu	Technologie svařování termoplastů				
	horkým plynem	topným tělesem	třením	ultrazvukem	vysokofrekvenční
PE - polyetylen	dobrá	dobrá	dobrá	omezená	žádná
PP - polypropylen	dobrá	dobrá	dobrá	omezená	žádná
PVC - polyvinylchlorid	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá
měkčený PVC	omezená	omezená	žádná	žádná	dobrá
PS - polystyren	omezená	dobrá		dobrá	žádná
houževnatý PS	omezená	dobrá		dobrá	žádná
ABS - akrylonitrilbutadienstyren	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá	omezená
SAN - styrenakrylonitril	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá	omezená
PMMA - polymethylmethakrylát	dobrá	omezená	dobrá	dobrá	dobrá
PA - polyamid	omezená	omezená	dobrá	omezená	omezená
POM - polyoxymethylen	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá	žádná
PC - polykarbonát ¹	žádná	žádná	dobrá	omezená	omezená
PBTP - polybutylentereftalát	omezená	dobrá	dobrá	dobrá	
PPO - polyfenylenoxid			dobrá	dobrá	
PS - polysulfid			dobrá	dobrá	
PI - polyimid	žádná	žádná	žádná	žádná	žádná
PTFE - polytetrafluorethylen ²	žádná	žádná	žádná	žádná	žádná

Pozn.: 1 - Po svařování temperovat pro odstranění vnitřního pnutí

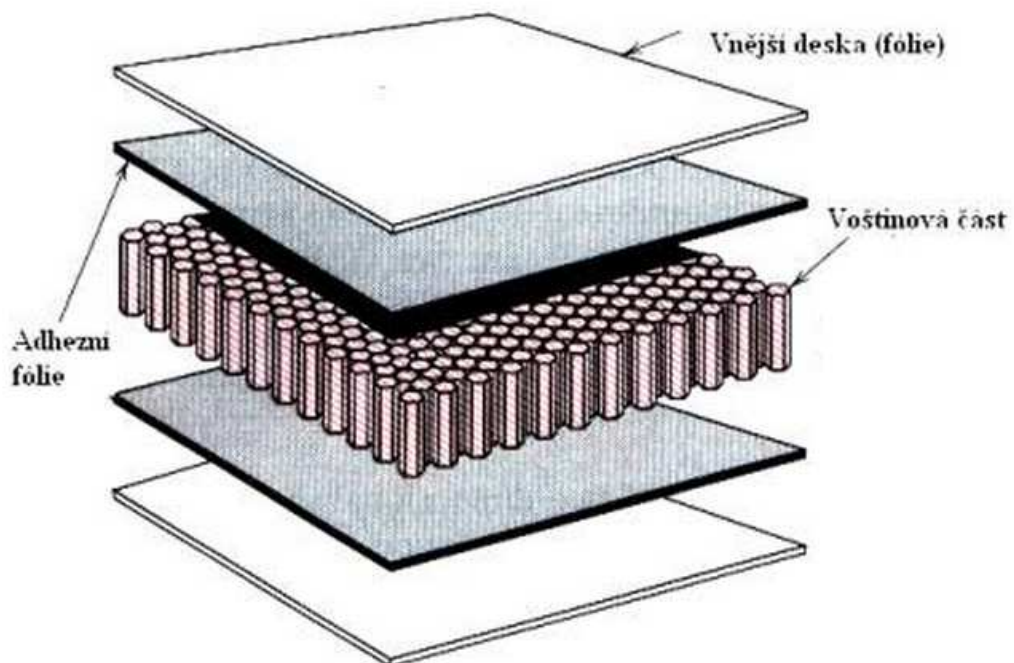
2 - Svařují se jen fólie pomocí tepla a tlaku

3 POLYMERNÍ KOMPOZITNÍ SYSTÉMY

3.1 Sendvičové konstrukce

Sendvičové konstrukce se vyznačují progresivní konstrukcí s vysokou ohybovou pevností a tuhostí při nízké hmotnosti. Uplatnění nacházejí nejen v letecké a dopravní technice, ale i v ostatních průmyslových odvětvích. [11]

Sendvičové polymerní struktury se skládají z jádra a potahů (plášťů) na povrchu dílce. Jádro přenáší smyková zatížení z jednoho pláště (vnější stěny) na druhý (vnitřní stěna). [12]



Obr. 17 Voštinový sendvič [12]

3.1.1 Vlastnosti sendvičových konstrukcí a výroba

Efektivní struktura je taková, která je tvořena dvěma tuhými tělesy a pevnými potahy zatěženými tahovými a tlakovými silami a jádrem o relativně nízké hustotě přenášejícím smykové síly mezi potahy. Tyto materiály mají taky dobrou únavovou odolnost, odolnost proti šíření trhlin, odolnost proti rázům, tepelnou odolnost a odolnost proti ohni, a jsou výhodné u z hlediska tepelné a akustické izolace. Tyto vlastnosti jsou určeny převážně materiálem jádra.

Ohybová tuhost sendviče je přímo úměrná druhé mocnině její tloušťky. Výhodou je, že se zvětšováním tloušťky sendviče dochází k velmi malému nárůstu jeho hmotnosti, protože se zvětšuje pouze tloušťka jádra, které mívá obvykle nízkou hustotu. Pevnost v ohybu také roste se vzdáleností potahů, ale při konstrukci sendviče je nutné brát v úvahu smykovou pevnost jádra. Obecně lze říci, že pevnost jádra ve smyku roste s jeho hustotou.

Jako jádra se nejčastěji používají:

- voštiny – můžou být z tenkého hliníkového plechu, Nomexu - aramidové tkaniny prosycené epoxidovou pryskyřicí, polypropylenu, ale i papíru prosyceného polyesterovou nebo fenolickou pryskyřicí
- tuhé pěny – nejčastěji na bázi polyuretanu, polystyrenu, PVC nebo polyesteru a polymetalkrylimidu
- balza – lehké dřevo se speciální strukturou a orientací ligninových vláken [11], [13]

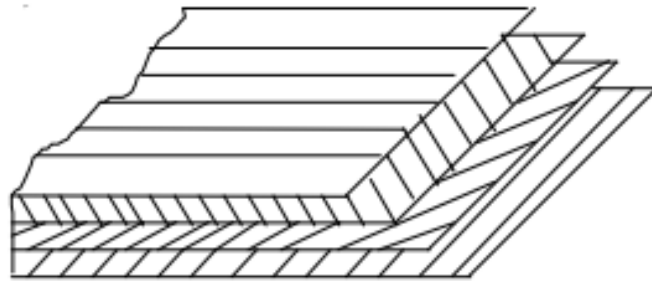


Obr. 18 Výrobní metody sendvičových kompozitních systémů. [13]

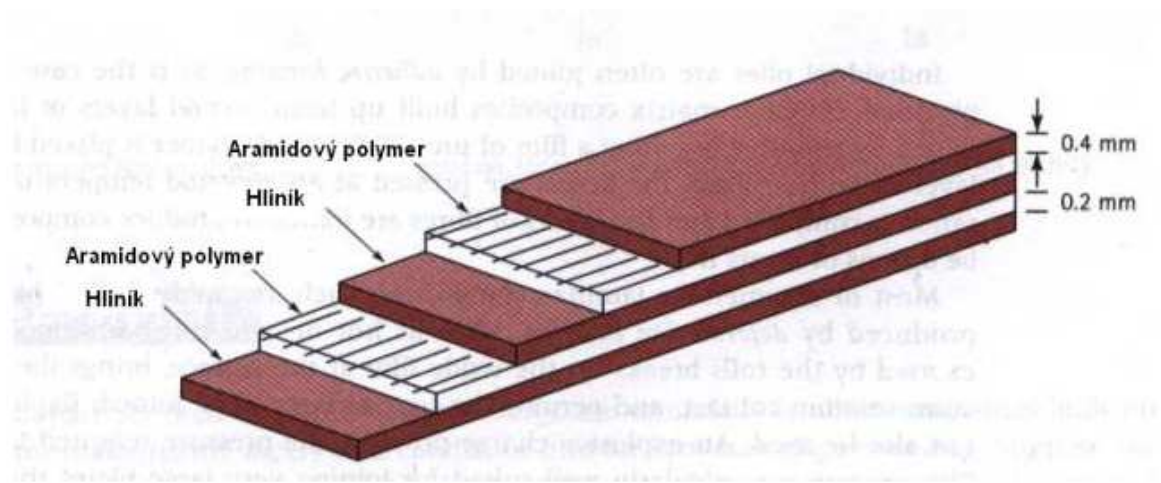
3.2 Laminární (vrstvené) kompozitní materiály

Laminární kompozity tvoří střídající vrstvy (vrstvičky) složek o různých vlastnostech. Řadíme sem například kombinace velmi tenkých povlakových vrstev, tlustší ochranné antikorozní vrstvy, ale i dřevěnou překližku. [12]

Pro dosažení dobrých vlastností laminátu, vyrobeného z vrstev s jednosměrně orientovanými vlákny, je nutno jednosměrné vrstvy při kladení různě orientovat. [1]



Obr. 19 Orientace vrstev vláken při vrstvení laminárního kompozitu [1]



Obr. 20 Struktura aramid – hliníkového kompozitu [12]

3.3 Hybridní spoje (spojení kov/ kompozit)

V tradičních úvahách konstruktérů jsou kovy a plasty vzájemnými konkurenty. Hybridní technologie, na rozdíl od toho, selektivně využívá výhod těchto rozdílných materiálů jejich vzájemnou kombinací v jednom díle.

Klíčovým znakem hybridních konstrukcí je, že použité materiály se vzhledem ke svým specifickým vlastnostem a výhodám vzájemně doplňují. Kompozitní materiál tak nabízí fyzikální vlastnosti, kterých by nebylo možné dosáhnout u homogenních materiálů. [14]

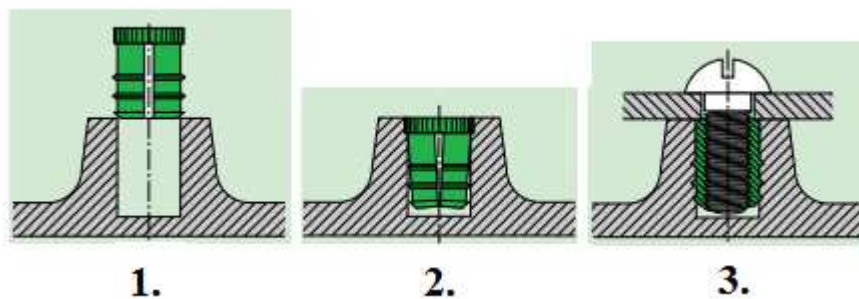
3.3.1 Rychloupínací závitové vložky

Vyrábí se s různými vnějšími profily, které zaručují optimální ukotvení ve všech typech plastových komponentů. Odstranění vložky však není možné bez poškození materiálu. Jsou

vhodné termoplasty, reaktoplasty, laminátové vrstvené kompozity, ale i pro sendvičové konstrukce s pěnovým (PU/PUR) jádrem.

Charakteristika

- a) bezkonkurenčně krátké montážní časy
- b) po zašroubování šroubu je vložka bezpečně zajištěna proti vytržení
- c) průměr díry by měl být stejný jako průměr vložky po roztažení, ale lze jej vyvrtat i menší díky tomu je vložka pevněji upevněna, ale šroub se poté šroubuje tužšeji
- d) hloubka díry musí být dostatečně hluboká, aby nedošlo ke styku šroubu se dnem díry, mohlo by dojít k vytržení vložky
- e) kuželovitost při stlačení je $0,5^\circ$ až 1°



Obr. 21 Postup instalace rychloupínací zavitové vložky [15]

Postup instalace (viz Obr. 21):

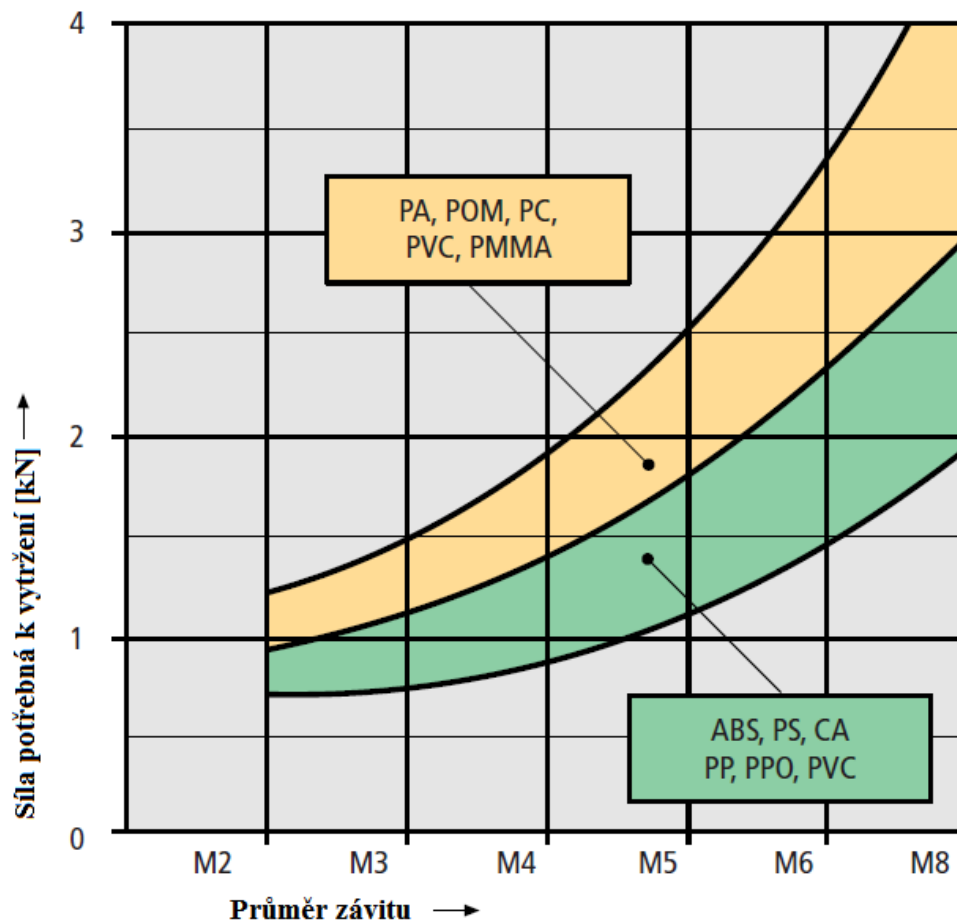
1. vyvrtání díry vhodného průměru pro závitovou vložku dle doporučených tabulek
2. vtlačení vložky do díry
3. zašroubování šroubu, který pevně zajistí vložku [15]



