

Vlnitá lepenka v modelářské praxi

Použití vlnité lepenky jako hlavního stavebního materiálu pro modely je lákavé — přináší podstatnou úsporu balsy. Není proto divu, že bylo předmětem řady diskusí mezi modeláři různých zemí. Tomu však je již několik let. Od té doby se modeláři rozdělili ve vztahu k použití tohoto materiálu na dva tábory: první, početně mizivý, tvoří nadšení propagátoři lepenky, kteří z ní dovedou slepit i pozoruhodné makety. Druhý, převládající tábor má k lepence řadu více či méně oprávněných výhrad. V rámci interních vývojových úkolů jsme se v našem klubu touto problematikou zabývali a dospěli jsme k určitým poznatkům, jejichž soubor předkládám čtenářům v tomto článku. Vysvítá z něho, že lepenka je vhodná jen pro určité typy modelů a pro určité jejich použití. V ostatních případech zůstává balsa materiálem dosud nenahraditelným.

K zásadním rozhodnutím, zda lepenku použít či ne, mohou posloužit následující čtyři hlavní zkušenosti:

■ Při základních znalostech namáhání částí modelu lze lepenkový model navrhnout tak, že se pevnostně i hmotnostně prakticky vyrovná modelu balsaovému.

■ Práce s vlnitou lepenkou je natolik jednoduchá, že ji bez potíží zvládnou v kroužcích i chlapci, lepicí svůj první model. Vzhledem k některým zvláštnostem tohoto materiálu je důležité, aby byla vybrána vhodná předloha či koncepce a aby byla též věnována mimořádná pozornost orientaci vln papíru.

■ Vzdor veškerým opatřením se částí modelu, vystavené styku s palivem, během dvou až tří sezón promáčí natolik, že ztratí svou pevnost a tuhost. To se týká zejména přední části trupu. Pevnost a tuhost se též postupně ztrácí na jiných částech modelu s přibývajícím drobnými „šrámy“, takže životnost modelu tři sezóny je proto možno označit za maximální i při šetrném zacházení.

■ Poškozené části jsou až na malé výjimky neopravitelné a je proto převážně nutno zhotovit je znovu. Poškozením se v našem případě rozumí i malý zlom v plátu lepenky, způsobený například nárazem.

Vlnitá lepenka sestává z papírových vln, polepených buď jednostranně nebo oboustranně rovinným papírem. Podle toho rozdělujeme materiál na jednostranně či oboustranně plátovaný. Vyrábí se v různých tloušťkách i provedeních. Pro naše účely je většinou vhodná jmenovitá tloušťka 4 mm. Ve skutečnosti se tato tloušťka pohybuje od 3,6 do 4 mm. Jelikož je lepenka téměř výhradním balicím materiálem pro nábytkové komplety, je poměrně snadno dostupná při minimálních nákladech.

Prohlédneme-li si lepenku podrobněji, zjistíme, že na jedné (licové) straně je plát zpravidla z papíru poněkud tlustšího a je zcela hladký, zatímco na rubové straně je plát obvykle tenčí a je na něm dobře viditelný styk s vlnkami.

Z pevnostního hlediska je vlnitá lepenka v podstatě sendvič, kde oba povrchy (lic i rub) jsou schopny přenášet síly a vlnám je vyhrazena úloha udržovat pláty v určité vzdálenosti od sebe. Pokud jsou pláty neporušené, přenesou sendvičová deska bez potíží tah, tlak, krut, ohyb a smyk, a to až na hranici pevnosti, případně statické stability plátů. Jelikož jsou tedy nosným prvkem plátů, je nutno zavést do nich síly tak, aby nedošlo k místním deformacím plátů a z nich

některé neobvyklé postupy a dodržení určitých konstrukčních zásad, jež jsou uvedeny dále.

V surovém stavu je lepenka měkká, obtížně se přiřezává a navíc má vysokou nasáklivost. Proto je účelné ji před zpracováním impregnovat oboustranným rovnoměrným nátěrem čirým lakem Epolex, který po natužení promícháme s třiceti objemovými procenty příslušného ředidla. Spotřeba Epolexu závisí hlavně na stupni nasycenosti při impregnaci a pohybuje se kolem 140 g/m². Natřenou lepenku položíme na pracovní stůl, pokrytý polyetylénovou fólií, a přišpendlíme ji. Tim z větší části odstraníme případné sférické deformace polotovaru. Lak dokonale prosákne i vlnkami, menší nepřilepená místa plátovacího papíru k vlnkám přilnou a po vytvrzení máme z této lepenky k dalšímu zpracování šedohnědou tuhou desku, pevnostně srovnatelnou se středně tvrdou balsou stejné tloušťky. Tento polotovar má plošnou hmotnost 6,9 až 7,3 g/dm², což odpovídá měrné hmotnosti 0,17 až 0,18 g/cm³. (Průměrná hodnota u balsy je asi 0,12 g/cm³.)

