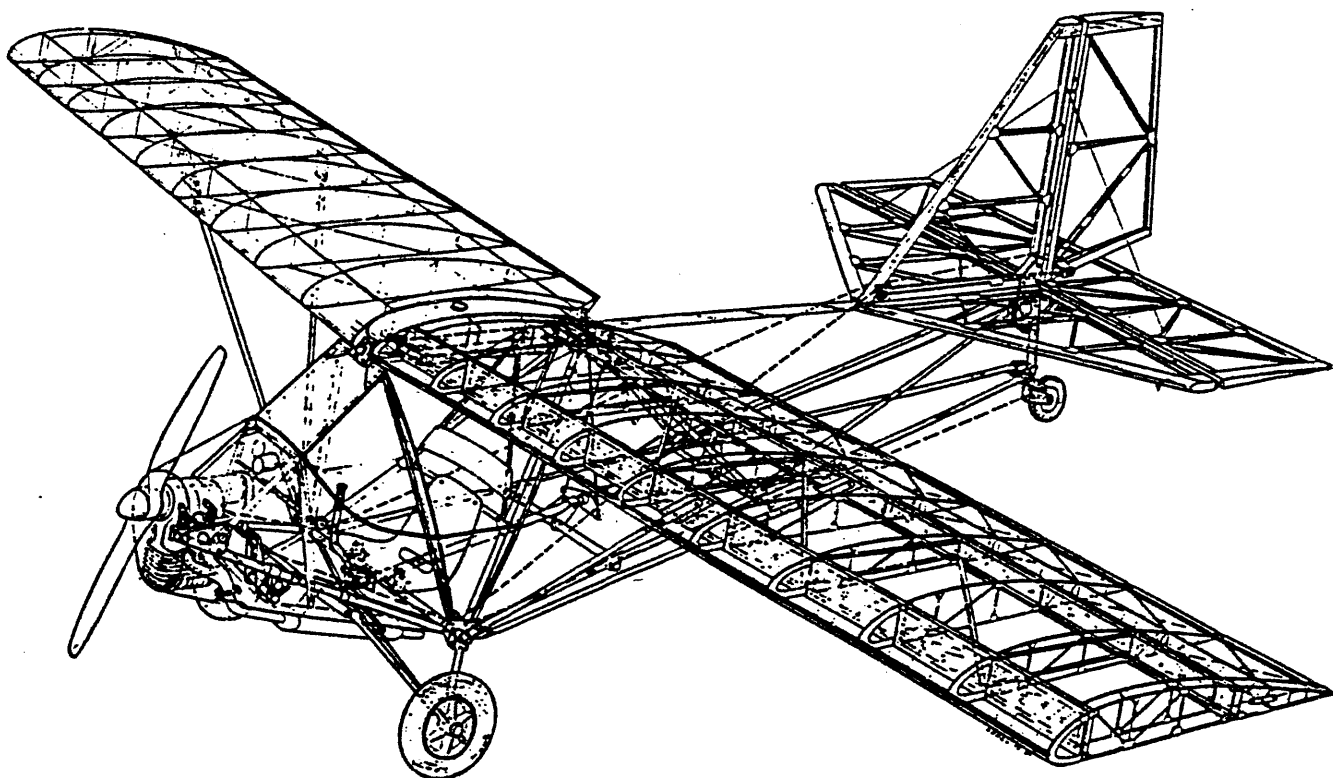




S t a v b a l e h k ý c h l e t a d e l D ř e v ě n ě k o n s t r u k c e

M. Staněk



K N I Ž N I C E
LETECKÉ AMATERSKÉ ASOCIACE ČSFR

STAVBA LEHKÝCH LETADEL

Miloslav Staněk



1992

© Miloslav Staněk - Stavba lehkých letadel
ISBN - 80-85280-08-6

Úvodem

Poslední příručka, která se zabývala technologií stavby sportovních letadel ze dřeva, byla učebnice, která vyšla v nakladatelství Naše Vojsko v roce 1963, Stavba, údržba a opravy větroňů, ing. Woloszczuka. To znamená, že u nás není od té doby příručka, která by alespoň v základních rysech umožnila zájemcům nahlédnout do tajů této stavby.

I v době, kdy se staví sportovní letadla z laminátů, kompozitů a kovových materiálů, zůstává dřevo stále vynikajícím materiálem, zejména pro amatérskou stavbu. Pro svoji dostupnost a možnost zpracování v amatérských podmínkách. Bude tomu tak ještě dlouhou dobu. Vždyť v naší republice má stavba sportovních letadel a větroňů dřevěné konstrukce ohromnou tradici a tak není důvodu, proč by tento druh technologie nemohl být nadále používán.

Jako člen stavebního dozoru jsem zván k různým stavitelům letadel. Při tom zjišťuji, že lidé mnohdy vůbec nemají představu o správném použití materiálu, klížení konstrukce, postupech a možnostech výroby. Proto jsem byl přiveden na myšlenku napsat tuto skromnou příručku, která by umožnila alespoň rámcově získat základní vědomosti o stavbě letadel. Chci tím přispět k tomu, aby amatérský stavitel netápal a nedopouštěl se chyb jen proto, že nejsou pro něj dostupné odborné informace o technologii stavby lehkých letadel dřevěné konstrukce, ačkoliv má dobré předpoklady podmínky stavby na úrovni splnit.

Příručka si nečiní nárok na vyčerpávající podání problematiky. Má za úkol napovědět stavitelům formou návodu jak a co dělat, aby se dílo podařilo.

Myslím, že v této době, kdy si každý schopný amatér může lehké letadlo nebo větroně sám postavit, tato příručka dobře splní své poslání.

Příbram 7. 12. 1991.

Dřevo

Složení. Dřevo se skládá z podlouhlých buněk uložených v soustředných válcových vrstvách. Každá taková vrstva vláken udává letní přírůstek, který má mohutnější strukturu a tmnější odstín. Tato vlákna rozhodují o pevnosti dřeva. Příčná vlákna která jsou slabší a světlejší a přirůstají v zimě, jsou rozhodující pro příčnou vazbu dřeva. Pro potřeby letectví je nejlepším materiálem dřevo z jehličnatých stromů, které vyrostly za podmínek umožňující pozvolný růst (chudá půda, chladné podnebí, hory). Naproti tomu listnaté stromy mají mít podmínky příhodné pro rychlý růst.

Struktura. V příčném řezu (*obr. 1a*) se uprostřed objevuje tmnější jádro, dále je ke kraji tmavá část, zvaná skler a na konec přijde světlejší dřev, nazývaná běl. Tento běl je nejlepším leteckým materiálem. Může se značně lišit aniž to pozorujeme. Různé pruhy a nenormální zabarvení je způsobeno chorobami dřeva. Hniloba, vysychání kmene, rozežírání hmyzem jsou způsobeny nesprávnou půdou, vlhkostí a silnými mrazy. Vady dřeva jako suky, pryskyřičné žíly a trhliny způsobují, že jen malé procento dřeva je způsobilé k použití v letectví. Zbytek se odstraňuje. Je důležité, kdy byl strom poražen.

Výběr. Nejvhodnější dobou k porážení stromu je zima a stáří od 100 do 150 let : Čerstvé dřevo má asi 50 % vody a sušení na volném vzduchu trvá u jehličnatých stromů asi 1 rok. U listnatých stromů však dva až tři roky, podle tvrdosti.