*Obr. 22 Závítová vložka
vhodná termoplasty a
pěnové sendviče [15]*



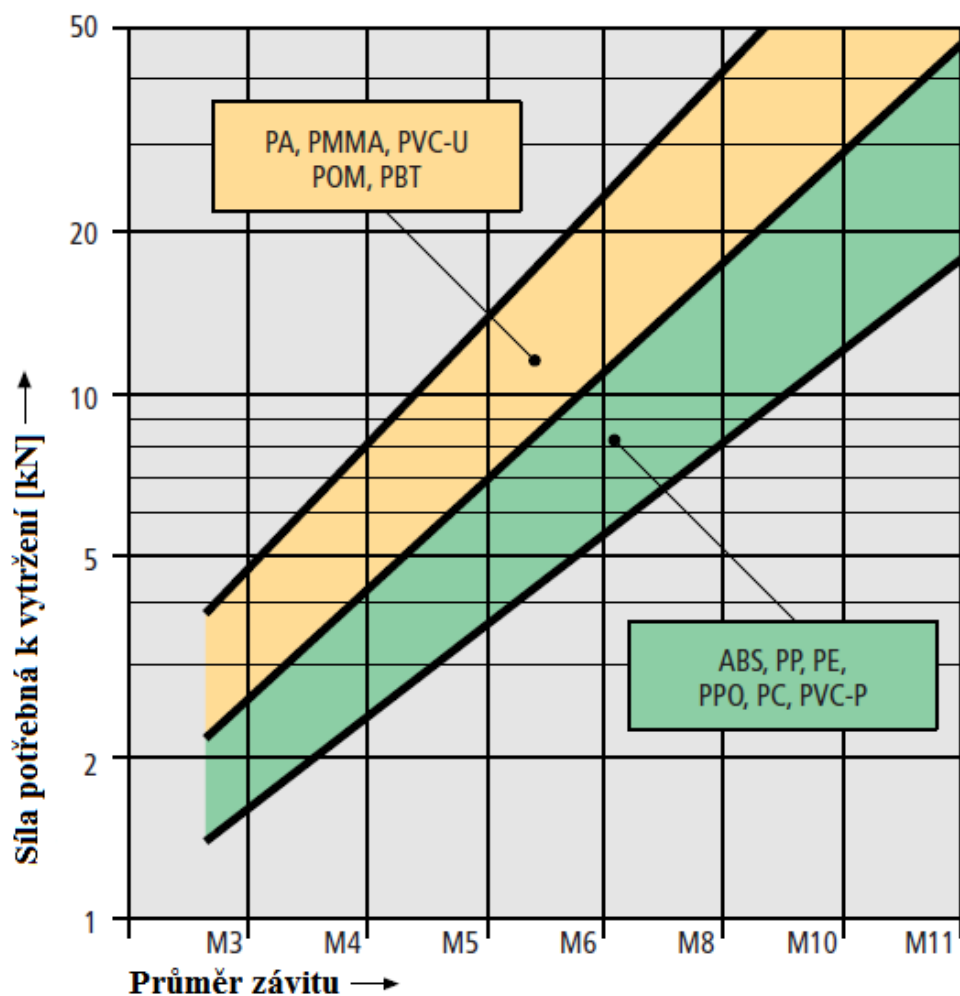
*Obr. 23 Závítová vložka
vhodná pro laminátové
materiály [15]*



Obr. 24 Závislost síly potřebné k vytržení na průměru závitové vložky a materiálu výrobku [15]

3.3.2 Samořezné závitové vložky

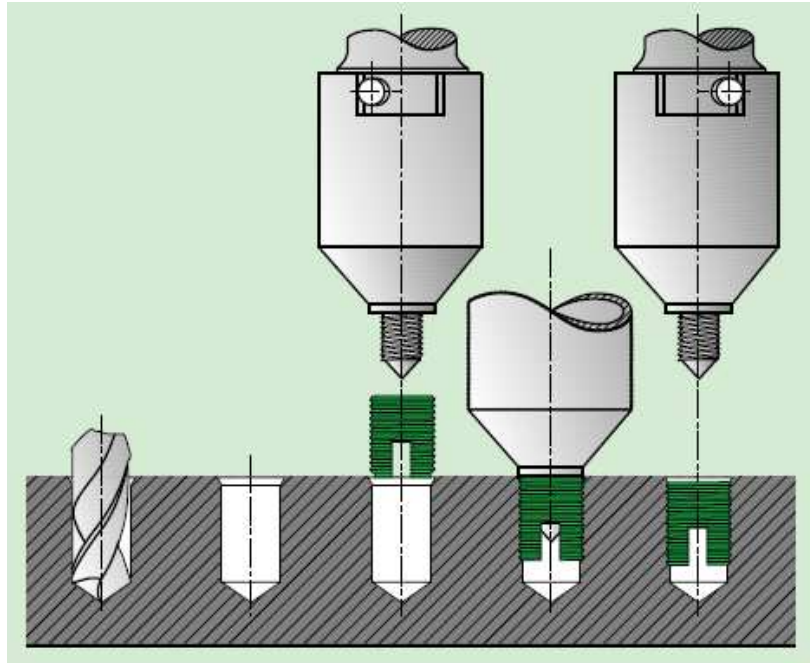
Jsou opatřeny vnitřním a vnějším závitem. K instalaci vložky slouží buď vnitřní závit, nebo tvarová díra (nejčastěji šestihranná). Vnější samořezný závit funguje jako závitník a umožňuje zavrtání vložky do díry výrobku. Jsou vhodné pro velké zatížení. Vytváří pevnější spojení než u ostatních systémů závitových vložek. Umožňují univerzální použití pro všechny typy plastů, laminátových a sendvičových struktur s PU/PUR pěnou, vhodné jsou také pro tvrdé dřevo a překližku. [15]



Obr. 25 Závislost síly potřebné k vytržení na průměru závitové vložky a materiálu výrobku [15]

Postup instalace (viz obr. 26)

4. vyvrtání díry vhodného průměru pro závitovou vložku dle doporučených tabulek
5. nasazení (našroubování) závitové vložky na trn
6. pomocí závitového nebo šestihranného trnu se vložka zašroubuje do materiálu [15]



Obr. 26 Postup instalace samořezné závitové vložky [15]

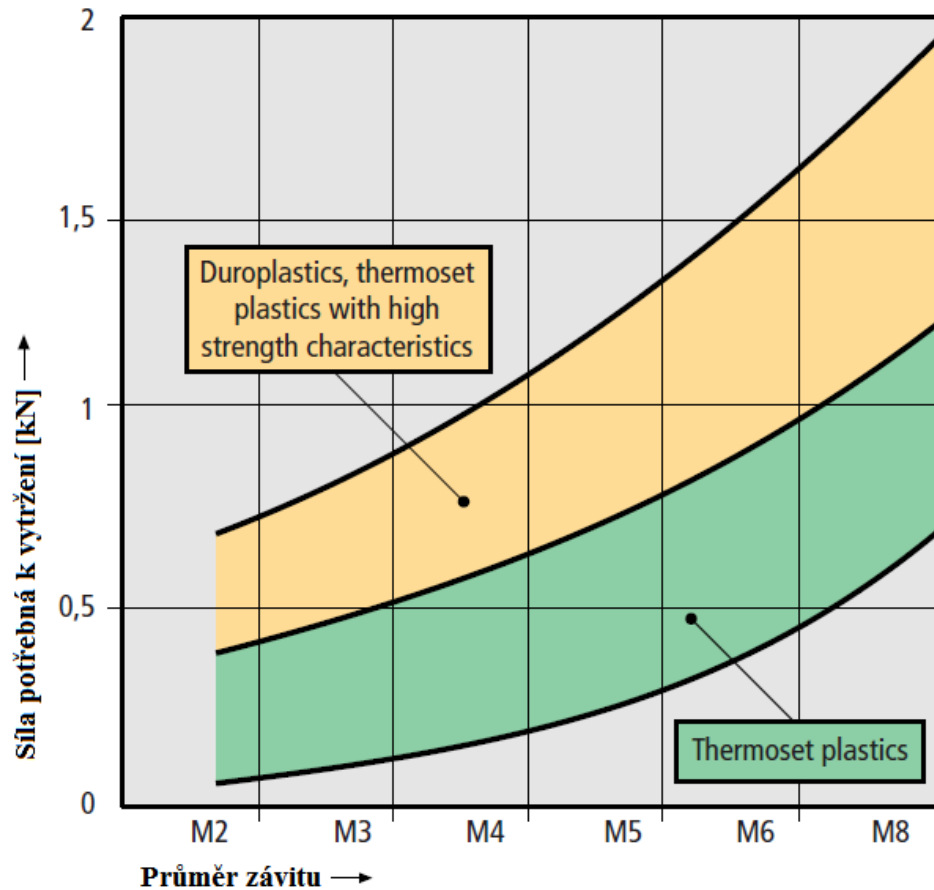


Obr. 27 Závitová
vložka vhodná pro
sendvičové struktury
s pěnovým jádrem [15]

3.3.3 Lisované závitové vložky

Jsou závitové vložky, nebo kolíky s více šroubovitě vroubkovanými kroužky, které umožňují snadnější vlisování vložky do díry a ustaví ji v požadované poloze. Používají se

pro výrobky z tvrdého plastu. Instalace je rychlá a jednoduchá, ale vyžaduje zařízení, které schopné vyvinout potřebnou sílu, pro zalisování do výrobku (lis, případně kladivo). Průměr díry musí být takový, aby došlo ke uložení s přesahem. Jedná se o méně pevné spojení vhodné jen pro málo namáhané spoje. [15]



Obr. 28 Závislost síly potřebné k vytržení na průměru závitové vložky a materiálu výrobku [15]



Obr. 29 Závitový
čep pro lisování
[15]



Obr. 30 Závitová vložka pro
lisování [15]

3.3.4 Lepené kovové upínací prvky

Lepením lze vytvořit poměrně pevné spojení s materiálem výrobku. Tato metoda je velmi výhodná u sendvičových kompozitů s voštinovým jádrem.

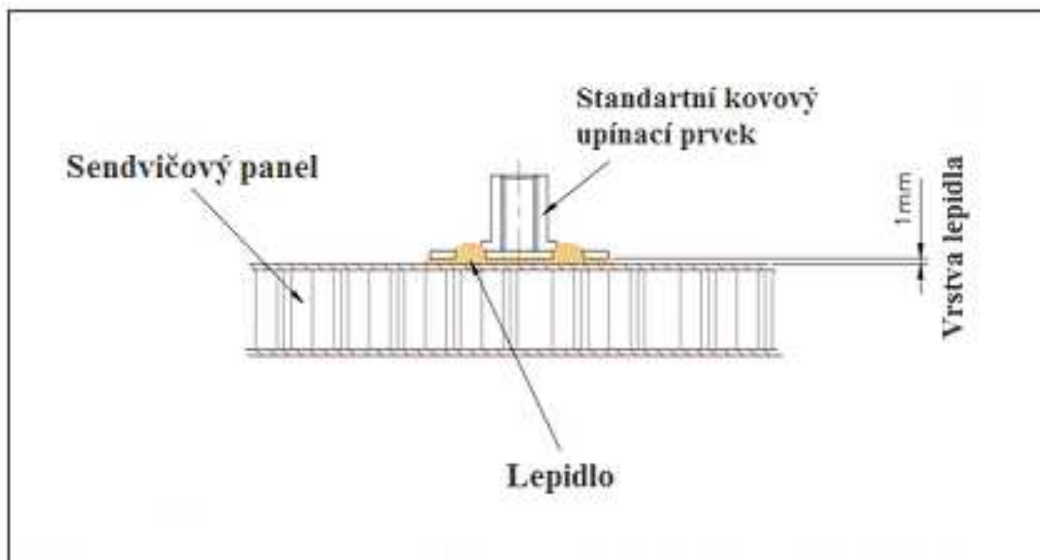
Firma BigHead je rozdělila do 3 základních typů:

1. standardní kovové upínací prvky

a) mohou být upevněny přímo na povrchu výrobku

Jedná se o nejjednodušší a nejrychlejší metodu. Kovové upínací prvky jsou pevně přilepeny přímo na povrch sendvičového panelu. Díky tomu se nenaruší integrita sendvičového panelu vrtáním. Možné použít jen tam, kde není vyžadována rovinnost a vzhled povrchu.