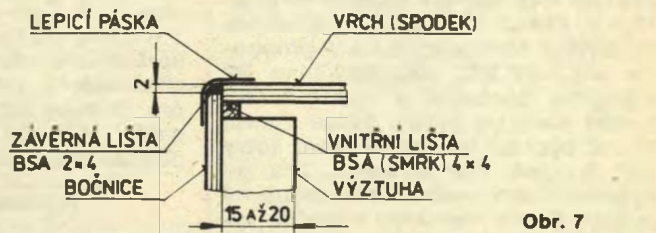
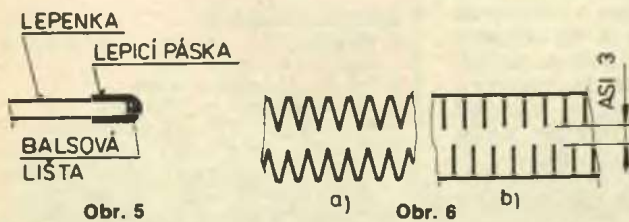
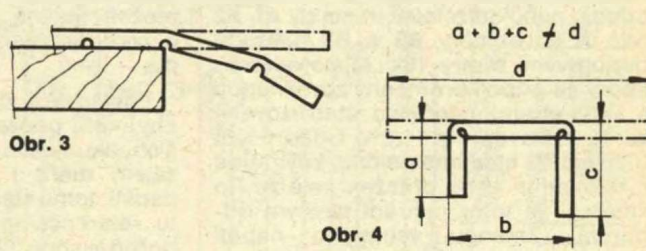
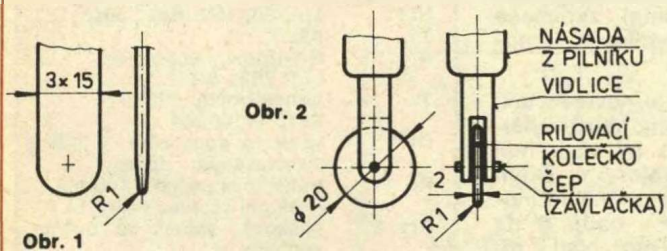
Před impregnací však musíme na lepence prověřit kvalitu slepení. I papírenský stroj totiž někdy „zpaníkaří“ a tak se stane, že v některých místech není plát k vlnám dostatečně přilepen. Vadná místa najdeme opatrným ohýbáním lepenky kolmo na vlny. Na nepřilepeném místě strany, stlačované při ohýbání, plát odskočí. Malé nepřilepené plošky (asi do 0,5 dm²) můžeme připustit avšak větší kusy s takovou vadou vyřadíme.

Na impregnovanou lepenku (licová strana budíž vždy na povrchu modelu) již můžeme měkčí tužkou nebo fixem nakreslit žádaný tvar (pozor na zvolenou orientaci vln) a ten vyříznout. Rovně řezeme s výhodou podle pravítka ostrým skalpelem tak, že prvním řezem profizujeme vrchní plát a z malé části vlny, druhým (a případně třetím) řezem profizujeme vlny a posledním řezem pak dolní plát. Na oblouky a tvarové otvory je vhodnější lupenková pilka s jemnými zuby. Opravit případné nepřesnosti při řezání lze zabroušením skelným papírem (na prkénku) o zrnitosti asi 150.

Pro ohýbání musíme lepenku v žádaném místě promáčknout do hloubky nejméně 2 mm a to na rubové straně. K promáčkávání (rilování) si zhotovíme ze smrkové lišty o rozměrech 3×15×200 mm jednoduchý nástroj podle obr. 1. Při předpokládaném rozsáhlejší použití lepenky (např. v kroužcích) je výhodné zhotovit rilovačku podle obr. 2. Lepenku pak ohýbáme přes hranu pracovní desky (obr. 3).