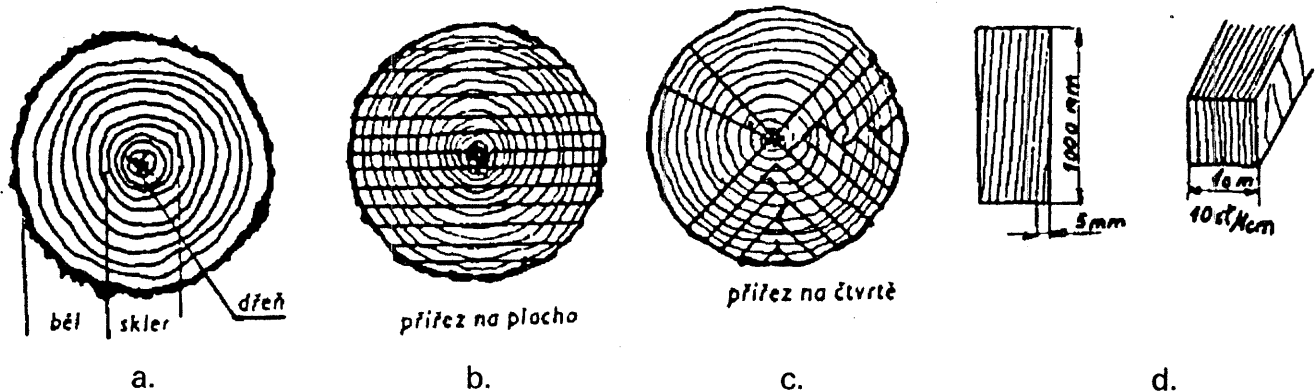
Sušení. Dřevo se může sušit uměle, ale pouze tvrdé. Sušení se provádí v uzavřených komorách, kterými proudí po dva týdny teplý vzduch s teplotou 50°C. Po vysušení se mění barva i objem dřeva. Podélné smrštění činí asi 0.5 % objemové 2-3 % a v obvodu o 2 až 6 %. Kmeny se rozřezávají na pilách a způsob řezání je různý.

Zpracování polotovárů. Pro letecké účely se řeže na čtvrtě nebo fošny, to je přířez na plocho. Materiál může být s kůrou i bez ní. (*obr. 1b-c*)

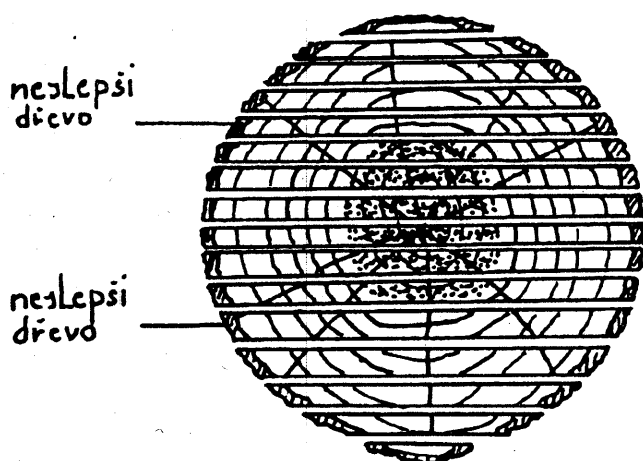
Stanovení výběru. Délka a síla fošen je různá od 4 do 6 m, síla 40 až 150 mm, šířka od 110 mm. Roční vrstvy napříč fošen mají mít sklon 90° - 70°, nerovnoběžnost vláken (let) nemá překročit 5 cm na délku 1 metru, počet let na 1 cm má být minimálně 5 až 10. Dřevo nesmí být pryskyřičné, nemá mít plíseň. Má být nařezané uloženo dvě léta na vzduchu v suchém prostředí mimo sluneční záření. (*obr. 1d, 2*)

Hustota. Hustota dřeva závisí na velikosti buněk a na množství připadající na 1 cm² průřezu. Dřevo můžeme seřadit podle hustoty takto : buk, jasan, bříza, smrk, borovice, olše, lípa.

Ohebnost. Ohebnost dřeva je taková vlastnost, která umožňuje snadné ohýbání dřeva do různých tvarů. Ohebnost můžeme zvětšit ohřátím dřeva ve vodě nebo v páře. K tomuto účelu je nejvhodnější jasan nebo bříza.



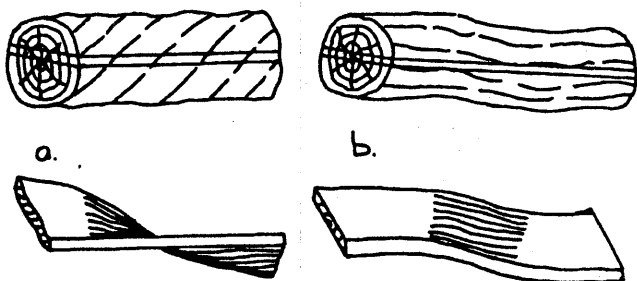
Obr. 1



Obr. 2

Tvrдость. Tvrдость se projevuje obtížným obráběním a nutností dodatečné úpravy pro křižení. Jako je například jemné zdrsnění, aby lepidlo vniklo do pórů dřeva. Podle tvrdosti řadíme dřevo takto : jasan, buk, borovice, olše, bříza, topol a lípa.

Smršťování. Smršťování, čili změna objemu při vysychání je jednou z vad dřeva. Nejvíce přijímá vlhkost buk, potom lípa, borovice, smrk, jasan, bříza.



a. Zborcení prkna ze stromu
b. Prkno ze skřiveného stromu

Obr. 3

Vlastnosti. Dřevo má mnoho dobrých vlastností. Snadno se obrábí a spojuje, je poměrně odolné proti vodě a kyselinám a je pružné. Malá vlastní váha mu dává upřednostnění před jinými materiály používanými v letectví. Vzhledem k jeho pružnosti jej můžeme zatížit blízko k mezi pevnosti. Dřevo se při tom trvale neohne. Další jeho předností je jeho nízká cena a dosažitelnost.

Vady. Vady dřeva jsou také důležité, protože se v mnoha případech nedají odstranit. Mezi chyby patří : nestejnoroďost růstu,

suky, křivá léta, nasávání vlhkosti a tím související změna pevnosti a dále pevnostní rozdíly, související se změnou působící síly k vláknům dřeva (podél a napříč vláken). Konečně závislost na podmínkách růstu a snadná hořlavost. (obr. 3a-b)

Měrná váha. Měrná váha dřeva je důležitým pevnostním činitelem při namáhání tahem a tlakem a u dřeva jehličnatých stromů i při namáhání ohybem (modul pružnosti). Pevnost dřeva roste úměrně s měrnou vahou. Čím je větší vrstva letního přírůstku, tím je větší specifická váha a pevnost dřeva.

Vlhkost. Pro každý druh dřeva je nejlepší určitá vlhkost dřeva. Jejím klesnutím nebo stoupanutím klesá pevnost dřeva. Vlhkost se stanoví podle vzorce :

$$\text{Vlhkost} = \frac{\text{váha vody} \times 100}{\text{váha suchého dřeva}} \dots \%$$

Druhy dřeva . V letectví se uplatňují tyto druhy dřeva :

- jehličnaté : borovice obyčejná, horský smrk a spruce (americký smrk),
- měkké listnaté : olše, lípa, topol,
- tvrdé listnaté : bříza, buk, jasan.