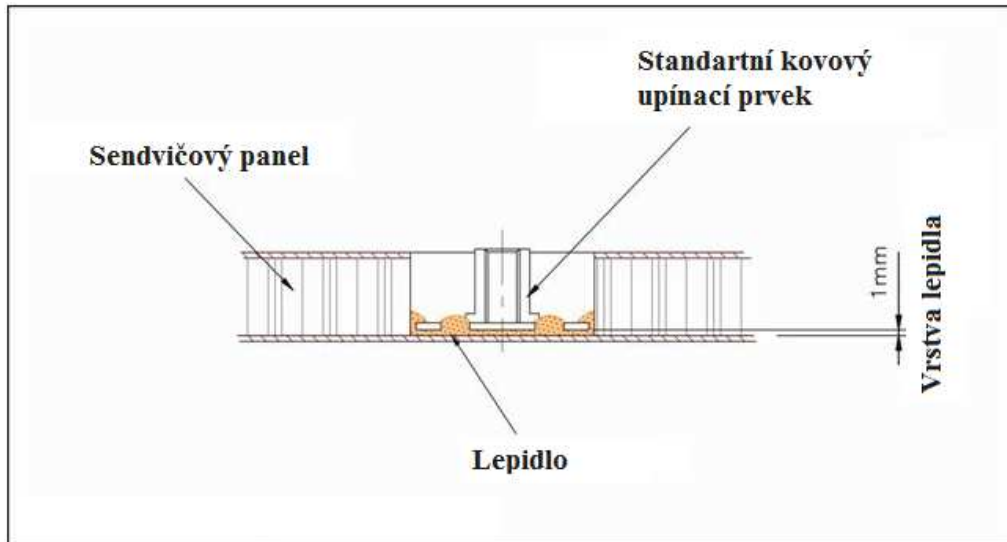
[16]



Obr. 31 Upevnění zavítové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]

b) mohou být upevněny na vnitřní straně povrchu výrobku

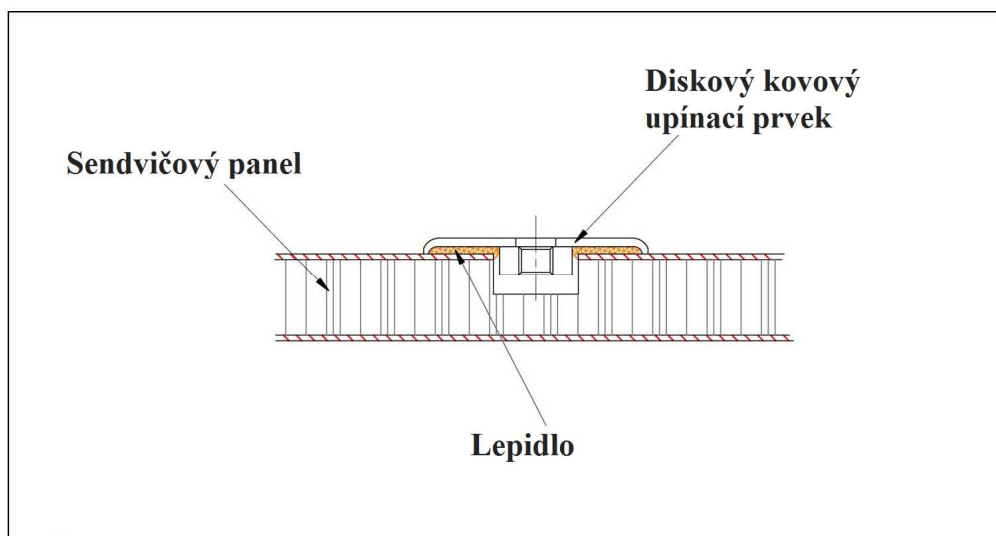
Méně výhodná metoda z hlediska narušení pevnosti sendvičového panelu vyvrtaným otvorem [16]



Obr. 32 Upevnění závitové vložky k vnitřní straně povrchu sendvičového kompozitu [16]

2. Diskový kovový upínací prvek

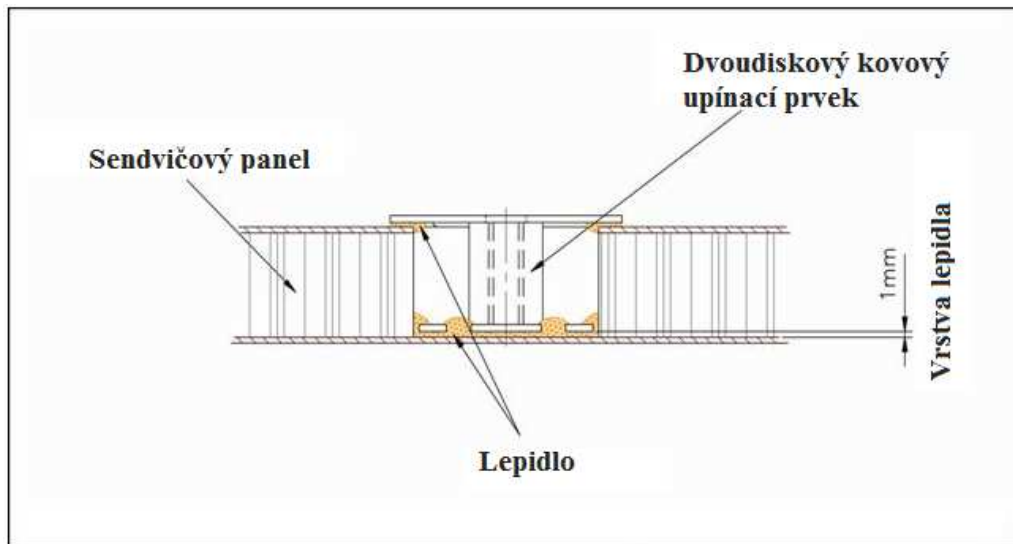
Část dílce je nad povrchem a část pod ním. Díky zaoblenému diskovému čelu vložky, které pod sebou skrývá lepidlo se spojení jeví elegantně a může být použito na pohledové strany výrobku. Díky zapuštěné části však dojde ke částečnému porušení integrity panelu. [16]



Obr. 33 Upevnění závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]

3. kovový upínací prvek s dvěma diskovými díly

Jeden diskový díl je přilepen na vnitřní straně panelu a druhý na vnější. Díky tomu je touto metodou dosahováno velmi vysoké pevnosti spojení. [16]

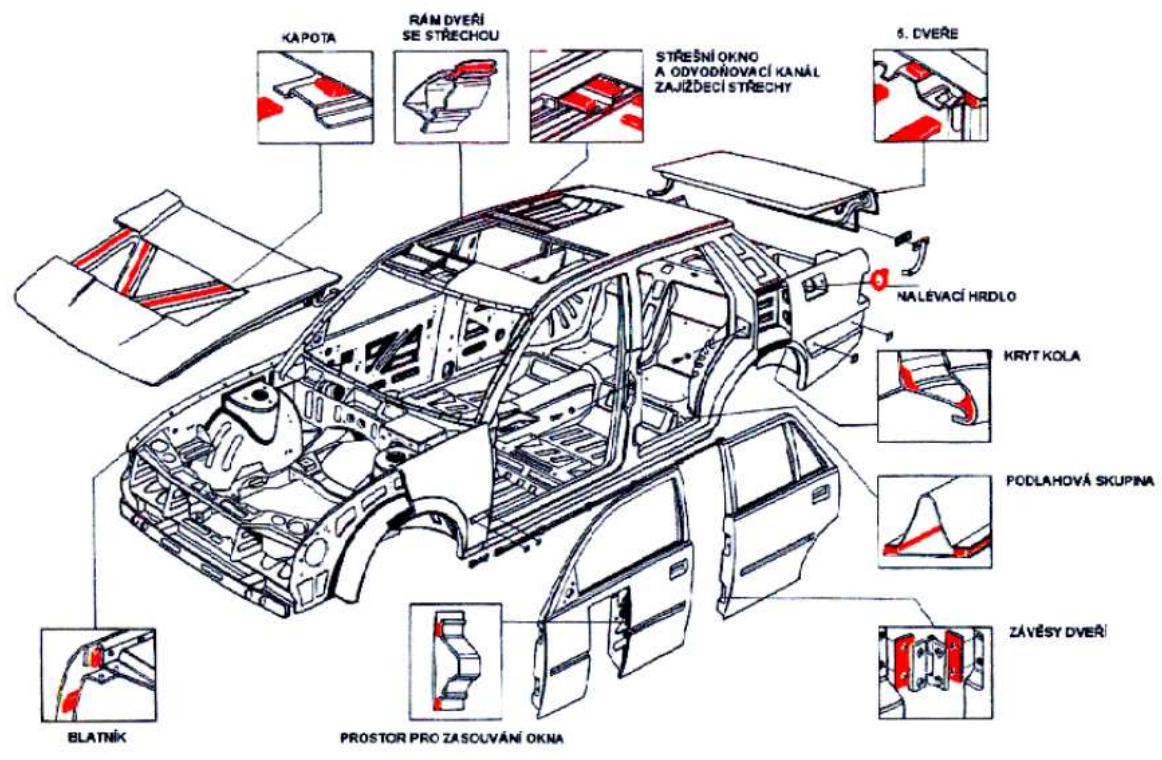


Obr. 34 Upevnění dvoudiskové zavítové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]

4 AKTUÁLNÍ SITUACE VYUŽITÍ SPOJŮ V DOPRAVĚ A SPORTOVNÍM PRŮMYSLU

4.1 Karoserie osobního automobilu

Lepené spoje se v automobilovém průmyslu uplatňují stále více. Dá se říci, že lepení zastává buď funkci doplňkovou a těsnící (lepení a tmelení karoserií za účelem těsnění, tlumení chvění a antikorozi ochrany) nebo může, ve specifických případech, celkově zastoupit technologii svařování v konstrukčních pevnostních spojích. [17]



Obr. 35 Použití lepených spojů ke stavbě karoserie [17]

Příklady aplikací lepidel a tmelů za účelem těsnění:

- těsnění lemů a dalších dílů karoserií (blatníků, těsnění spoje krytu zadního kola, postranic apod.)
- těsnění oken
- zvuková izolace dveří aj.

Nízkopevnostní lepené spoje:

- spoj hrdla palivové nádrže se zadní postranicí a rámem dveří
- lepení výztuh povrchových plechů (dveře, kapota aj.)
- lepení střechy a výztuh střechy

Pevnostní lepené spoje (pevnost ve smyku nad 6 MPa)

- lemy všech dveří
- lemy kapoty aj. [17]

Tab. 2 Báze lepidel, charakter lepeného spoje, aplikace [17]

Druh lepeného spoje	Příklady	Používaná lepidla	Požadované vlastnosti lepeného spoje
drážkové přírubové lepení	kapota	např. epoxidové pryskyřice	pevnost, tuhost, chování při nárazu, ochrana před štěrbinovou korozí
výztuhové lepení	dveře, kapota	např. polyuretany, PVC, synt. kaučuky	neohebnost torze, nesmí se deformovat vzhledový díl
lepení nosné struktury	sloupky, profily, přírubové švy	epoxidová pryskyřice	pevnost, tuhost, chování při nárazu
těsné lepení	hrdlo nádrže, utěsnění švu	např. syntetické kaučuky, PVC	těsnost, odolnost vůči korozi
přímé zasklívání	přední, zadní a pevné boční tabule	např. polyuretany	tuhost karoserie, těsnost nepropustnost

4.2 Skateboard

Skateboarding se stal populárním sportem od roku 1960, kdy se zásadně změnil koncept skateboardu. Za pomoci nových technologií a materiálů byl vyvinut skateboard, který byl lehčí a lépe ovladatelnější. Hlavní část neboli prkno může být zhotoveno buď ze dřeva, nebo z laminátu. Laminátové prkno má oproti dřevnému vyšší pevnost je lehčí a odolnější. Kolečka mohou být upevněna pomocí kovových upínacích prvků nebo jednoduše přišroubována. [16]

4.2.1 Výroba laminátového skateboardu

Nejprve se navrhne a vyrobí forma podle požadovaného tvaru skateboardu. Na ni se navrství laminátová rohož podle toho, jaké jsou požadavky na pevnost. Postupným ručním laminováním se jednotlivé vrstvy rohože spojí pryskyřicí. Po zatuhnutí pryskyřice se odřeže přebytečný materiál a prkno se oddělí od formy. Pro lepší vzhled se prkno dodatečně polakuje a popř. polepí různými motivy podle požadavků zákazníka. Ve finále se připevní dvě sady koleček tak, aby byl skateboard vyvážený a dobře ovladatelný. [18]



Obr. 36 Ukázka konceptu skateboardu pře rokem 1960 [19]



Obr. 37 Ukázka skateboardu vyráběného firmou Bighead s názvem Loko [16]

II PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem práce bylo vypracovat literární studii na polymerní kompozitní materiály, problematiku jejich spojování a porovnání spojů. Byla použita laminátová podložka a k ní byly přilepeny kovové upínací prvky. Vzorky byly testovány tahem proti odtržení od kompozitního podkladu na trhacím stroji Zwick 145 665. Cílem experimentální části je za pomoci zkoušek zjistit, jaká síla je potřebná na odtržení lepených kovových upínacích prvků a následný přepočet na napětí za pomoci plochy lepeného spoje. Lepidly SA10-20A a Sikaflex 252 byly slepeny zkušební vzorky ze samozhášivého sklolaminátu podkladu a kovové upínací prvky.