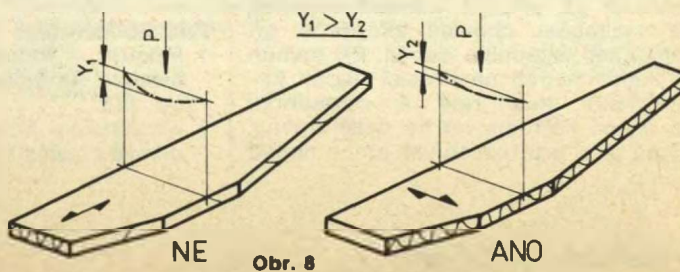
Při větším ohnutí dojde ke změně rozměrů, jež je závislá na kvalitě a tloušťce použité lepenky a též na nasycenosti při impregnaci. Je proto nutné ověřit velikost této změny na vzorku a výchozí rozměry pak příslušně upravit. Pro objasnění poslouží obr. 4.

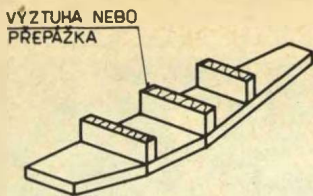
Otevřené hrany lepenky (např. odtoková hrana křídla, bočnice trupu, hrany kormidel) je nutno uzavřít. K tomu použijeme balsaovou lištu o průřezu 2×4 mm, kterou po zaschnutí lepidla zaoblíme. Jelikož plátování na lepence není zvláště u okrajů zcela rovinné, odstraníme mírná zvlnění přelepením zacelené hrany hnědou lepicí páskou o šířce 20 až 25 mm (obr. 5), přičemž dbáme, aby páska byla celou svou plochou dobře přilepena. Z toho důvodu nepoužijeme ani na rovné úseky pásky delší než asi 200 mm. Ze vzhledových důvodů je



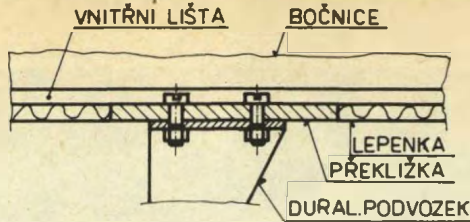
plynoucího znehodnocení sendvičové desky. Tuto skutečnost je žádoucí mít při konstrukci modelu na zřeteli. Vhodným místním zesílením, případně vyztužením okrajů desky lze docílit toho, že osamělá síla, která by způsobila destrukci desky, se promění v zatížení více či méně rovnoměrné, jež deska bez problémů převezme. Zvláště to platí pro zavádění osamělých sil, působících na desku kolmo.

Neobvyklý charakter tohoto materiálu si při zpracování vyžaduje též

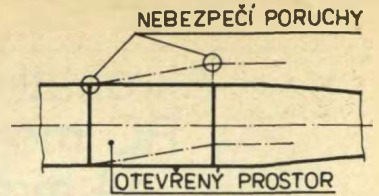




Obr. 9



Obr. 10



Obr. 12

žádoucí, aby jednotlivé úseky pásky na sebe navazovaly bez mezer a podle možnosti i bez přesahů.

Pro přelepení kruhových obrysů je vhodné pásku nastříhat (podle obr. 6a či 6b).

K lepení balsových lišt a celé konstrukce se nám osvědčilo lepidlo Tenyl (výrobce Druchema Praha, tuba 75 g za 3,80 Kčs), které je kašovitě a tudíž nestéká, má velmi dobrou spojovou pevnost a po zaschnutí je téměř vodovzdorné.

Hrany vlnité lepenky je nutno uzavřít všude. U trupu je to obtížné pouze zdánlivě; na obr. 7 je v příčném řezu trupem zakreslen způsob, který se nám nejlépe osvědčil. Použitá vnitřní balsová nebo i smrková lišta (může být i dělená — z odřezků) je nalepena na bočnici před sestavováním trupu a slouží jednak jako opěrka pro vrch či spodek, jednak k zesílení rohového spoje.

Přepážek (rovněž z vlnité lepenky) použijeme jen tolik, aby zajistily žádaný tvar trupu. Vlny orientujeme vodorovně. Ostatní části stěn opatříme jen výztuhami v roztečích 70 až 100 mm.

Na válcové, případně kuželové části trupu je vhodná lepenka plátovaná jednostranně. Přepážky (opět z vlnité lepenky) je však nutno vkládat s menšími roztečemi, asi 100 mm.

V úvodu jsem se zmínil o některých zvláštích sendviče coby nosného prvku. Nejpalčivějším problémem je zavádění osamělých sil, vznikajících nejen letem a přistáváním modelu, ale i manipulací s ním na zemi. Ne všechna místa lze vyztužit bez nežádoucího nárůstu hmotnosti. Snažíme se proto vlny orientovat tak, abychom využili jejich přirozené odolnosti vůči deformacím. Například stěny trupu „krabicového“ typu (nejběžnější) mají mít vlny orientovány kolmo na podélnou osu modelu, aby lépe odolávaly silám při držení modelu. Zdůvodnění je na obr. 8, kde jsou znázorněny bočnice s podélnými i příčnými vlnami. Je zřejmé, že se bočnice při působení stejné síly prohne víc, jsou-li vlny orientovány podélně na rozdíl od orientace příčné. Kruťová i ohybová únosnost trupu je v obou případech stejná, takže dáme přednost příčným vlnám. Ve zvlášť namáhaných místech, například kde trup držíme při hození modelu, umístíme navíc přepážku či výztuhu (obr. 9).