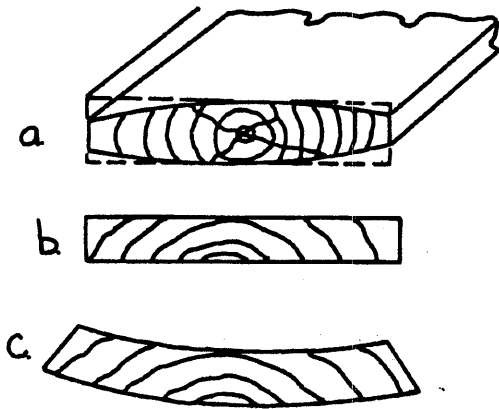
Pro každý z těchto druhů dřev jsou dány technické podmínky a požadavky shrnuté v normách jednotlivých států, které se však po létech zkušeností k sobě vzájemně značně přibližují.

K charakteristikám nejčastěji používaných dřev v letectví :

Borovice dává měkké, snadno štěpné dřevo, má mnoho pryskyřice. Má mít rovnoměrný růst, má být řezáno ze zdravých stromů, poražených v zimě, ve stáří 100 - 150 let. Dřevo vyrostlé ve vysokých polohách a na severu je nejlepší. Běl má být rovnoměrná, má mít jasně viditelné roční přírůstky a má obsahovat málo pryskyřice. Příliš velké roční přírůstky obsahující mnoho pryskyřice, činí dřevo křehkým a těžkým. Není-li běl vidět, je příliš slabá a takové dřevo pochází z nemocných stromů. Odchylka od osy vláken nemá být větší než 1 cm na délku 1 m.

Borovici dělíme podle pevnosti a různých vad na tři skupiny :

- I. borovice velké pevnosti, běl jasná, růst rovnoměrný, bez plísně, počet žilek (let) 5 na 1 cm minimálně.
- II. borovice střední pevnosti, jasná, bezpryskyřičná, hustá vlákna, bez plísně, s rovnoměrným růstem
- III. borovice malé pevnosti, drobná, bezpryskyřičná, jasná vlákna s nerovnoměrným růstem.



- a. fošna jádrová
- b. fošna postranni, čerstvě uriznutá
- c. fošna postranni po vyschnutí

Obr. 4

Podle velikosti bezkazových úseků dřeva v bělu dělíme borovici také na tři skupiny:

- A/ borové fošny (prkna) dlouhé 6 m, na obou stranách bez chyb a vad,
- B/ borové fošny (prkna) dlouhé 4 m, na obou stranách bez vad nebo na jedné straně bez vady a dlouhé 6 m,
- C/ borové fošny dlouhé 2 m, na obou stranách bez vad nebo na jedné straně bez vady a dlouhé 4 m.

Za bezvadný materiál považujeme běl bez suků, bez pryskyřičných míst a žilek a bez průrustu kůry. V každém prkně má být nejmenší šířka bělu 6 cm z každé strany prkna. Po roztřídění dřeva podle jakosti a po jeho zařazení do příslušné skupiny si ověříme kvalitu dřeva zkouškami, které popíši dále.

Z borovice se zhotovují části silně namáhané. Podle důležitosti použijeme dřeva z té které skupiny. Pásky hlavního nosníku, nosníku kormidel, namáhaná žebra, podélníky, namáhané přepážky a jiné namáhané části zhotovujeme z borového dřeva.

Smrk evropský horský. Má být ze zdravého dřeva přírodní barvy a zdravé vůně. Růst má být rovnoměrný, vlákna jasná s malým obsahem pryskyřice. Smrk je lehčí než borovice. Jeho vadou je velká sukovitost. Hodí se na méně namáhané části a při dnešních způsobech klížení pásů z lištových vrstev má široké použití. Letecký smrk dělíme na dvě skupiny :

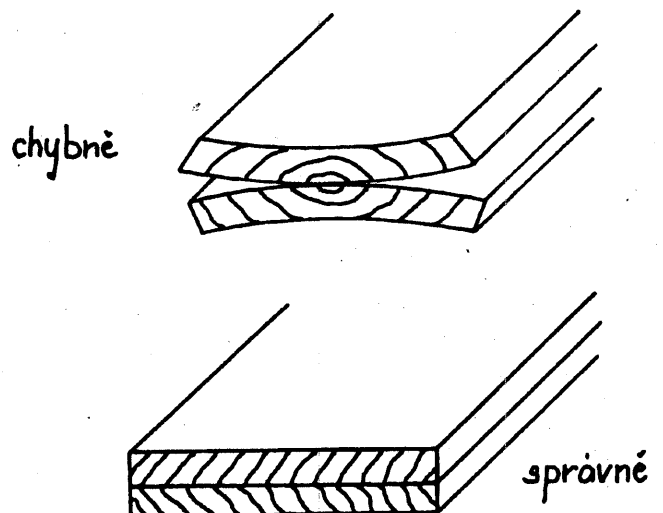
I. smrk velké pevnosti, bez chyb, přípustné jsou drobné suky které při obrábění odpadnou.

II. smrk menší pevnosti, přípustné jsou menší suky do 4 mm, počet let libovolný, nejmenší šířka bělu je 5 cm z každé strany desky. Ostatní požadavky jsou stejné jako u borovice.

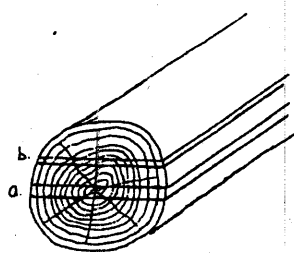
Smrku používáme na výrobu pomocných pásů nosníků, nosníků křidélek a kormidel na žebra křidel a kormidel, přepážky a méně namáhané části.

Bříza má dřevo tuhé, husté, střední tvrdosti, špatně štěpné, pružné, odolné proti nárazům. Břízy se používá pro její pružnost na lyže, ostruhy. Hlavně však na výrobu letecké překližky. Tyto jsou výborné kvality, zvláště březová finská překližka k potahům torsních skříní křidel, trupu a kormidel. Má měrnou váhu 0.75 g/cm^3 .

Balsa má lehké pórovité dřevo, velmi měkké, měrná váha je 0.24 g/cm^3 . Používá se jí na výplně nebo aerodynamické přechody.



Obr. 5



a. Fošna jádrová
c. Fošna neomítaná

b. prkno postranní
d. Fošna omítaná

Obr. 6

Jasan. Letecký jasan má být ze zdravých stromů, poražených v zimě. Má mít světlou barvu a přírodní vůni. Nemá být starší 100 let. Je pružný, tvrdý, tuhý, těžce štěpný, po vyvaření ve vodě se snadno ohýbá, nebortí se. Je lepší jasan s hrubým vláknem. Jasan s jemným vláknem je křehký. Odchýlení vláken má být 1,5 cm na délku 1 metru. Jasan s vlnitým vláknem je nepřijatelný.

Jasanu užíváme na ohýbané části, často společně s borovicí. Na příklad na lyže, ostruhy, podélníky, na náklížky u nosníků nebo přepážek a to tam, kde jsou vystaveny velké námaze při stisknutí šrouby. Pro klížení musíme zdrsnit povrch pro lepší proniknutí lepidla do struktury dřeva. Musíme též použít větších tlaků při klížení, ale nesmíme překročit pevnost v tlaku měkčího dřeva, na který je jasan klížen.

Buk. Letecký buk. Je to dřevo tvrdé, snadno štěpné, dá se dobře opracovávat, snadno saje vlhkost a bortí se. V letectví se používá pro výrobu překližek a zušlechťeného dřeva.

Oiše je měkké dřevo, málo odolné proti nárazu. Používá se na výrobu překližky, která je však křehká a používá se proto na méně namáhané potahy konstrukce.