Zásady pro vypracování bakalářské práce byly následující:

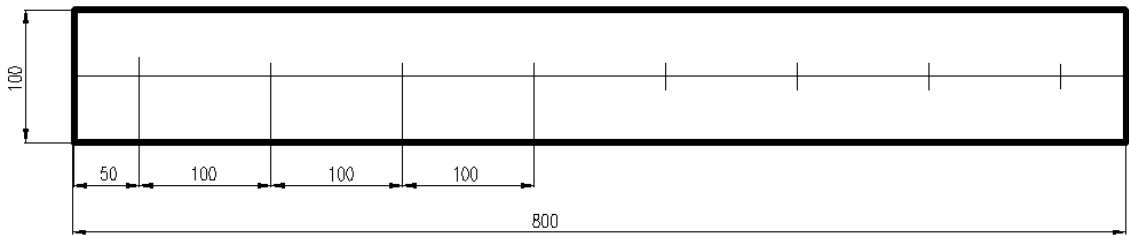
1. Polymerní kompozitní materiály
2. Problematika spojování kompozitních materiálů
3. Návrh spojů u konkrétní aplikace
4. Testování navržených spojů, včetně řešení upínání
5. Porovnání dosažených výsledků a výběr spojů pro konkrétní aplikace
6. Formulace závěru a navržení opatření pro průmyslovou praxi

6 VÝROBA VZORKŮ

Zkušební vzorky byly vyrobeny ve výrobní hale firmy Form s.r.o. ve dvou sadách:

1. Sada vzorků

Samozhášivý laminát byl nařezán na 4 obdélníkové pláty o rozměrech 800x100 a tloušťce 5mm a následně očištěn od hrubých nečistot. Na 4 druhy kovových upínacích prvků bylo nanášeno lepidlo v podobě tenké souvislé vrstvy, dle technologických pravidel používaných při aplikaci lepení v dopravním průmyslu. Poté byly kovové upínací prvky po 8 od každého druhu nalepeny na nepohledovou stranu plátů ve vzdálenostech viz. Obr.: 38. Laminátové pláty se dále nařezaly na konečné tvary zkušebních vzorků o rozměrech 100x100mm.



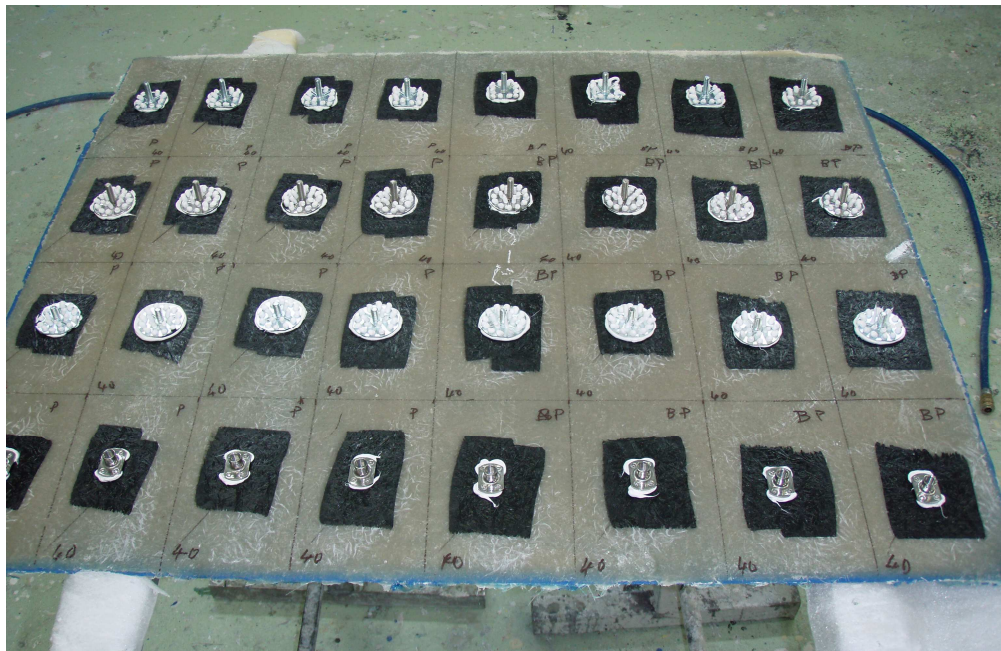
Obr. 38 Ukázka roztečí lepených kovových upínacích prvků



Obr. 39 Ukázka nalepených vzorků 1. sady

2. Sada vzorků

Byla vyrobena laminátová deska o rozměrech 800x600mm. Laminát samozhášivý stejný typ jako u 1. sady vzorků. Před nalepením vzorku byla deska obroušena brusným papírem zrnitosti 40. Na desku bylo nalepeno 32 kovových upínacích prvků lepidlem Sikaflex 252 a polovina vzorku byla ošetřena přípravkem Sika Primer 260 G+P, který by měl zlepšit přilnavost lepidla k povrchu dřív. Po vytvrzení lepidla byla deska nařezána na obdélníky o rozměrech 150x100mm.



Obr. 40 Ukázka nalepených vzorků 2. sady



Obr. 41 Ukázka použitých kovových upínacích prvků

6.1 Použité tkaniny a pryskyřice

6.1.1 Norpol 850-M850

Norpol 850-M850 je nehořlavá polyesterová pryskyřice pro ruční laminování a stříkání. Obsahuje retardéry hoření. Bod vzplanutí je 34°C a čas zgelovatění je 40-50 minut. Pevnost v tahu je 55MPa. Technický list viz. příloha

6.1.2 Polyesterové skelné vlákno

Nekonečné polyesterové skelné vlákno s obsahem skla cca 20-25 hmotnostních procent. Gramáž je 320g/m². Bylo nanášeno ve 3 vrstvách.

6.2 Použitá lepidla a primery

6.2.1 SA10-20A

SA10-20A je dvousložkové metakrylátové lepidlo černé barvy vhodné pro lepení kovů, kompozitů a plastů s minimální přípravou povrchů. Čas tuhnutí je 5-20 minut. Pevnost v tahu 19,3 MPa. Pracovní teplota -40 až +82 °C. Lepidlo se nanáší pistolí. Technický list viz. příloha.

6.2.2 Sikaflex – 252

Sikaflex 252 je jednosložkové polyuretanové strukturální lepidlo černé nebo bílé barvy. Je silně elastické a je schopné vyrovnávat tolerance. Je vhodné pro lepení kovů, plastů, laminátů, a dalších. Pevnost v tahu je cca 4 MPa. Pracovní teplota od -40°C do +90°C. Lepidlo se nanáší pistolí. Technický list viz. příloha.

6.2.3 Sika Primer 206 G+P

Sika Primer 206 G+P je černě pigmentovaný vlhkostí vytvrzující základový roztok. Používá se pro přípravu povrchu k lepení skel a některých kovů a plastů před aplikací polyurenových lepidel. Technický list viz. příloha.

6.3 Použité kovové upínací prvky

6.3.1 M1-RB38-M6x16

M1-RB38-M6x16 je kovový upínací prvek vyráběný firmou Rotaloc se závitem M6 dlouhým 16mm a základnou o průměru 38mm a tloušťce 1,2mm. Materiál běžná měkká ocel s obsahem uhlíku do 0,3% s pozinkovaným povrchem kvůli odolnosti proti oxidaci.

6.3.2 M1-RB38-M6x20

M1-RB38-M6x20 je kovový upínací prvek vyráběný firmou Rotaloc se závitem M6 dlouhým 16mm a základnou o průměru 38mm a tloušťce 1,2mm. Materiál nerezová ocel 304.

6.3.3 M1-SB30-M6x20

M1-SB30-M6x20 je kovový upínací prvek vyráběný firmou Rotaloc se závitem M6 dlouhým 20mm a čtvercovou základnou o délce strany 30mm a tloušťce 1,2mm. Materiál nerezová ocel 304.

6.3.4 Matice M4x6, AN 9060 A/A2

Matice M4x6 AN 9060A/A2 je kovový upínací prvek vyráběný firmou Akros s.r.o. s dírou M4, která je průchozí a obdélníkovou základnou o rozměrech 17x11,5mm a tloušťce 1,2mm. Materiál nerezová ocel. Je původně určená k bodovému svařování.

6.3.5 Matice M8x11, AN 9060 A/A2

Matice M8x11 AN 9060A/A2 je kovový upínací prvek vyráběný firmou Akros s.r.o. s dírou M8, která je průchozí a obdélníkovou základnou o rozměrech 26x16 mm a tloušťce 2mm. Materiál nerezová ocel. Je původně určená k bodovému svařování.

7 POUŽITÉ ZAŘÍZENÍ

Universální zkušební stroj ZWICK 14 6566 s připojeným extenzometrem.



Obr. 42 zkušební stroj Zwick 145 665

Tab. 3 Technické údaje zkušebního stroje

Maximální posuv příčnicku	800mm/min
Snímače síly	2,5N až 20kN
Teplotní komora	-80°C až +250°C
TestExpert software	Tah/Tlak/Ohyb

7.1 Tahová zkouška

Měřenou sílu vyhodnotil TestExpert software zkušebního stroje ihned po odměření.

Byly použity tato lepidla a primera:

- SA10-20A (A)
- Sikaflex 252 (B)
- Sika Primer 260 G+P (C)

Použité kovové upínací prvky:

1. M1-RB38-M6x16
2. M1-RB38-M6x20
3. M1-SB30-M6x20
4. Matice M4x6 AN 9060A/A2
5. Matice M8x11 AN 9060A/A2

Podklad byl pro všechny vzorky stejný samozhášivý laminát se 3 vrstvou polyesterovou skelnou rohoží s gramáží 320g/m².

Vzorky byly upnuty do čelistí za kovové upínací prvky a laminátový podklad byl přichycen párem rychloupínacích kleští.

7.1.1 Laminát – 1A



Obr. 43 Ukázka vzorku 1A před a po odtržení

Tab. 4 Naměřené hodnoty vzorku 1A

č. Vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	průměr
F_{\max} [N]	1650	1410	1450	1770	883	1730	1630	1500	1590
σ_{\max} [MPa]	2,33	1,99	2,05	2,50	-	2,45	2,31	2,12	2,25

 vyřazené hodnoty

V důsledku špatného upnutí došlo ke znehodnocení výsledků měření, toto měření proto bylo vyřazeno.

7.1.2 Laminát – 2A



Obr. 44 Ukázka vzorku 2A před a po odtržení

Tab. 5 Naměřené hodnoty vzorku 2A

č. Vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	průměr
F_{\max} [N]	1160	1050	1260	1030	1190	964	1180	932	1090
σ_{\max} [MPa]	1,64	1,49	1,78	1,46	1,68	1,36	1,67	1,32	1,54

7.1.3 Laminát – 3A



Obr. 45 Ukázka vzorku 3A před a po odtržení

Tab. 6 Naměřené hodnoty vzorku 3A

č. Vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	průměr
F_{\max} [N]	1450	1410	1280	1130	1060	1330	1370	1290	1290
σ_{\max} [MPa]	2,18	2,12	1,93	1,70	1,60	2,00	2,06	1,94	1,94

7.1.4 Laminát – 4A



Obr. 46 Ukázka vzorku 4A před a po odtržení

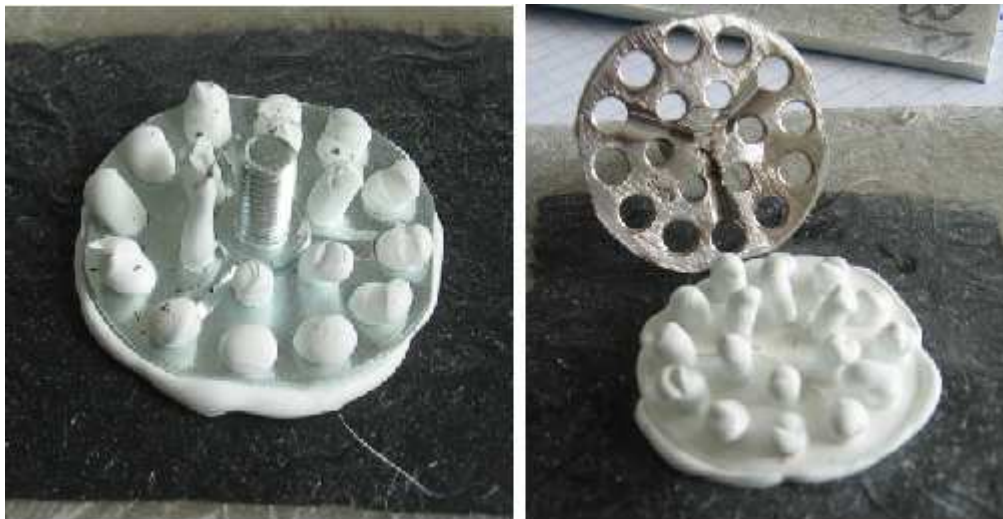
Tab. 7 Naměřené hodnoty vzorku 4A

č. Vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	průměr
F_{\max} [N]	744	1190	1190	831	881	878	896	1120	997
σ_{\max} [MPa]	-	6,01	6,01	4,20	4,45	4,43	4,53	5,66	5,04

 vyřazené hodnoty

V důsledku špatného upnutí došlo ke znehodnocení výsledků měření, toto měření proto bylo vyřazeno.