Konstrukce zakotvení podvozku závisí na jeho zvoleném typu a spočívá v náhradě lepenky překližkou tl. 4 mm v exponovaných místech. Vhodný způsob pro duralový podvozek, určený k přišroubování, znázorňuje částečný podélný řez trupem ve svislé rovině na obr. 10.

Pro snímací podvozek a baldachýnové vzpěry z ocelového drátu lze použít vyztužení podle obr. 11, který představuje pohled na trup. Opět je zde lepenka nahrazena překližkou. Stejným způsobem kotvíme i průchozí kolký k připoutání křídla gumou. Je samozřejmé, že překližkové vložky musejí být s okolní lepenkou dobře slícovány a spoj musí být kvalitní. Všechny vložky přelepíme po přebroušení lepicí páskou (i v blízkém okolí).

Největší pozornost je nutno věnovat větším otevřeným otvorům v trupu, jako je křídlo nebo vybrání pro křídlo či pro přístup k zátku a RC soupravě. Křpyby takové otvory nebyly řádně vyztuženy, došlo by ke zničení trupu i malými krutovými silami; by však na našich dosahů při provozu značných hodnot. Deformace z krutu a tím i nebezpečí poruchy ukazuje obr. 12, jeden z možných způsobů vyztužení je na obr. 13.

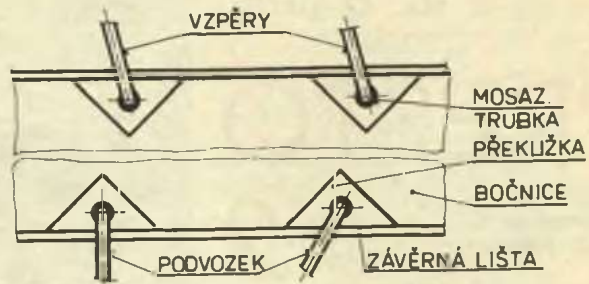
Příklad vyhovujícího řešení prostoru pro uložení motoru je na obr. 14. Jiné řešení je patrné ze stavebního plánu modelu Heath Paraso, který bude otištěn v příštím čísle Modelářa.

Na obr. 15 je v příčném řezu trupem znázorněna vhodně uchycená nosiče serv. Zde je nutné volit výšky dostatečně veliké, jelikož malé výšky jsou snadno vytrženy vytrháním plát lepenky v místě, kde jsou k němu přilepeny. Délka výložky má být shodná s délkou nosiče.

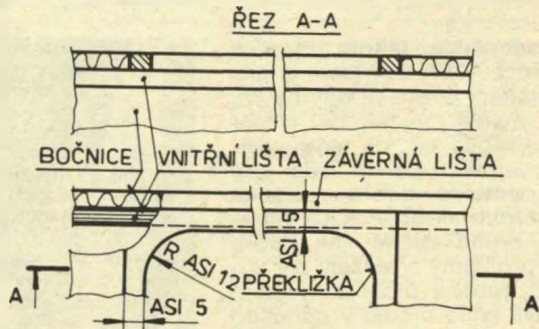
Typickým příkladem využití vlastností vlnité lepenky může být křídlo. To lze namístit s prakticky libovolným profilem, jen musíme počítat s tím, že křídlo se spodní stranou rovnou, vypuklou nebo vydatou bude mít značně větší hmotnost než křídlo klasické konstrukce; je proto vhodné buď pro upoutané modely, nebo velké makety. Kompromisem pro modely pro rekreační polétání je použití Jedelského plánu podle obr. 16, který je vhodný v měřítku 1:1 tak, jak byl odzkoušen na zmíněném modelu Heath.