Lípa má být zdravá, bílé barvy, s rovnoměrně rozdělenými póry. Je měkká, lehká, dobře štěpná, hustá a nebortí se. Nepraská a dobře se obrábí. Lípa se používá na výplně a výklížky.

Správným používáním dřeva, pečlivým výběrem a také spracováním dosáhneme při stavbě lehkých leteckých konstrukcí vynikajících výsledků. Letecké dřevo bude i nadále, hlavně při stavbě lehkých letadel motorových i bezmotorových, při stavbách amatérských konstrukcí, hrát svoji důležitou roli.

Pevnost dřeva. Pevnost je závislá na druhu dřeva, na množství vláken a jejich uložení, jakož i na jiných okolnostech. To znamená že dřevo z různých částí jednoho kmene není stejně pevné.

Pevnost dřeva dle Baumanna. Pevnější je dřevo pomalu rostlé, s úzkými letokruhy; bez výrazných letokruhů, z lepších půd. Méně smolnaté, dřeva jehličnatých stromů ze studených severních krajin.

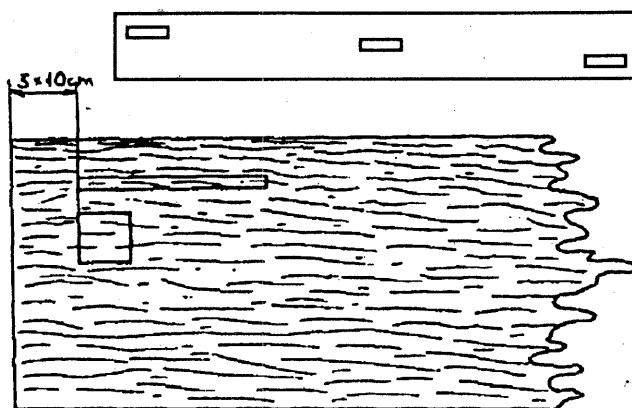
Podle směru jakým účinkuje síla na dřevo, rozeznáváme pevnost v tahu, pevnost v tlaku, pevnost v ohybu a pevnost ve smyku.

Pevnost se udává v MPa/cm² - koeficientem pevnosti. Koeficient pevnosti v tahu u smruku se udává 45,30 - 168,40 MPa/cm², v tlaku 28,00 - 62,00 MPa/cm².

Pevnost dřeva podstatně závisí na jeho vlhkosti. Proto při udávání pevnosti je nutno nutno udat, pro kterou vlhkost platí. Při pečlivém výběru a kontrole materiálu se musí počítat s vyššími hodnotami.

Vzorky. Odebírání vzorků pro zkoušky dřeva.

Pro zkušební vzorky odebíráme z fošny vzorek podle vyobrazení. Vzorky odebereme na obou koncích fošny. Podle výsledků zkoušek, použijeme dřevo na ty části letadla, kterým svojí pevností vyhoví. (Obr.7)



Obr. 7 - Odebírání vzorků z fošny

KOEFIČIENTY PEVNOSTI DŘEVA PODLE BAUMANNA

Dřevo	Pevnost v tahu MPa	Pevnost v tlaku MPa	Pevnost v tlaku MPa ⊥	Pevnost v ohybu MPa	Měrná hmotnost 10 ² kg · m ³	Modul pružnosti v ohybu · 10 ³ MPa
Smrk	45,3 - 168,4	28 - 62	2,9 - 9,5	45 - 116	3,6 - 6,5	7,9 - 18,2
Borovice	64 - 180	32,5 - 76,6	2,2 - 18,7	54 - 205	3,8 - 7,7	8,7 - 20
Jasan	75 - 118	36 - 85	8,6 - 19,1	73 - 178	5,3 - 8,6	9,5 - 17,9
Lípa	69,5 - 174,7	39,2 - 71	3,8 - 10,6	/	4,5 - 5,8	14 - 17,2
Bříza	107,7 - 267	62,3 - 86,4	/	119,8 - 127,6	6,3 - 6,8	17 - 17,1
Jedle	47,5 - 118	44,5 - 91	2,2 - 85	88,1 - 95	4,1 - 5,7	9 - 16,3

|| - značí ve směru vláken ⊥ - značí kolmo k vláknům

Překližka

Překližku pro letecké účely dostává stavitel letadla v tabulích. Musí znát zásady jejího použití a její vlastnosti. Je to záruka správného použití tohoto materiálu.

Výroba překližky. Vzniká oloupaním dýhy z napařených kmenů na strojích podobných soustruhu nebo loupáním špalku zvláštním nožem. Kmen se připraví ve zvláštních, speciálním roztokem naplněných kotlech. Odloupaná dýha se navine na buben. Po sloupnutí celé běli se rozvine dýha na sušící a rovnací desku. Vlhnutím nebo vysýcháním mění svou tloušťku jen nepatrně. Po vláknech téměř vůbec ne, ale značně kolmo na směr vláken. Síla dýhy je 0,2 mm až 1 mm. Překližku získáme tak, že slepíme několik vrstev upravených dých na sebe. Směr vláken jednotlivých vrstev musí být položeny vůči sobě o 90°- 60°- nebo 45°. Minimální počet vrstev je 3 s vlákny (lety) po 90°. Jinak je vždy počet lichý, to je 5, 7, 9 dých. V takovém případě je pak úhel vláken vůči sobě menší než 90°. Pevnost překližky je ve všech směrech stejná, na rozdíl od řeziva nebo dýhy, kde značně převládá pevnost vláken.

K lepení vrstev překližky se používá lepidel odolných vůči vodě a hnilobě. Převládají klihy z umělých pryskyřic, na příklad bakelitový klih, nitrocelólosový, acetocelólosový a filmy z umělých pryskyřic, jako je třeba tegofilm. Zpracování překližky lepením vyžaduje speciální podmínky. Především velký tlak a to okolo 15 až 25 kg/cm² a teplotu do 130°C.

Druhy překližek.

Max. kvalitou vyniká březová překližka (finská bříza), která je také z překližek pro letecké účely nejvyhledávanější. Snadno se ohýbá a pevnostně je na vysoké úrovni. Buková překližka má vlastnosti blízké překližce březové, je však více hygroskopická, snadno pohlcuje vlhkost a vlní se. Olšová překližka je lehčí než překližka březová nebo buková, má krátká vlákna, je křehká, citlivá na údery a otřesy a hůře se s ní potahuje.

Kontrola kvality.

Překližku, kterou chceme použít k stavbě letadla, musíme prohlédnout vizuálně a určit tak vnější kazy. Dokonalejší kontrolu provedeme prosvětlením překližky (do 15 mm), kde odhalíme i strukturální vady. Prořezem se jim při použití budeme moci vyhnout, takže použití takové překližky neohrozí pevnost konstrukce. Nakonec si můžeme provést zkoušku na ohyb a pevnost v tahu

podle kapitoly o zkoušení materiálu. Při skladování překližky musíme dodržet zásadu, že ji skladujeme na ležato, v suché místnosti, kde proudí normální vzduch bez vysoké teploty. Každá tabule překližky je opatřena kontrolní značkou a číslem zatřídění co do kvality.

Na kvalitě použité překližky záleží kvalita celého letadla. Proto zpracování překližky v konstrukci letadla věnujeme nejvyšší pozornost.

Lepidla

Při klížení konstrukce letadla ze dřeva musí soudržnost lepených spojů dosahovat hodnot spojovaného materiálu. To je ideální stav. Musíme si být vědomi, že na spojování dřeva lepením má vliv celá řada podmínek, které musíme co nejpečlivěji splnit, abychom dosáhli maximálního výsledku.