7.1.5 Laminát – 1B



Obr. 47 Ukázka vzorku 1B před a po odtržení

Tab. 8 Naměřené hodnoty vzorku 1B

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	765	687	744	750	736,5
σ_{\max} [MPa]	1,08	0,97	1,05	1,06	1,04

7.1.6 Laminát – 1B+C



Obr. 48 Ukázka vzorku 1B+C před a po odtržení

Tab. 9 Naměřené hodnoty vzorku 1B+C

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	1110	1140	1090	1010	1087,5
σ_{\max} [MPa]	1,57	1,61	1,54	1,43	1,54

7.1.7 Laminát – 2B



Obr. 49 Ukázka vzorku 2B před a po odtržení

Tab. 10 Naměřené hodnoty vzorku 2B

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	778	931	780	756	811,25
σ_{\max} [MPa]	1,10	1,32	1,10	1,07	1,15

7.1.8 Laminát – 2B+C



Obr. 50 Ukázka vzorku 2B+C před a po odtržení

Tab. 11 Naměřené hodnoty vzorku 2B+C

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	1100	981	941	962	996
σ_{\max} [MPa]	1,56	1,39	1,33	1,36	1,41

7.1.9 Laminát - 3B



Obr. 51 Ukázka vzorku 3B před a po odtržení

Tab. 12 Naměřené hodnoty vzorku 3B

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	576	554	653	503	571,5
σ_{\max} [MPa]	0,87	0,83	0,98	0,76	0,86

7.1.10 Laminát – 3B+C



Obr. 52 Ukázka vzorku 3B+C před a po odtržení

Tab. 13 Naměřené hodnoty vzorku 3B+C

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	573	691	862	745	717,75
σ_{\max} [MPa]	0,86	1,04	1,30	1,12	1,08

7.1.11 Laminát – 5B



Obr. 53 Ukázka vzorku 5B před a po odtržení

Tab. 14 Naměřené hodnoty vzorku 5B

č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	254	98,1	264	251	256,33
σ_{\max} [MPa]	0,67	-	0,69	0,66	0,67

 vyřazené hodnoty

V důsledku špatného přilepení vzorku došlo ke znehodnocení výsledků měření, toto měření proto bylo vyřazeno.

7.1.12 Laminát – 5B+C

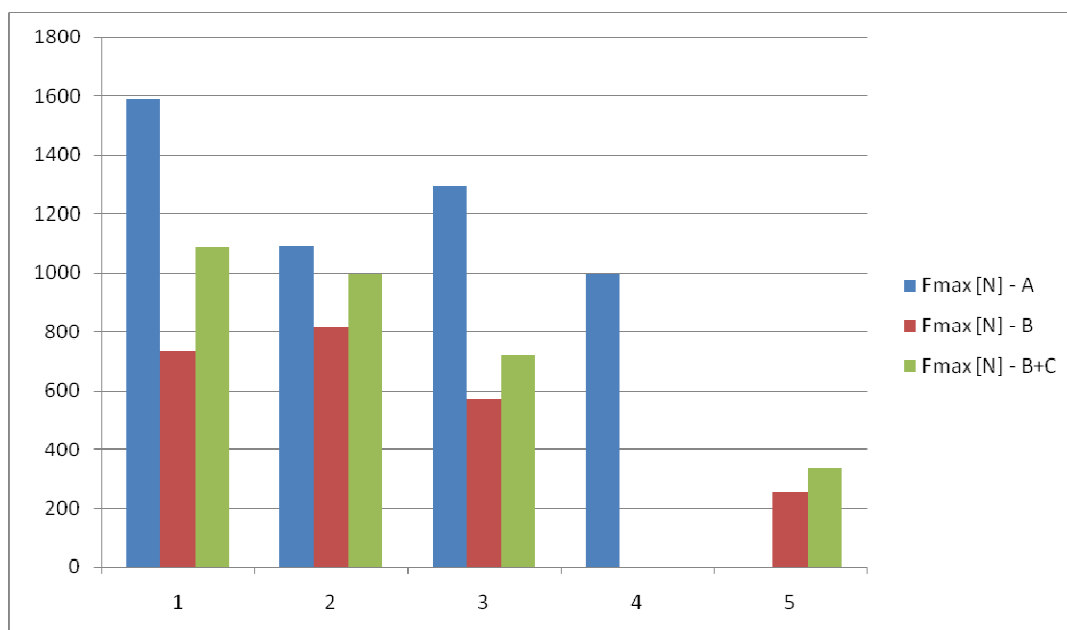


Obr. 54 Ukázka vzorku 5B+C před a po odtržení

Tab. 15 Naměřené hodnoty vzorku 5B+C

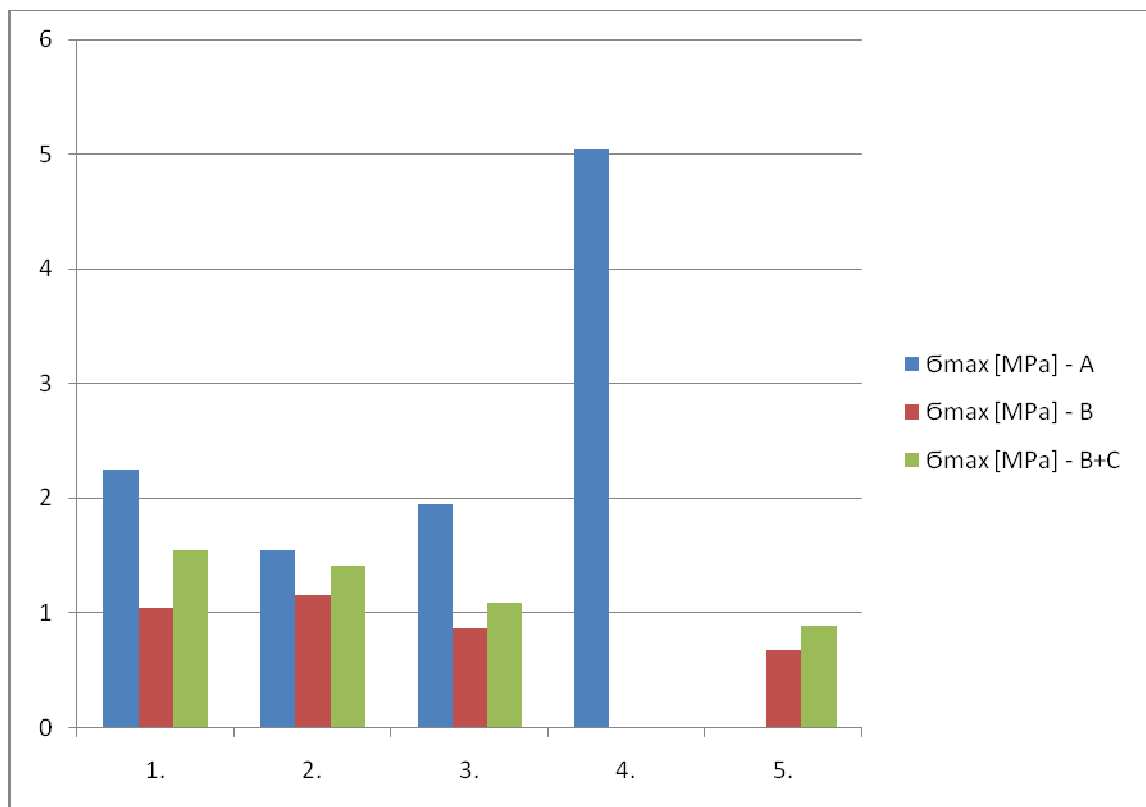
č. Vzorku	1	2	3	4	průměr
F_{\max} [N]	268	358	327	382	333,75
σ_{\max} [MPa]	0,70	0,94	0,86	1,00	0,88

7.1.13 Porovnání použitých lepidel

Obr. 55 Porovnání hodnot F_{\max} [N]

Tab. 16 Porovnání průměrných hodnot F_{max} [N]

	Typ kovového upínacího prvku				
	1	2	3	4	5
F_{max} [N] - A	1590	1090	1290,00	997,00	
F_{max} [N] - B	736,5	811,25	571,5		256,33
F_{max} [N] - B+C	1087,5	996	717,75		333,75


 Obr. 56 Porovnání hodnot σ_{max} [MPa]

 Tab. 17 Porovnání průměrných hodnot σ_{max} [MPa]

	Typ kovového upínacího prvku				
	1.	2.	3.	4.	5.
σ_{max} [MPa] - A	2,25	1,54	1,94	5,04	
σ_{max} [MPa] - B	1,04	1,15	0,86		0,67
σ_{max} [MPa] - B+C	1,54	1,41	1,08		0,88

8 DISKUSE VÝSLEDKŮ

U testování síly potřebné na odtržení byly porovnávány 2 druhy lepidel SA10-20A, Sikaflex 252. U lepidla Sikaflex 252 byl u poloviny vzorků přidán prostředek Sika Primer 260 G+P pro zlepšení jeho adhezivních vlastností. Při zkoušce byla měřena hodnota F_{max} [N] a dopočtena hodnota σ_{max} [MPa], při které došlo k porušení lepeného spoje.

8.1 Lepidlo A

Pevnost lepeného spoje lepidlem A mělo vyšší pevnost než pevnost samotného laminátového podkladu, což lze pozorovat na obrázcích ze zkoušky.

Největší zatěžující sílu snesl vzorek 1A s hodnotou 1590N, která byla o 160% vyšší než vzorek 4A, který snesl nejmenší zatěžující sílu.

Při porovnávání hodnot tahového napětí vyšel nejlépe vzorek 4A s hodnotou 5,04 MPa, která byla o 327% vyšší než vzorek 2A, který se ukázal jako nejméně pevný.

8.2 Lepidlo B

U lepidla B došlo ke ztrátě adheze s kovovým upínacím prvkem, což lze opět pozorovat na obrázcích z tahové zkoušky.

Největší zatěžující sílu snesl vzorek 2B s hodnotou 811,25N, která byla o 316% vyšší než vzorek 5A, který snesl nejmenší zatěžující sílu.

Při porovnávání hodnot tahového napětí vyšel nejlépe vzorek 2B s hodnotou 1,15 MPa, která byla o 170% vyšší než vzorek 5B, který se ukázal jako nejméně pevný.

8.3 Lepidlo B+C

U lepidla B s přidavkem prostředku C se výrazně zvýšila adheze s kovovými upínacími prvky a to se projevilo na samotné pevnosti lepeného spoje.

Největší zatěžující sílu snesl vzorek 1B+C s hodnotou 1087,5N, která byla o 326% vyšší než vzorek 5B+C, který snesl nejmenší zatěžující sílu.

Při porovnávání hodnot tahového napětí vyšel nejlépe vzorek 1B+C s hodnotou 1,54 MPa, která byla o 175% vyšší než vzorek 5B+C, který se ukázal jako nejméně pevný.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá problematikou možností spojení plastových kompozitních materiálů s jinými materiály. Jelikož nejčastější a nejpoužívanější řešení této problematiky spojení jsou lepené spoje, tak je praktická část práce zaměřena právě na ně. Praktická část se zabývá výrobou zkušebních vzorků a jejich následným testováním proti odtržení.

Zkouškou odtržení bylo zjištěno, že nejpevnější lepený spoj z hlediska maximální zatěžující síly vyšel spoj s lepidlem A (SA10-20A) v kombinaci s kovovým upínacím prvkem 1 (M1-RB38-M6x16). Nejpevnější lepený spoj z hlediska maximálního napětí vyšel lepený spoj opět s lepidlem A (SA10-20A) v kombinaci s kovovým upínacím prvkem 4 (Matice M4x6 AN 9060A/A2).

Nejnižší pevnost z hlediska maximální zatěžující síly se ukázal spoj s lepidlem B (Sikaflex 252) v kombinaci s kovovým upínacím prvkem 5 (Matice M8x11 AN 9060A/A2), který se rovněž jevil jako nejméně pevný z hlediska maximálního napětí.

Při porovnání lepidla B (Sikaflex 252) bez a s přidaným prostředkem C (Sika Primer 260 G+P) vyšla pevnost průměrně o 0,3MPa vyšší, tam kde byl použit prostředek, protože bez prostředku C ztrácelo lepidlo adhezi s kovovým povrchem upínacích prvků jak bylo očekáváno a to se výrazně projevilo na pevnosti celkového spoje.