Z hlediska napětí v ohybu je křídlo při běžných štiřlostech předimenzováno, na horní straně musí mít dostatečnou stabilizaci lepenky proti smáčknutí. Vzhledem k tomu je dána jednak rílováním pro ohyby, jednak žebra, jejichž rozteče se směrem ke kořenu křídla zmenšují. K zvýšení torzní tuhosti jsou vlny spodní i horní strany rovnoběžné s podélnou osou modelu, na žebrech jsou svislé. Postup zhotovení je následující: Vyřizujeme potřebný počet žebek a společně je obrousíme do tvaru podle obr. 16. Spodní stranu připravíme lepenku o délce polorozpětí a hloubce 152 mm a přišpendlíme ji k pracovní desce tak, aby její hrana licovala s hranou desky. Od této hrany nakreslíme ve vzdálenosti 8 mm rovnoběžnou čáru. Vhodným kouskem dřeva např. brusovým kráčkem, smáčkneme tuto hranu na rovně podle obr. 16. Dále zakreslíme na tento polohy žebek a s pomocí špičky (popř. prvu a levá strana) a žebra přilepíme tak, aby jejich přední okraje licovaly s protější hranou lepenky. Po zaschnutí vyřizujeme špičkami ve středových žebrech vybrání pro spojovací vložku.

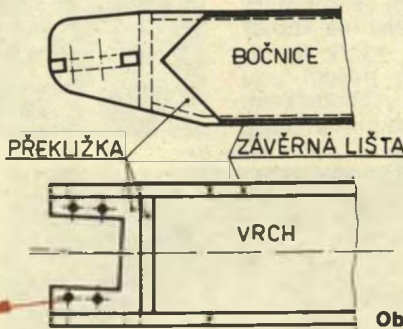
Vrchní stranu o délce polorozpětí a hloubce 263 mm narilujeme po



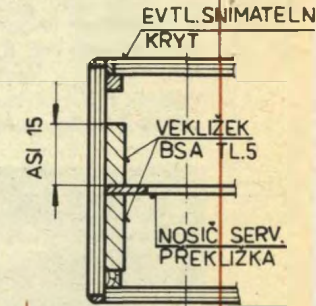
Obr. 11



Obr. 13



Obr. 14



Obr. 15

...je delší v roztečích podle obr. 16 a v drážkách ji mírně ohneme. Žebra, náběžnou i zadní sešikmou hranu dolní strany potřeme lepidlem. Otevřené (i když smáčknuté) vlny potřeme též. Na horní straně nanese lepidlo na náběžnou část a na místa předpokládaného styku této strany s žebry. Přiložíme horní stranu tak, aby její náběžná část přesně souhlasila s náběžnou částí strany dolní a přišpendlíme ji v dalším průřezu k lepence na žebra tak, aby bylo docíleno těsného styku s žebry. Polohu zajistíme špendlíky a okraje pracovní desky v místě sešikmené dolní strany. Přesahující rovnou část horní strany kontrolujeme proti pracovní desce, zda nedošlo ke zkroucení. Celek pak necháme alespoň jeden den v klidu proschnout.

Panel křídla spojíme s pracovní deskou, zabalíme náběžnou část, licovala a obrousíme púdorysný tvar. Přilepíme náběžnou stranu, celek olistujeme, zaprousíme načisto a přelepíme lepicí páskou. Při brúsení dbáme na to, abychom neporušili lepenku mimo oblast, která je lepicí páskou přikryta. Kořen křídla zabrousíme tak, aby při styku s podstavcem (žezá spár!) bylo docíleno žádaného vzepětí. Spojení panelů a úprava středu křídla je rovněž zřejmá z plánu zmíněného modelu Heath.

Takto zhotovené křídlo má i s povrchovou úpravou plošnou hmotnost asi 13,3 g/dm², přičemž má dostatečnou tuhost i pevnost.

Pro povrchovou úpravu je možné použít laků na bázi nitrocelulózy (nástřík) nebo syntetické (nástřík nebo máč) přičemž je pro světlé odstíny vhodné vzhledem k větší tloušťce a tmavé barvě podkladu opatřit model jednou či dvěma vrstvami bílé základové barvy. Před nátěrem konstrukci pečlivě prohlédneme a všechny drobné otvory (vpichy po špendlicích atp.) zatmelíme. Každý nátěr (kromě základového) lehce přebrousíme pod tenkým papírem o zrnitosti asi 300. Pro vrchní nátěr je nevhodnější čirý Epolox.

Tím naše zkušenosti s vlnitou lepenkou končí. Byli bychom rádi, kdyby výsledky, kterých jsme při jejím podrobném dosahování, inspirovaly naše modeláře k dalším pokusům o její uplatnění. Nabízí se například možnost použít tenčí lepenku na menší modely nebo kombinaci s penovým polystyrenem na obří makety; ukazuje se, že právě v této oblasti nachází vlnitá lepenka stále větší uplatnění. A nezapomínejte, že svými zkušenostech informovat zvědavý modelářský národ prostřednictvím našeho časopisu.