Kasein. Dříve se v hojně míře používalo k lepení dřevěných letadel kaseinu. Během druhé světové války se toto lepidlo pomalu nahrazovalo syntetickými lepidly. Vzdor této skutečnosti používá se kasein i dnes a je vhodné jej použít jako pomocné lepidlo na zhotovování přípravků a šablon. U nás je to známý "Firmus", se kterým jsou dobré zkušenosti. Na obalu je podrobný návod jak Firmus správně použít.

V roce 1948-49 jsem pracoval v dílnách, kde se prováděly generálky větroňů. Dostala se mi do rukou Vážka z kořistného materiálu. Byla stará 11 roků a lepená kaseinem. Přesto spoje i přes stáří byly výborné. Jen tam, kde se ke spoji dostala voda, byla pevnost lepení snížena. Podmínkou lepení kaseinem je dokonalý izolační nátěr průhledným lakem proti vodě. Dnes kaseinu k lepení letadel nepoužíváme.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI LET. PŘEKLIŽEK

Třída a tloušťka překližky mm	Počet vrstev	měrná hmotnost kg m ³	MPa Pevnost v tahu			MPa Pevnost v smyku			Modul pružnosti v tahu E MPa			Modul pružnosti v smyku G MPa	
			podél vláken	pod úhlem 45°	napříč vláken	podél vláken	pod úhlem 45°	napříč vláken	podél vláken	pod úhlem 45°	napříč vláken	podél vláken	pod úhlem 45°
I. třída		Všechny hodnoty ·10 ³							Všechny hodnoty ·10 ³	Všechny hodnoty ·10 ³			
1	3	0,8	75	30	45	20	45	20	1,3	2,8	6,5	0,8	4,2
1,5 - 2,5	3	0,8	75	25	45	15	40	20	1,3	2,8	6,5	0,8	4,2
2,5	5	0,8	75	30	60	20	40	20	1,2	3,0	8,0	0,9	4,5
3	3	0,8	75	25	41	15	35	20	1,3	2,8	6,5	0,8	4,2
3,0 - 4,0	5	0,8	75	30	60	15	35	20	1,2	3,0	8,0	0,9	4,5
5	5	0,77	75	30	50	15	35	20	1,2	3,0	8,0	0,9	4,5
II. třída													
1,0 - 3,0	3	0,8	55	20	25	12	28	16	1,2	2,6	5,5	0,75	3,6
2,5 - 6,0	5	0,8	55	25	35	12	28	16	1,05	2,7	7,0	0,8	4,0

K lepení dřevěných leteckých konstrukcí používáme nám dostupná lepidla, která jsou již ověřená z letecké praxe :

Umacol-B - výrobce CHZ Syntezia Semtín
Epoxi 1200 - výrobce spolek pro chem a hut
 výrobu Ústí n/Lab.

Kaurytový klij - I.G. Farbenindustrie NSR.

Umacol-B je u nás nejrozšířenějším lepidlem používaným při výrobě letadel, hlavně větroňů. Umacol B je syntetické vodovzdorné, dvousložkové lepidlo určené k lepení dřeva. Obsahuje fenolformaldehydovou pryskyřici v acetonovém roztoku. Vytvrzuje se za normální i zvýšené teploty, vždy ovšem ve směsi s tvrdidly silně kyselého povahy zn. B-1 a B-2. Vnější vzhledem je Umacol B hnědočervená viskózní kapalina, hustoty medu a typickým zápachem po fenolu.

Umacolem-B lze lepit tvrdá i měkká dřeva. Vytvrzený Umacol-B je odolný proti vlhkosti, rozdílným teplotám a plísním. Je odolný proti povětrnostním vlivům. S výhodou jej můžeme použít jako laku na vnitřní konstrukce. V tom případě jej ředíme acetonem. Tvrdidlo přidáme do Umacolu-B v poměru 1:5-1:6 váhových dílů.

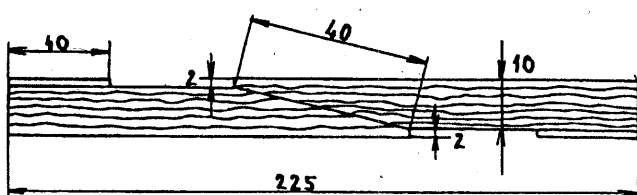
Nejdůležitější znaky jakosti Umacolu-B a jejich ověření provádíme :

Podle vzhledu

Umacol-B je hnědočervená, průhledná, viskózní kapalina fenolového a acetonového zápalu, bez hrubých mechanických nečistot. Vnější vzhled se stanoví volným posouzením.

Lepící mohutnost

Posuzuje se pevnost lepeného spoje ve smyku podle DIN za sucha. Slepění tělísek (jejich popis udává obr.8) se provede lepicí směsí v poměru 1:5 při 20°C. Spoj se zatíží tlakem 4 - 5 kg/cm² po dobu nejméně 12



Obr. 8
 Zkušební tělísko zklížení

hodin. Zkouška se však vykoná až po 24 hodinách na trhacím stroji, při zatěžovací rychlosti 600 g za minutu. Předepsaná pevnost ve smyku je 90 kg/cm² pro tvrdé bukové dřevo a min. 70 kg/cm² pro dřevo měkké. Po 24 hod. máčení ve vodě 20°C teplé smí pevnost ve smyku poklesnout na 70 kg/cm² pro tvrdé a 50 kg/cm² pro dřevo měkké. Zjišťuje se z průměru pěti zkušebních tělísek.

Poměr smíchání Umacol-B - tvrdidlo B-1.

Základní směrnice přípravy lepicí směsi (Umacol-B - tvrdidlo B-1) je uvedena v tabulce.

Pro lepení dřeva za teplot vyšších než 20°C lze doporučit jen poměr 1:6, čímž se předejde možnosti napadení dřeva účinkem silně kyselého tvrdidla. Pro práci za nižších teplot se tento poměr vždy nehodí, neboť je na hranici účinnosti tvrdidla, jehož se asi 10 % spotřebuje k neutralizaci přirozené alkality rezolu.

Postup míchání lepicí směsi.

Lepící směs se připravuje odvážením zvoleného množství Umacolu-B v nádobě z kyselínovzdorného materiálu. Vhodné jsou sklenice od různých nakládaných zelenin stejné velikosti, kterých můžeme mít větší počet. Do odváženého Umacolu-B se za stálého míchání vlévá tužidlo v patřičném poměru. Díky exotermní reakci se ihned po smíchání začne směs samovolně zahřívat. Toto můžeme opominout kdy připravujeme malé množství. Avšak při lepení velkých detailů konstrukce, kdy jsme nuceni připravovat větší množství lepicí směsi (nikdy ne více než 1,5 kg směsi), je nutné směs za stálého míchání chladit. Nejlépe vložením nádoby s lepicí směsí do chladné vodní lázně. Promíchání směsi musí být naprosto dokonalé.

Kontrola dokonalého promíchání.

Při smíchání vzniká ve směsi přechodně modrofialové zabarvení. V místech, kde není Umacol-B s tvrdidlem dokonale smíchán, ponechá si Umacol-B původní červenohnědý odstín. Bývá to zpravidla u dna nádobky, na jejich stěnách a na míchadle. Nedokonalé promíchání směsi neposkytuje záruku

Poměr smíchání Umacol-B - tvrdidlo B-1

Účel použití	Vhodný poměr	váhový díl Umacol-B	Dtto B-1	životnost hod/20°	gelatinace hod/20°
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>					
Lepení dřeva :					
za tepla	6:1	100	16	cca 3	cca 8
za studena	5:1	100	20	cca 1,5	cca 6
lepení bakelitu	5:1	100	20	cca 1,5	cca 6
odlévání a tmelení					
	4:1	100	25	cca 1	cca 4

dokonalého spoje, protože se nemůže kvalitně vytvrdit. Proto musíme věnovat rozmíchání směsi velkou péči.