Z výsledků měření vyplývá, že pro nejvyšší pevnost spoje vyhovuje lepidlo A, které bylo pevnější než samotný laminátový podklad. Jako sekundární pružný lepený spoj vyhovuje lepidlo B v kombinaci s prostředkem C.

Doporučuji navrhnout a otestovat lepidlo s menší pevností než vykazovalo lepidlo A, protože nebyl v kombinaci s daným laminátovým podkladem využit jeho maximální potenciál.

Použití lepidla a kovové upínací prvky je vhodné použít pro uchycení zadního čela, nárazníků a vnitřního obložení autobusu.



SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Kompozity* [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupné z WWW:

<<http://www.volny.cz/zkorinek/>>

[2] BAREŠ, Richard A. *Kompozitní materiály*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 325 s.

[3] DAĐOUREK, Karel. *Kompozitní materiály - druhy a jejich užití*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 80-737-2279-8

[4] *Kompozitní materiály* [online]. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z WWW:

<http://www.stefanmichna.com/download/technicke-materialy_II/kompozitni_materialy.pdf>

[5] OSTEN, Miloš. *Lepení plastických hmot*. 2., opr. vyd. Praha: SNTL, 1974, 150, [1] s.

[6] *Lepené spoje* [online]. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z WWW:

<http://www.mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-s-09_lepenespoje.pdf>

[7] *Řešení pro průmyslové trhy* [online]. [cit. 2013-02-28]. Dostupné z WWW:

<http://www.loctite.cz/czc/content_data/95037_neten_pro_prmyslov_trhy_katalog.pdf>

[8] *Hexcel* [online]. [cit. 2013-02-28]. Dostupné z WWW:

<<http://hexcel.com/resources/technology-manuals>>

[9] *Spojovací materiály - Nýty, nýtování* [online]. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z WWW:

<<http://www.modding.cz/?p=43>>

[10] *Doplňkové technologie pro zpracování plastů* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z

WWW: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/12.htm>

[11] *Sendvičové konstrukce* [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z WWW:

<<http://www.mmspektrum.com/clanek/sendvicove-konstrukce.html>>

[12] *Keramika, kompozity, polymery* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z WWW:

<<http://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/FMkomplet3.htm>>

[13] *Všeobecný a základní popis materiálů používaných při výrobě kompozitů* [online].

[cit. 2013-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.havel-composites.com/clanky/4-Technologie/74-Vseobecny-a-zakladni-popis-materialu-pouzivanych-pri-vyrobe-kompozitu.html>>

- [14] *Hybridní technologie – od konceptu k sériové výrobě* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/hybridni-technologie-od-konceptu-k-seriove-vyrobe.html>>
- [15] *Závitové vložky pro plasty a dřevo* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.kerbkonus.de/proddb/pdf/frame.php?pdf=en.ds.30&lang=en>>
- [16] *Kovové upínací prvky pro sendvičové panely* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.bighead.co.uk/english/applications/sandwich-panels.asp>>
- [17] *Technologie lepení v automobilovém průmyslu* [online]. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z WWW: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/lepeni.pdf>
- [18] *Jak se vyrábí laminátový skateboard* [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z WWW: <http://www.ehow.co.uk/how_6510277_make-fiberglass-skateboard.html>
- [19] *Nejstarší skaterboard* [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.soohotrightnow.com/2009/09/08/the-oldest-skateboard-1927/>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN Česká technická norma

F_{\max} Síla potřebná k odtržení kovového upínacího prvku

L Směr orientace vláken

σ_{\max} Mez pevnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Část kompozitu, deformovaná tahovým jednoosým napětím [3]</i>	14
<i>Obr. 2 Jednoosé uspořádání vláken ve směru L [3]</i>	15
<i>Obr. 3 Znázornění synergického efektu v kompozitním materiálu [3]</i>	16
<i>Obr. 4 Příklad synergického efektu v kompozitní struktuře z hliníkové pěny, vložené do tenkostěnné hliníkové trubky [3]</i>	16
<i>Obr. 5 Diagram TTT [1]</i>	20
<i>Obr. 6 Používané termoplasty z hlediska ceny, kvality a tepelné odolnosti [1]</i>	21
<i>Obr. 7 Výhody pružného lepení [7]</i>	24
<i>Obr. 8 Čelní spojení – vhodné pro nezátížené části, kde je nutné brát ohled na rovinnost spoje [8]</i>	24
<i>Obr. 9 Spoj zpevněný přídavným materiálem [8]</i>	25
<i>Obr. 10 Spoj podporovaný „H“ profilem - vhodný pro sériovou výrobu [8]</i>	25
<i>Obr. 11 Spoj zpevněný speciální vložkou (dřevenou) – vhodné pro sériovou výrobu [8]</i>	25
<i>Obr. 12 Spoj za použití nastavením stejným typem sendviče [8]</i>	25
<i>Obr. 13 Jednoduché spojení bez přídavného materiálu – malá pevnost [8]</i>	26
<i>Obr. 14 Spoj podporovaný lištami „L“ profilu [8]</i>	26
<i>Obr. 15 Spoj za použití speciálního profilu - pro výrobu zaoblených rohů [8]</i>	27
<i>Obr. 16 Typický nýt s nýtovací hlavou [9]</i>	28
<i>Obr. 17 Voštinový sendvič [12]</i>	30
<i>Obr. 18 Výrobní metody sendvičových kompozitních systémů. [13]</i>	31
<i>Obr. 19 Orientace vrstev vláken při vrstvení laminárního kompozitu [1]</i>	32
<i>Obr. 20 Struktura aramid – hliníkového kompozitu [12]</i>	32
<i>Obr. 21 Postup instalace rychloupínací závitové vložky [15]</i>	33
<i>Obr. 22 Závitová vložka vhodná termoplasty a pěnové sendviče [15]</i>	34
<i>Obr. 23 Závitová vložka vhodná pro laminátové materiály [15]</i>	34
<i>Obr. 24 Závislost síly potřebné k vytrhnutí na průměru závitové vložky a materiálu výrobku [15]</i>	35
<i>Obr. 25 Závislost síly potřebné k vytrhnutí na průměru závitové vložky a materiálu výrobku [15]</i>	36
<i>Obr. 26 Postup instalace samořezné závitové vložky [15]</i>	37

<i>Obr. 27</i> Závítová vložka vhodná pro sendvičové struktury s pěnovým jádrem [15].....	37
<i>Obr. 28</i> Závislost síly potřebné k vytrhnutí na průměru závítvé vložky a materiálu výrobku [15]	38
<i>Obr. 29</i> Závítový čep pro lisování [15].....	39
<i>Obr. 30</i> Závítová vložka pro lisování [15].....	39
<i>Obr. 31</i> Upevnění zavítové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]	40
<i>Obr. 32</i> Upevnění závítové vložky k vnitřní straně povrchu sendvičového kompozitu [16]	41
<i>Obr. 33</i> Upevnění zavítové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]	41
<i>Obr. 34</i> Upevnění dvoudiskové zavítové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [16]	42
<i>Obr. 35</i> Použití lepených spojů ke stavbě karoserie [17]	43
<i>Obr. 36</i> Ukázka konceptu skateboardu pře rokem 1960 [19].....	45
<i>Obr. 37</i> Ukázka skateboardu vyráběného firmou Bighead s názvem Loko [16]	45
<i>Obr. 38</i> Ukázka roztečí lepených kovových upínacích prvků	48
<i>Obr. 39</i> Ukázka nalepených vzorků 1. sady	48
<i>Obr. 40</i> Ukázka nalepených vzorků 2. sady	49
<i>Obr. 41</i> Ukázka použitých kovových upínacích prvků	49
<i>Obr. 42</i> zkušební stroj Zwick 145 665	52
<i>Obr. 43</i> Ukázka vzorku 1A před a po odtržení.....	53
<i>Obr. 44</i> Ukázka vzorku 2A před a po odtržení.....	54
<i>Obr. 45</i> Ukázka vzorku 3A před a po odtržení.....	55
<i>Obr. 46</i> Ukázka vzorku 4A před a po odtržení.....	55
<i>Obr. 47</i> Ukázka vzorku 1B před a po odtržení.....	56
<i>Obr. 48</i> Ukázka vzorku 1B+C před a po odtržení	57
<i>Obr. 49</i> Ukázka vzorku 2B před a po odtržení.....	57
<i>Obr. 50</i> Ukázka vzorku 2B+C před a po odtržení	58
<i>Obr. 51</i> Ukázka vzorku 3B před a po odtržení.....	59
<i>Obr. 52</i> Ukázka vzorku 3B+C před a po odtržení	59
<i>Obr. 53</i> Ukázka vzorku 5B před a po odtržení.....	60
<i>Obr. 54</i> Ukázka vzorku 5B+C před a po odtržení	61
<i>Obr. 55</i> Porovnání hodnot F_{max} [N]	61
<i>Obr. 56</i> Porovnání hodnot σ_{max} [MPa]	62

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1</i> Možnosti použití vybraných technologií svařování pro jednotlivé druhy termoplastů [10]	29
<i>Tab. 2</i> Báze lepidel, charakter lepeného spoje, aplikace [17]	44
<i>Tab. 3</i> Technické údaje zkušebního stroje	52
<i>Tab. 4</i> Naměřené hodnoty vzorku 1A	54
<i>Tab. 5</i> Naměřené hodnoty vzorku 2A	54
<i>Tab. 6</i> Naměřené hodnoty vzorku 3A	55
<i>Tab. 7</i> Naměřené hodnoty vzorku 4A	56
<i>Tab. 8</i> Naměřené hodnoty vzorku 1B	56
<i>Tab. 9</i> Naměřené hodnoty vzorku 1B+C	57
<i>Tab. 10</i> Naměřené hodnoty vzorku 2B	58
<i>Tab. 11</i> Naměřené hodnoty vzorku 2B+C	58
<i>Tab. 12</i> Naměřené hodnoty vzorku 3B	59
<i>Tab. 13</i> Naměřené hodnoty vzorku 3B+C	60
<i>Tab. 14</i> Naměřené hodnoty vzorku 5B	60
<i>Tab. 15</i> Naměřené hodnoty vzorku 5B+C	61
<i>Tab. 16</i> Porovnání průměrných hodnot F_{max} [N]	62
<i>Tab. 17</i> Porovnání průměrných hodnot σ_{max} [MPa]	62

SEZNAM PŘÍLOH

P1 CD ROM

P2 Technický list 850-M850

P3 Technický list SA10-05-10-20A

P4 Technický list Sikaflex 252

P5 Technický list Sika Primera 206 G+P

Technický list

DION® FR 850-M850

Nehořlavá polyesterová pryskyřice
pro ruční laminaci a stříkání

POPIS

DION® FR 850-M850 je isořálová nenasyčená polyesterová pryskyřice.

DION® FR 850-M850 je pryskyřice obsahující hydroxid hlinitý pro potlačení hořlavosti.

DION® FR 850-M850 neobsahuje žádné halogeny.

DION® FR 850-M850 obsahuje urychlovač a thixotropní přísady.

DION® FR 850-M850 je zvláště vhodný pro výrobky, kde je požadována min. kouřivost spolu s ostatními parametry hořlavosti.

DION® FR 850-M850 obsahuje spec. přísady potlačující odpar styrenu do pracovního prostředí. Pryskyřice obsahuje parafin, který zaručuje nelepivost povrchu laminátu po vytvrzení.

Proloužená doba skladování nebo nevhodné podmínky skladování mohou způsobit sedimentaci plniv, proto je nutné před aplikací dokonale rozmíchat.

APLIKACE

DION® FR 850-M850 je vhodná pro ruční laminaci, laminaci stříkáním a další strojní aplikace.

CHARAKTERISTIKA

VÝHODY

- Retardace hoření pomocí hydroxidu hlinitého
- Neobsahuje halogenové prvky
- Všestrannost
- Vyrobena a kontrola kvality dle ISO 9001
- Snižuje vznik dýmu při hoření
- Možno použít i na místech citlivých na korozi
- Vhodná pro ruční kládění a stříkání
- Stabilní kvalita všech šarží

The information herein is general information designed to assist customers in determining whether our products are suitable for their applications. Our products are intended for sale to persons who are familiar with the use of such products and who are responsible for their proper use. We warrant that our products will meet our written specifications. Nothing herein shall constitute any other warranty express or implied, including any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, nor is any protection from any law or patent to be inferred. All patent rights are reserved. The exclusive remedy for all proven claims is limited to replacement of our materials and in no event shall we be liable for special, incidental or consequential damages.

919-999-7500 • 800-448-3482 • P.O. Box 13582, Research Triangle Park, NC 27709 USA • 2400 Ellis Road, Durham, NC 27701 USA • www.reichhold.com
Reichhold CZ s.r.o., Veleslavínova 3, 400 11 Ústí nad Labem, Czech Republic, Tel. +420-47-270 7777, Fax +420-47-270 7710.

DION® FR 850-M850
10. leden 2005
Str. 1/4

Pokud laminace probíhá vředlejší stupních s olším vytvrzením několik vrstev, musí být každá operace ukončena normálním poměrem pryskyřice/skleněná vlákna. Pokud jsou na vytvrzeném laminát místa s přebytkem pryskyřice, musí být před další laminací odrušena. Pokud na povrchu laminátu je zachován normální poměr pryskyřice/sklo musí další laminace pokračovat max. po 48 hodinách, chomel se vyhnout obrušení povrchu (dle Det Norske Veritas).

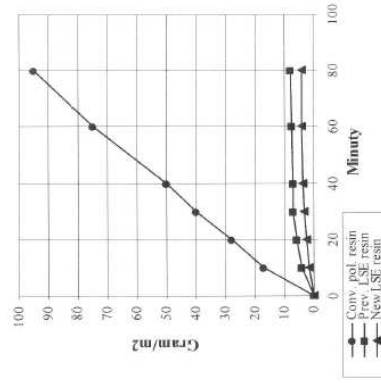
Další prodává mezi laminováním, nebo nevhodné podmínky mohou způsobit dílčí separaci vrstev.

ZLEPŠENÍ PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

Diagram byl získán laboratorním měřením a proto neodpovídá zcela situaci ve výrobě. Jak ale ukázala praxe, lze dosáhnout zhruba

zlepšení pracovního prostředí zhruba rovněž pryskyřice za pryskyřici POLLYTE LSE (se sníženou emisí styrenu)

EMISE STYRENU



The information herein is general information designed to assist customers in determining whether our products are suitable for their applications. Our products are intended for sale to persons who are familiar with the use of such products and who are responsible for their proper use. We warrant that our products will meet our written specifications. Nothing herein shall constitute any other warranty express or implied, including any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, nor is any protection from any law or patent to be inferred. All patent rights are reserved. The exclusive remedy for all proven claims is limited to replacement of our materials and in no event shall we be liable for special, incidental or consequential damages.

919-999-7500 • 800-448-3482 • P.O. Box 13582, Research Triangle Park, NC 27709 USA • 2400 Ellis Road, Durham, NC 27701 USA • www.reichhold.com
Reichhold CZ s.r.o., Veleslavínova 3, 400 11 Ústí nad Labem, Czech Republic, Tel. +420-47-270 7777, Fax +420-47-270 7710.

DION® FR 850-M850
10. leden 2005
Str. 2/4

Tvarová stálost za tepla	°C	83	-	ISO 75-1/2-1993
Tvrdost dle Barcola	934-1	50	50 – 55	ASTM D 2583-87
Kyslíkový index (OI)	%	25	-	ASTM D 2863
Test AEB	mm	10	-	ASTM D 635-74
Test A.TB	sec	80	-	ASTM D 635-74
Šíření plamene po povrchu		Class 2	Class 2	BS 476 part 7

SKLADOVÁNÍ

Aby se zajistila maximální stabilita a uchovaly optimální vlastnosti, mají být pryskyřice skladovány v uzavřených nádobách při teplotách pod 24°C a mimo dosah zdrojů tepla a přímého slunečního záření. Před aplikací musí být pryskyřice vyhřátá nejméně na 18°C, aby se zajistilo správné vytvrzení a manipulace. Skladovací prostory a nádoby musí být v souladu s místními požáry a stavebními předpisy. Obalové materiály, které se používají pro skladování polyesterových pryskyřic nesmí obsahovat měď a její slinny. Skladovat odděleně od oxidujících materiálů, peroxidů a solí kovů. Sudy musí být skladovány mimo jakýchkoli zdrojů plamene nebo hoření. Skladovane množství je nutno udržovat na rozumné míře.

BALENÍ

Nevratné 220 kg kovové sudy, Kontejnery IBC 1000 kg. Automobilové cisterny

BEZPEČNOST**PŘED PRVNÍM POUŽITÍM TOHOTO VÝROBKU JE NUTNÉ SE PEČLIVĚ SEZNÁMÍT S BEZPEČNOSTNÍM LISTEM**

Vše je uvedeno v Bezpečnostním listě, se kterým je nutno se před prvním použitím výrobku seznámit. Bezpečnostní list je nutno obdržet před první dodávkou zboží od dodavatele.

Výrobky POLYLITE, NORPOL, DION, HYDREX, jsou klasifikovány a označeny jako Xn – Zdraví škodlivý.

POZNÁMKA

Údaje o vlastnostech výrobku a jeho zpracování byly získány laboratorním měřením a aplikacními zkouškami. Tento prospekt však může jen právně nezávazně poradit, zpracování výrobku je nutno přizpůsobit konkrétním podmínkám

The information herein is general information designed to assist customers in determining whether our products are suitable for their applications. Our products are intended for sale to industrial and commercial customers. We require customers to inspect and test our products before use and to satisfy themselves as to contents and suitability for their specific application. We warrant that our products will meet our written specifications. Nothing herein shall constitute any other warranty, express or implied, including any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, nor is any protection from any law or patent to be inferred. All patent rights are reserved. The exclusive remedy for all proven claims is limited to replacement of our materials and in no event shall we be liable for special, incidental or consequential damages.

919-990-7500 • 800-448-3482 • P.O. Box 13582, Research Triangle Park, NC 27709 USA • 2400 Ellis Road, Durham, NC 27703 USA • www.reichhold.com
Reichhold CZ, s.r.o., Veleslavínova 3, 400 11 Ústí nad Labem, Czech Republic, Tel. +420-47-270 7777, Fax +420-47-270 7710.

DION® FR 850-M850
10. leden 2005
Str. 4/4

VLASTNOSTI**FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŘI 23°C**

Vlastnost	Jednotka	Hodnota	Metoda
Viskozita - Brookfield LVF 2/12	mPa s (CP)	1400 – 1800	ASTM D 2196-86
- Kuzel & deska	mPa s (CP)	350 – 400	ISO 2884-1999
Obsah netěkavých látek	% hm.	69 ± 2	B070
Obsah organických rozpuštědel	kg/kg pryskyřice	31 ± 2	
Obsah celkového org. uhlíku	kg/kg pryskyřice	0,37	
Obsah netěkavých látek v obj. %	% obj.	40	
Bod vzplanutí	°C	34	ASTM D 3278-95
Gellime: 1% NORPOL, PEROXIDE 1 (MEKP)	minuty	40 – 50	G020
Reaktivita při 25°C: 1% NORPOL, PEROXIDE 1	minuty		DIN 16945
-25 - 35°C	minuty		
-25 – max. teplota	minuty		
Max. teplota	°C		
Skladovatelnost od data výroby	měsíců	6	-

MECHANICKÉ VLASTNOSTI VE VYTVRZENÉM STAVU

Plně dovrženo

Vlastnost	Jednotka	Hodnota	Hodnota (rohož)	Hodnota (rohož)	Metoda
Obsah skla	%	-	25 – 30	30 – 35	
Pevnost v tahu	MPa	55	100	120	ISO 527-1/2-1993
E-modul v tahu	MPa	6500	9200	11500	ISO 527-1/2-1993
Protážení při přetížení	%	1,2	2,4	2,3	ISO 527-1/2-1993
Pevnost v ohybu	MPa	90	160	200	ISO 178-2001
E-modul v ohybu	MPa	6200	9000	9700	ISO 178-2001
Rázová houževnatost, P4J	kJ/m ²	7,5	80	90	ISO 179-2001

The information herein is general information designed to assist customers in determining whether our products are suitable for their applications. Our products are intended for sale to industrial and commercial customers. We require customers to inspect and test our products before use and to satisfy themselves as to contents and suitability for their specific application. We warrant that our products will meet our written specifications. Nothing herein shall constitute any other warranty, express or implied, including any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, nor is any protection from any law or patent to be inferred. All patent rights are reserved. The exclusive remedy for all proven claims is limited to replacement of our materials and in no event shall we be liable for special, incidental or consequential damages.

919-990-7500 • 800-448-3482 • P.O. Box 13582, Research Triangle Park, NC 27709 USA • 2400 Ellis Road, Durham, NC 27703 USA • www.reichhold.com
Reichhold CZ, s.r.o., Veleslavínova 3, 400 11 Ústí nad Labem, Czech Republic, Tel. +420-47-270 7777, Fax +420-47-270 7710.

DION® FR 850-M850
10. leden 2005
Str. 3/4

SAFETY, HANDLING AND APPLICATION **SA10-05-20A**
VERY IMPORTANT: Read Material Safety Data Sheet before handling or using this product. Engineered Bonding Solutions, LLC (hereinafter referred to as "EBS") adhesives are supplied in dual component cartridges, 5 gallon pails and 50 gallon drums to facilitate mixing through meter mix dispensing equipment. We do not suggest mixing by hand. Please contact your EBS representative for questions about dispensing equipment. The chemical reaction that occurs when components A and B are mixed generates heat. The amount of heat generated is controlled by the mass and thickness of the mixed product. Large masses over .5" inch thick can develop heat in excess of 250°F/121°C and generate harmful, flammable vapors. Larger curing masses should be carefully moved to a well-ventilated area where the chance of personal contact is minimized.

ADHESIVE DESCRIPTION
Acra-Lock adhesive products are formulated to bond metals, composites and plastics with minimal to no surface preparation*. Acra-Lock adhesives can bond as received aluminum and stainless steel without primers or preparation^{a,b}. SA10-05-10-20A adhesives are three different open time base adhesives (5, 10 and 20 minute) and all are formulated around component 1B activator. Other activators with varying catalyst content can be used to achieve longer working times, see table below to assist in selection of products. The mix ratio is 10:1. Packaging options include 490 ml cartridges and 5 & 50-gallon containers for application with meter-mix dispensing equipment.

PERFORMANCE HIGHLIGHTS

Working time from 5-45 minutes
Primer less metal bonding^{a,b}
Non-sag characteristics
Good Chemical Resistance^b
Permanent toughness and elasticity
Stable formulations

BENEFITS

Variety of working times available for assembly applications
No surface treatment or primers required for metals^a
Good on vertical surfaces and highly stackable
Durable bond performance in harsh environments^{b,c}
Excellent fatigue characteristics and shock load resistance
Shelf-life 6 months^d

SUGGESTED SUBSTRATES WE BOND - See important notes on page 2

Polyesters	Acrylics	PVC/PPVC/CPVC	Vinyl Esters
Polyester-Gelcoats	ABS	Styrenics	SMC ^a
Epoxyis	Stainless Steel	Carbon Steel	Aluminum

NOT RECOMMENDED FOR BONDING: Polyolefins, Nylon, Polyacetals, Teflon and Porous Materials

TYPICAL ADHESIVE WET PROPERTIES			
Property	Comp A	Comp 1B	Mixed
Color	Natural	BLK	BLK
Viscosity (kps)	200-400	100-200	
Mix ratio weight	-	-	
Mix ratio volume	10 part	1 part	
Density g/cc	.985	1.104	.995
Density lb/g	8.2	9.2	8.3

CURED PHYSICAL PROPERTIES				Typical Values
Tensile strength psi (MPa)				2,500-2,800 (1.9-3)
Modulus kpsi (MPa)				60-90 (620)
Elongation (max. %)				80-120
Lap Shear Alum psi (Mpa), ASTM D1002				2,500-3,000 (20.7)
Lap Shear Stainless psi (Mpa), D1002				2,500-3,000 (20.7)
Lap Shear CRS psi (Mpa), D1002				2,400-2,900 (20)
Lap Shear FRP-Infused psi ASTM D5868				2,500-3,000 (20)

CARTRIDGE PRODUCTS			
Adhesive	Activator	Activator	
	ACT-1B BLK/DWT/GRY	ACT-2B BLK/DWT/GRY	
SA10-05A	SA10-05 BLK/DWT/GRY	-	
SA10-10A	SA10-10 BLK/DWT/GRY	-	
SA10-20A	SA10-20 BLK/DWT/GRY	SA10-25 BLK/DWT/GRY	

ADHESIVE WORKING TIMES (minutes)			
Adhesive	Activator	Activator	
	ACT-1B BLK/DWT/GRY	ACT-2B BLK/DWT/GRY	
SA10-05A	4-6	-	
SA10-10A	8-12	-	
SA10-20A	15-20	22-27	

Fixture Times for all products are ≤ twice open time

Cured Adhesive is generally resistant to salt solutions, hydrocarbons and acid and bases with a PH from 3 to 10 and is not recommended for exposures to polar solvents and stronger acids or bases (see note b). Operating Temperature range for this product is from -40 to 180 °F, with intermittent exposure of -67 to 250°F (see note c).

The working time is the approximate time that the adhesive remains fluid and will still wet the surface of the adhering after mixing component A (adhesive) and component B (activator). The fixture time is the approximate time after mixing the two components that allow the part to be moved or unclamped. This is generally shortly after exotherm is reached for particular bonding condition. Parts can generally be put in service when 75 percent of full strength is developed, which occurs once the bonded assembly has cooled back to ambient temperatures. Higher ambient temperatures will shorten the working time and colder temperatures will lengthen the working time. The reported data presented in the TDS are based on tests conducted under laboratory conditions of 75°F/24°C. For applications in hot or cold ambient conditions please contact your EBS representative.