Hlavní zásady lepení Umacolem-B.

- 1/ Plochy dřeva, které budeme lepit musí být čisté a rovné. Tloušťka spáry nesmí být větší než 0,2 až 0,3 mm.
- 2/ Plochy ke klížení nesmirkujeme. Smirkováním se póry dřeva zanesou a lepicí směs nepronikne do dřeva. Varujeme se mastnoty, kterou můžeme na klížené plochy přenést rukou.
- 3/ Lisovací tlak má být asi 5 kg/cm². Větším tlakem vytlačíme lepicí směs ze páry a spoj je nedokonalý.
- 4/ Umacol-B pro lepení letecké konstrukce nesmí být starší 6 měsíců. Starší Umacol-B můžeme zužít na klížení šablon a pomocných přípravků.
- 5/ Mítnost, kde letadlo stavíme musí mít teplotu pro lepení Umacolem-B alespoň 20°C. Za nižších teplot nemůže být kvalita lepení na potřebné úrovni. Upravovat Umacol-B pro lepení v nižších teplotách, jako tomu může být v jiném odvětví průmyslu pro zpracování dřeva, je nepřijatelné. Zvyšováním teploty prostředí nad 20°C zkracujeme dobu vytvrzení Umacolu-B. Max. teplota pro vytvrzení lepicí směsi je 80°C.
- 6/ Umacol-B upravený s tvrdidlem na lepicí směs, nanášíme rovnoměrně na obě klížené plochy. Není přípustné natírat jednu plochu Umacolem-B a druhou tužidlem. Při lepení řídkých dřevin, dojde-li k vsáknutí směsi, musíme nanést další vrstvu lepidla na lepený spoj.

7/ Po nanesení lepicí směsi na obě klížené plochy, počkáme chvíli, asi 3-5 minut, aby se mohla do dřeva vsáknout. Předčasným stažením spoje bychom lepicí směs vytlačili.

8/ Lepicí směsi Umacolu-B připravujeme jen tolik, kolik jí spracujeme. Pro míchání směsi si zhotovíme jednoduché váhy, které nám dovolí míchat v přesném poměru lepicí směs.

9/ Lisovací tlak můžeme uvolnit, až vytlačená lepicí směs po okrajových částech spoje je ztuhlá. Nejlépe však až po úplném vytvrzení. To jest při 20°C za 24 hodin. Spěch je na úkor kvality spoje.

10/ Očistit štětce a nářadí, se kterým jsme Umacol-B nanášeli, můžeme, pokud je ještě v tekutém stavu provést lihem. Vytvrzený Umacol-B nelze žádným způsobem rozpustit a štětce jsou jim znehodnoceny.

11/ Neztvrzení Umacolu-B může být způsobeno zejména z těchto důvodů :

- a. Vlivem nízké teploty prostředí, nebo přechlazením směsi.
- b. Nesprávným, hlavně nízkým poměrem tužidla, nebo použitím znehodnoceného tužidla.
- c. Použitím starého Umacolu-B s prošlou lhůtou použitelnosti.

12/ Správný spoj musí po roztržení nést stopy vytržených vláken dřeva. Tam, kde se roztržením spoje oddělí jen v lepeném Umacolu-B, je spoj nedokonalý. K roztržení dojde jen za velmi drastických podmínek zpravidla i ve dřevné hmotě. Film lepidla musí být slabě znatelný. Na

lepených plochách musí být více jak z 50 % vytrhaná dřevná plocha ve větších kusech.

- 13/ Kování, která přijdou při práci s Umacolem-B do styku, musíme řádně očistit. Tvrdivla B-1 i B-2 mají silné korozivní účinky.
- 14/ Při práci s Umacolem-B je nutné dodržovat tyto hygienické zásady :
- Pracovní prostředí má být dokonale po dobu lepení dobře větráno. Dobu lepení časově omezuje vlhkost vzduchu max. 60 %.
 - Při práci je nutno používat ochranné masti jako je na př. Indulona. Každé potřísnění odstraníme lihem a umytím mýdlem v teplé vodě
 - Velmi opatrně manipulujeme jmenovitě s tvrdidly B-1 a B-2. Každé potřísnění ihned odstraňujeme jako v bodě b.

Umacol-B skladujeme nejlépe v litrových láhvích, které opatříme nálepkou a dobou životnosti na ni napsanou. Láhve uložíme v chladu řádně uzavřené zátkou.

Lepidlo epoxidové.

Pro potřebu stavitele letadla je k lepení další druh syntetického lepidla a to Epoxidové lepidlo CHS Epoxi-1200. Pevné spoje vznikají nejen při lepení dřeva, ale také při lepení pryže, epoxidovým laminátů, vulkánfíbru, kovů a jiných materiálů. Nehodí se k lepení organického skla, polystyrénu a polyvinylchloridu.

Epoxidová lepidla jsou v nevytvrzeném stavu kapalné, nebo pevné látky. S pevnými lepidly se pracuje za vyšších teplot, při kterých se pryskyřice roztaví.

Tvrdivlem bývá tvrdidlo s označením P-1. Používá se k lepení CHS Epoxidem-1200 za normální teploty, to jest 20°C. Nanášíme zpravidla jen na jednu plochu. Nános lepidla má být tak vydatný, aby tloušťka filmu dosáhla 0,1 mm až 0,2 mm. Spoj se fixují minimálním tlakem 0,2 kp/cm².

CHS Epoxy je citlivý na poměr CHS Epoxy: tužidlo P-1. Proto poměr 7.5 hmotných dílů tužidla P-1 ku 100 hmotných dílů pryskyřice odvážíme co nejpresněji na váhách. Život-

nost lepicí směsi je omezena a to max. na 2 hodiny. Proto CHS Epoxy smícháme s tužidlem P-1 jen v takovém množství, které jsme v krátké době schopni zpracovat.

Při použití CHS Epoxy-1200 se řídíme návodem, který výrobce přikládá ke každé lepicí soupravě.

Kauritový klij.

Občas se u nás objeví i tento syntetický dvousložkový klij, dovezený ze zahraničí a hojně používaný již na začátku 40 let. Větroně kořistného původu z roku 1945 byly klíženy hlavně tímto lepidlem. Rozeznáváme dva druhy a to Kauritový klij W a WHK v prášku. Klij W v prášku se rozpustí ve vodě v poměru 1 váhový díl vody - 2 váhové díly prášku. Dobře promícháme a můžeme druhý den použít. Používá se tužidlo žluté barvy. Tímto tužidlem natřeme jednu plochu a na druhou nanese W klij, necháme poněkud vsáknout a nejpozději do 15 minut slisujeme. Při 20°C můžeme po 1.5 hod. svěrky odstranit a díly opracovávat. Při uvedené teplotě nastane dokonalé vytvrzení za 24 hodin.

Klij WHK se používá na plochy, které nejsou zcela dobře slícované a mají hrubší povrch. I při silnější vrstvě tohoto klihu se dosahuje výtečné pevnosti sklížených partií. Je zvláště vhodný pro provádění oprav, při kterých musíme často pracovat s povrchy materiálu zbaveného starého lepidla.