Prior to bonding, ensure substrates are clean and free of surface contaminants. All dispensing equipment should be in good operating condition and QC ratio checks performed periodically to ensure consistent and accurate dispensing. Use only adhesive dispensing equipment approved by your EBS sales representative. All wetted metal parts should be stainless steel, always purge enough adhesive on a non-porous surface (fip or plastic) as test, to ensure proper mixed color is maintained. Check the QC profile to ensure the working time and fixture time match the reported values for appropriate A and B combination. If all checks are in order, continue with the assembly operation and be careful to ensure that parts are bonded to a minimum gap thickness of .01" (.25mm) and maximum gap of .25" (6mm) using less than 15 minute products. *Working times below 50 minutes could lead to boiling in large gaps approaching 1", while working times below 30 minutes will boil in gaps approaching ½". This could lead to reduced physical properties.* After the adhesive is fully applied, consistent pressure should be applied to allow squeeze out, then also, parts should not be repositioned once substrates are bonded. Any movement of parts will entrain air in the bonded joints, which will reduce performance. The bonded assembly should then be clamped in position and not be disturbed until the fixture time has elapsed.

EBS recommends the use of alcohol or industrial solvents for cleaning excess adhesive. This should be done when the adhesive is still wet or soft and care must be taken to prevent the cleaning solvent or alcohol from coming in contact with the adhesive as this could lead to an under-cure of the exposed edges. The use of tape and a sharp edge to remove excess adhesive is best practice. Also, partially cured adhesive can be carefully removed with a sharp knife. Removal of cured adhesive should be scraped or cut with a sharp blade which is preferred to sanding or grinding. High speed sanding or grinding of large areas will produce heat and produce noxious fumes and should be avoided or only be done with protective breathing apparatus.

IMPORTANT NOTES

- Surface Preparation: The need for surface preparation must be determined by the user based on comparative testing of unprepared and prepared substrates to determine if strengths are adequate for application. Clean adhesive failure is not desired for long-term durable performance. In all cases initial shear strength tests must be followed up with simulated or actual durability tests to assure that surface conditions do not lead to degradation of the bond over time under service conditions. Subsequent changes in substrates or bonding conditions will require re-testing.
 - Most thermoplastics listed above can be bonded with no surface preparation other than a dry wipe or air blow-off. If contamination is visible, a suspected wipe with alcohol prior to bonding. Low surface energy plastics like polyolefins, thermoplastic polyesters and fluorocarbon plastics are generally not bondable.
 - Metals-As received aluminum, stainless steel, cold rolled steel, carbon steel are bondable without preparation. Bond Gap must be maintained. EBS strongly suggest only using faster curing versions with working times less ≤ 40 minutes. If bonding metal to metal in thin bond gaps ≤.015" testing should be performed.
 - Thermoset composites are generally bonded without preparation, however mold releases and process can produce varied bonding performance and testing should be performed.
- It is the user's responsibility to determine the suitability of each adhesive for its intended use on substrate and application. EBS strongly recommended laboratory and end-use testing to determine use of the actual conditions and how the bonded assembly will be used. Bond and unclamped TDS are valid before use. Bonds are generally resistant to the effects of heat, water and moisture, aqueous chemicals and some intermittent exposure of gasoline motor oil and diesel fuel. Not recommended for immersion or long term exposure to all hydrocarbons, concentrated acids or bases, or aggressive organic solvents such as toluene, ketones, and esters. It is the user's responsibility to determine the suitability of each adhesive for its intended use and applicator. Please contact EBS for technical assistance.
- Cohesive strength at -40 and 180°F retains a minimum of 1,000psi as measured on aluminum. Bonds are resistant to intermittent exposures from -67 to 250°F provided bonding assembly is in a fixture and not under shear load. User must determine suitability for continuous exposures beyond operating temperature range.
- The shelf life of Components A and B in unopened containers is approximately six months from the date the product is manufactured from EBS facilities. Shelf life is based on steady state storage between 35°F and 80°F (3°C and 27°C). Exposure, intermittent or prolonged, above 80°F/27°C will result in a reduction in the stated shelf life. Shelf life of both components can be extended by air-conditioned or refrigerated storage between 35°F and 65°F (3°C and 18°C).

Product recommendations contained herein are based on information we believe to be reliable. All values presented above are typical properties obtained under controlled conditions at the EBS, LLC laboratory or an outside certified laboratory. The values are intended to be used only as a guide for selection and further end-use evaluations. The ultimate suitability for any intended application must be verified by the END USER under their anticipated test conditions. This product is intended for use by skilled multi-trade at their own risk. Since specific use, materials and product handling are not controlled by EBS, our warranty is only limited to the replacement of defective EBS products.

technický list
verze 08/2003

Sikaflex®-252 Konstrukční lepidlo

technická data:

chemická báze	1-komponentní polyuretan
barva (COP 1001-1)	bílá, černá
mechanismus vytvrzování	vzdušnou vlhkostí
hustota (před vytvrzením) (COP 006-4)	ca 1,16 – 1,22 kg / l (dle barvy)
stabilita (nestěkávké vlastnosti)	velmi dobrá
aplikační teplota	10°C až 35°C
čas tvorby povrchové kůže ²⁾ (COP019-1)	ca 40 min
rychlost vytvrzování (COP049-1)	viz diagram
objemová změna (COP014-1)	ca 6%
tvrdość Shore A (COP 023-1 / ISO 868)	ca 55
pevnost v tahu (COP 036-1 / ISO 37)	ca 4 N/mm ²
prodloužení při přetřetí (COP 035-1 / ISO 37)	ca 300%
pevnost ve smyku (COP046-1 / ISO 4587)	ca 9 N/mm
pevnost v tahu (COP045-1 / ISO 334)	ca 2,5 N/mm ²
tepelná přechodná teplota (COP 509-1 / ISO 4663)	ca -40°C
elektrický příchoďový odpor (COP 079-2 / ASTM D 257-99)	ca 5 x 10 ¹⁰ Ω.cm
tepelná odolnost	trvalá -40°C až +90°C 130°C 150°C
krátkodobá	12 měsíců

skladovatelnost (pod 25°C) (COP 016-1)
¹⁾ COP = Corporate Quality Procedures ²⁾ při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu

Popis:

Sikaflex®-252 je silné, elastické, tolerance vyrovnávací, 1-komponentní strukturální lepidlo, které reaguje se vzdušnou vlhkostí vytvrzující tvrdnávky elastomer. Sikaflex®-252 je vyráběn dle standardu kvality ISO 9001/14001.

Přednosti produktu:

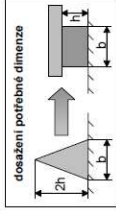
- 1-komponentní
- elastický
- přilepkovětlivý
- dobrá zabíhavost do spár
- dynamicky výsoco zatříděný
- tlumící vibrace
- elektricky nevodivý
- nevyvolává korozí
- dobrá adheze na široké spektrum materiálů

Oblast použití:

Sikaflex®-252 je vhodný pro strukturalní spoje, které budou muset být vystaveny dynamickým zatříděním. Vhodnými podklady jsou dřevě, kovy, částečně hliníku (včetně anodizovaných dílů), ocelové plechy (včetně galvanických úprav fosforátované, chromátované, pozinkované), lakované porczy (zejména 2 k laky), keramické materiály, lamináty a plasty. V případě plastů náhyňných na torbu napětových třtin si vyzádejte odborné poradenství.

Zpracování:

Lepidlo z kartuší nebo sádků lze vytlačovat pomocí rucich nebo vzduchových pistolí. U kartuší nutno prazit v zavěšené tíde dosahující dvor, nasařubovat upravenou džu. U sádkového systému je nutno vložit do trubky adaptér, který osřitřnou uzavřicí spouš, nasařit plastový kážový adaptér se závěsem pro džu a tento přitáhnout převehčou malici pistolé. Na adapter nasařubovat upravenou džu. Džu upravovat přifrezem V - dražky 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 +35°C, optimální teplota materiálu dlu je mezi +15°C a +25°C. Otevírné nezpracované lepidlo je v závislosti na typu balení možno pouze krátkodobě uchovat. Při zpracování lepidla z 23 l hobotu nebo 195 l sudu je nutné naše technicko - uživatelské poradenství.

Úprava a zahřazování
v případě nutnosti úpravy lepidla vytlačného ze spáry možno povrch před vytvořením povrchové kůže upravit zahřazením stěrku a pomocí zahřazovacího přípravku Sika Tooling Agent N.

Upozornění: po tomto zahřazení se vytváří povrchová kůže. Sika Tooling Agent N může snížit přilnavost laku a je vhodné jeho aplikaci v rávaznosti na lakování odložket.

Odstanění zbytků lepidla

úspěšně plochy a nářadí před jeho vytřazením možno očistit pomocí Sika® Removeru 208. Vytřazený materiál možno odstranit pouze mechanicky. Ruce je nutno umýt mechanicky pomocí idenky Sika® Handclean nebo mycí pasty a opáčtem vodou.

Přelakování

Sikaflex®-252 lze přelakovat po vytvoření povrchové kůže. Připravenou reakci lepidla s lakem doporučujeme odložket. **Upozornění:** u pružného spojení dlu dočazí často vlivem deformací ke vzniku třtin v podstatně tvrdší vrstvě laku. Tato třtina se v kritickém případě může šířit i do pružného spoje a zapřítit potuchu těsnosti.

Balení:		
kartuše	310 ml	
miniporce	400 ml	
monoporce	600 ml	
hobot	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 poradenství založené na našem nejlepší vědní, současného stavu znalosti z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouhých praktických zkušenosti ze spolupráce s výrobci a opravami v dané oblasti. Všechny uvedené údaje jsou závazné, nezavazá, neobírá právní závazek, a nezavazují kupujícího možností realizovat vlastní kážový materiál, produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace a to v rámci všech zřetřelých a platných všeobecných ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení industry.



Sika Slovensko spol. s r.o.
Sikaflex®-252 2/2

Sika CZ s.r.o.
Sikaflex®-252 2/2

Sika Schweiz AG
Sikaflex®-252 2/2



Sikaflex®-252 1/2

Industry



technický list
verze 2 (08 / 2009)

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. 1,0 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⁾	+5°C až +40°C
způsob aplikace	štětec, filc
vydatnost	ca. 50 - 150 ml / m ² závisí na porovitosti podkladu
odvětrací čas ⁴⁾	10 min. 30 min. 24 hod. maximum
podmínky skladování	skladovat v dobře uzavřené nádobě, v suchu a chladu
skladovatelnost	9 měsíců

¹CQP = Corporate Quality Procedures. ²při 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu. ³u specifických aplikací, je třeba a odvětrání
čas může být delší

Popis

Sika® Primer-206 G+P je černě pigmentovaný viskózní vytvrzující zakrývací roztok speciálně formulovaný pro přípravu lepených spojů při lepení skel před aplikací Sika® epoxidových lepidel pro Sika® Primer-206 G+P je vyráběn v souladu s normami kvality ISO 9001 a 14001 a v souladu s programem « Responsible Care ».

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® Adhivator a Sika® Activator a na jiné substráty jako jsou některé plasty nebo kovy. Tento výrobek je určen pro profesionální použití. Před aplikací je nutno uskutečnit testy adheze s aktuálními podklady a podmínkami.

Způsob aplikace

Ošetřovaná plocha musí být čistá, suchá a zbavená všech stop prachu a mastnot. Před nanášením Sika Primeru 206 G+P je nutno porci ošedřit přípravek Sika Adhivator a Sika Activator. Před použitím musí být důkladně důkladně nádoba s Sika® Primer-206 G+P (ocelová kulička v nádobě musí být volná a systélná). 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 +15°C až + 25°C. Nádoba po aplikaci ihned těsně uzavřít.

Důležité upozornění
Sika® Primer-206 G+P vykazující gelovitou nebo resourčnou konzistenci nelze dále použít a je nutno jej zlikvidovat.

Další informace
Kopie následujících publikací jsou na vyzádaní k dispozici:
- bezpečnostní list produktu
- Sika tabulka předúprav

Balení

láhev	30 ml 250 ml 1000 ml
-------	----------------------------

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

Měřené hodnoty

Všechna technická data v tomto technickém listu jsou stanovena na základě laboratorních testů. Aktuálně naměřené hodnoty se mohou odlišovat vzhledem k odlišným podmínkám měření mimo naši kontrolu.

Upozornění
naše technická uživatelská písemná, je sestaveno na základě našeho nejlepšího vědění, současněho stavu znalostí z oblasti vývoje chemických produktů a získaných dlouhodobých praktických zkušeností ze spolupráce s výrobci a operátoři v dané oblasti. Naše společnost neprovdá žádné právní nezávazné nebo jiné záruky, závazek a nezabývá výpůjčičho možnosti realizovat vlastní zkušňky našich produktů ve vztahu ke konstrukčním, technologickým a zpracovatelským podmínkám realizace aplikací v zbylých zůstávajících částech řetěho. V ostatních zůstávajících částech všeobecně ustanovení obchodního zákoníku. V případě technických informací se obraťte na naše oddělení industry.

Industry



Sika Schweiz AG
Tulienweg 16
CH-8406 Winterthur
Schweiz
Tel: +41 59 338 40 40
Fax: +41 59 338 45 30
e-mail: sika@zr.sika.com

Sika CZ s.r.o.
Bystrická 1132 / 36
Svitavy 567 01
Česká republika
Tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@zr.sika.com

Sika Slovensko spol. s r.o.
Kypčická 38
Sereď 017 11 Bratislava
Slovensko
tel: +421 2 4920 0406
fax: +421 2 4920 0444
e-mail: sika@zr.sika.com