Prášek WHK se rozmíchá ve vodě v poměru 100 váhových dílů prášku na 40 váhových dílů vody. Míchá se až do úplného rozpuštění. Roztok se může použít až za 15 hodin a v chladnu zůstane schopným k použití asi 8 dnů. Podmínky zpracování jsou stejné jako u kaurity W. V obou případech musíme tužidlo nanesené na jednu klíženou plochu nechat zaschnout. Používáme opět skleněných nebo kameninových nádob.

Odstranění kauritů z náradí a nebo oděvu lze jen potud, pokud se nedostaly do styku s tužidlem. Tužidlo je rovněž odstranitelné vodou.

Několik rad pro správné klížení.

- 1/ Na zkušební tělíska klížení napíšeme datum a část, která byla lepena. Pevnost klížení odzkoušíme na druhém tělísku.
- 2/ Klížíme jen čerstvým klijem. Nanášíme jej menším štětečkem z tvrdých žíní. Po natření spojů počkáme několik minut, aby klij vnikl do dřeva.
- 3/ Klížené části stahujeme svěrkami, ale jen tak, aby nebyl klij vytlačen velkým utažením svěrek.
- 4/ Není dovoleno užívat hřebíků. Můžeme je použít jen při použití ohřebíkových lišt na klížení a to hřebíků co nejtenších.

Při lepení velkých ploch překližky můžeme tuto proti posunutí zajistit jedním nebo dvěma kadmiovanými hřebíčky, pokud je necháme v konstrukci zatlučené.

- 5/ Lepicí směs si v potřebném množství připravíme, až když máme lepený detail řádně slícovaný, odzkoušený na sucho, připravené svěrky a pod ně pomocné podložky ze dřeva patřičné velikosti.

Musíme si uvědomit hlavní zásadu, že lepicí směs je jedním ze základních faktorů pevnosti letadla.

Zkoušení materiálu

Zkoušení dřeva jako základního materiálu pro stavbu větroňů nebo lehkých letadel je nutné. I když stavitel tetadla nemá k dispozici stroje k pevnostním zkouškám, lze použít některých metod ověřených H. Jacobsem, který nám v amatérských podmínkách postačí.

Druhy zkoušek řeziva.

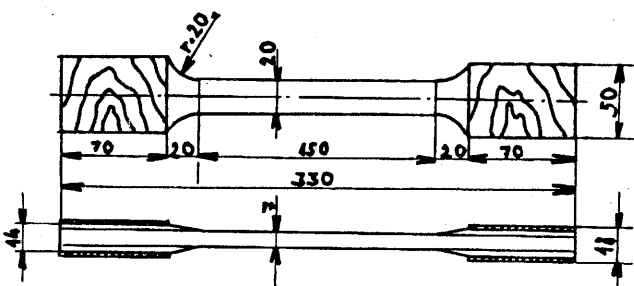
1. Zkouška vlhkosti.
2. Zkouška tahová.
3. Zkouška tlaková.
4. Zkouška ohybová.
5. Zkouška smyková
6. Zkouška rázová.
7. Zkouška štípatelnosti.

Zkouška vlhkosti. Vzorek dřeva rozměrů 50/50/10 mm se vezme na několika místech prkna nebo fošny a zváží ihned po vyřezání. Na to se vzorek suší při teplotě 95 - 100°C. Po úplném vysušení se zváží. Vlhkost se pak vypočítá podle vzorce :

$$\frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100\%$$

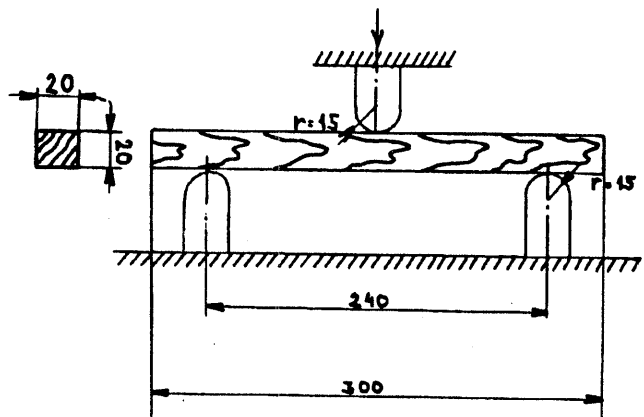
G_1 = váha vzorku před sušením

G_2 = váha vzorku po sušení.



Obr. 9 - Zkouška na tah, zkušební tělíska

Zkouška tahová. Zkouší se vzorek rozměrů 20/7 mm = 1.4 cm². Celková pevnost se přepočítá na pevnost pro 1 cm² a porovná s předepsanou pevností v tabulce. Konce zkušebního tělíska, které přijdou upnout mezi čelisti trhacího stroje, jsou chráněny naklíženou překližkou proti zmačknutí. Vzorky se berou ze tří míst z prkna nebo fošny dle obrázku. (Obr.9)



Obr. 10 - Zkouška na ohyb, zkušební tělíska

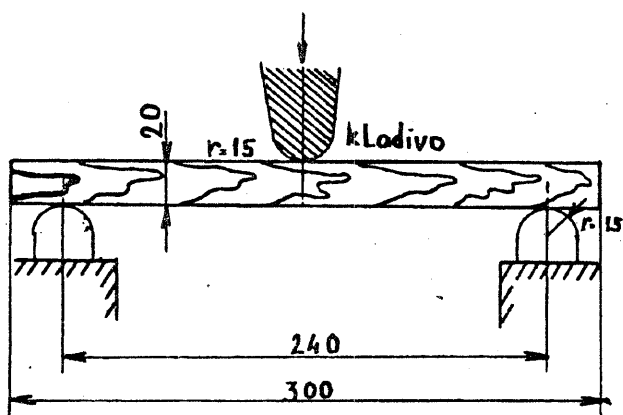
Zkouška tlaková. Tělíska pro tlakovou zkoušku má rozměr 25/25/25 mm. Pevnost dřeva v tlaku ve směru let je asi 10x větší, než kolmo k létům.

Zkouška na ohyb. Tělíska o průřezu 20/20 mm délce 300 mm podepřeme ve

vzdálenosti 240 mm. Odměrujeme průhyb až do zlomení vzorku. (Obr.10)

Zkouška smykem. Můžeme provádět na zařízení, které si sami zhotovíme za použití osobní nášlapné váhy.

Zkušební zařízení vlastní řada firem a zkušeben, kde se můžeme dohodnout o provedení zkoušek připravených vzorků dřeva. Při smykové zkoušce činí obtíž odstranit ohybové druhotné namáhání. Nucené vedení zkoušeného tělíska nesmí způsobit tření.

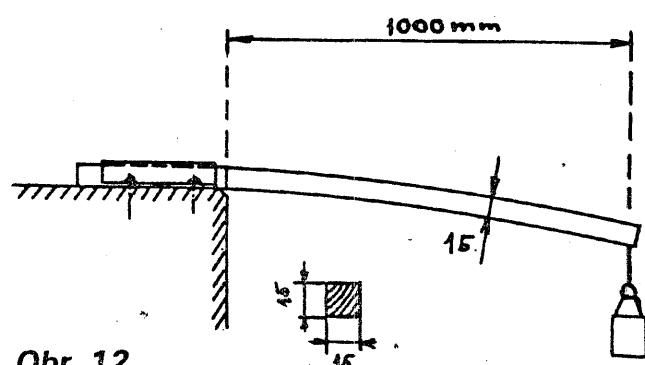


Obr. 11 - Zkouška rázová, zkušební tělísko

Zkouška rázová. Rázová zkouška je pro naši potřebu nejvýhodnější. Zjišťujeme jí houževnatost dřeva. Z množství práce v kgm spotřebované na přeražení vzorku a ze vzhledu lomu, určujeme jakost dřeva. Vzorek má tytéž rozměry jako pro zkoušku na ohyb. (Obr. 11)

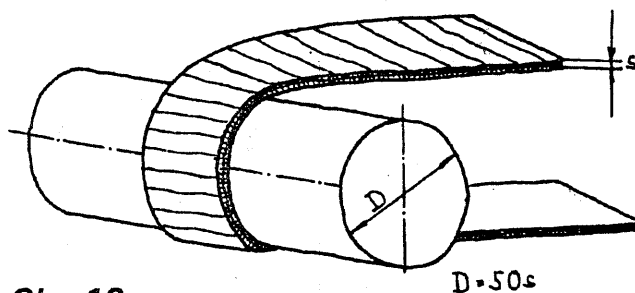
Zkouška štípatelnosti. Provádí se s tělískem rozměru 20/20/45 mm. Plocha, která se má od sebe odtrhnout, měří 4 cm².

Uvedené zkoušky lze provádět jen ve zkušebně, která je k tomu vybavená zařízením. My se můžeme o vhodnosti materiálu



Obr. 12

Zkouška kvality řeziva dle Jacobse

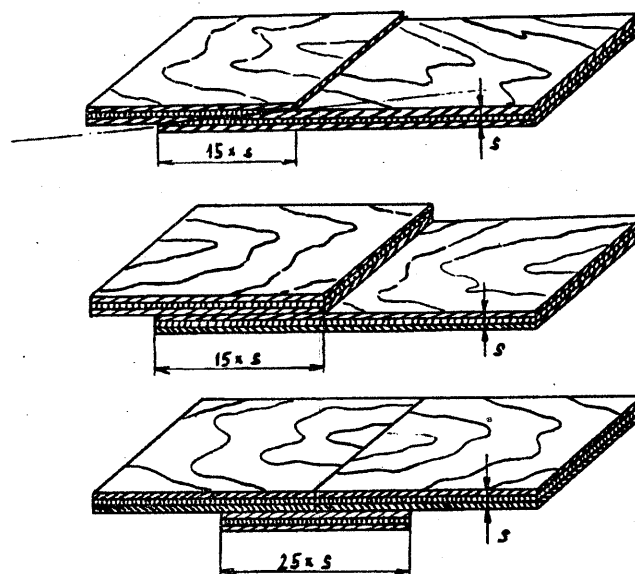


Obr. 13

přesvědčit docela jednoduchou zkouškou, mnohaletou praxí ověřenou H. Jacobsem.

Z vybraného materiálu uřízneme lať dlouhou 1300 mm o průřezu 15/15 mm. Jedním koncem ji zasuneme do těsného plechového pouzdra, které je přišroubováno na hraně stolu. Hrana musí být zaoblena. Od hrany stolu odměříme vzdálenost přesně 1 m a v tomto místě upevníme závaží. (Obr. 12) Zatížení, které musí lať vydržet, než se zlomí činí:

- smrk 4 - 5 kg
- borovice 5 - 6 kg
- jasan 6 - 7 kg



Obr. 14

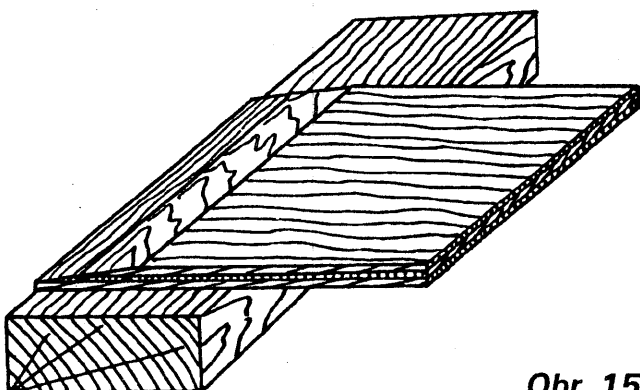
Zkouška překližky.

O kvalitě překližky se můžeme přesvědčit těmito základními způsoby :

- a. Vizualní kontrola překližky
- b. Prosvětlení překližky
- c. Zkouška ohybem

Vizuálně zjistíme, zda je překližka bez mrtvých suků. Směr vláken má být pokud možno rovnoběžný s okrajem tabule a přímý. Sklon let vůči rovině nemá být příkřejší než 1:5. Klížení musí být bezvadné. Povrch tabule

nesmí být zvlněný a poškrábaný nebo jinak poškozený. (Obr. 13)



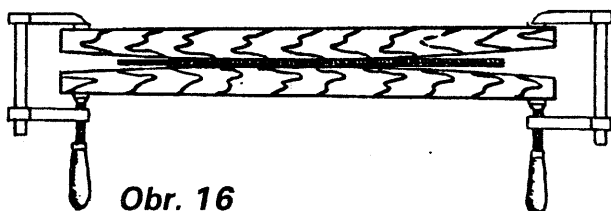
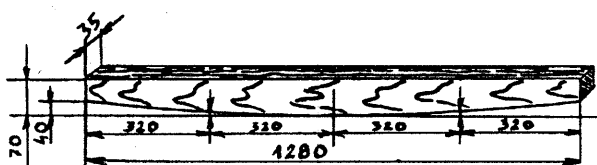
Obr. 15

Spojování překližky.

Tam, kde potřebujeme nastavit překližkové pásy, postupujeme podle důležitosti spoje. Lze použít tří způsobů :

1. Spojení úkosem
2. Spojení přeplátováním
3. Spojení podklížením.

V praxi se budeme snažit nepoužívat spoje č. 2 a 3. Když tak jenom v krajním případě a to jen na detailech jako je sedačka, opěradlo, padáková skříň a podobně. Na všechny ostatní druhy spojujeme překližky použijeme zásadně úkos 1:15. Okraj překližky si označíme tužkou kam až bude úkos dosahovat a do této šíře překližku upravíme. Místo úkosu si podložíme tvrdou rovnou podložkou, kterou

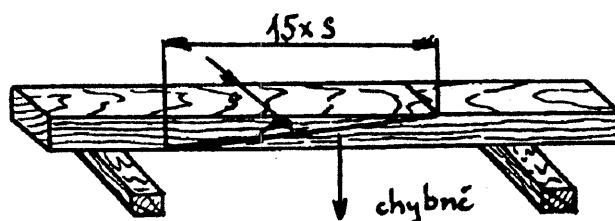
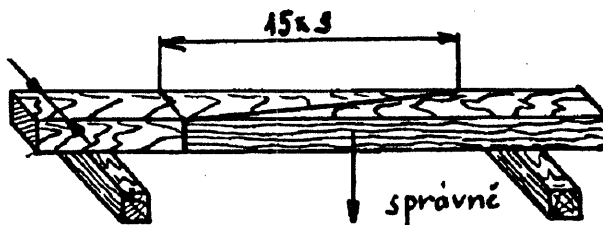


Obr. 16

spolu s místem úkosu přitáhneme svěrkou na hranu stolu. Ostrým hoblíkem provedeme zkosení a to tak, aby spodní vrstva překližky zůstala nedotčena. Aby jsme si zajistili, že plocha úkosu nebude křivá, provedeme srovnání úkosové plochy cidlinou. Plochu úkosu nesmirkujeme. Póry dřeva musí zůstat

volné pro nasáknutí kliču. Spojované díly překližky musíme zajistit proti posunu. (Obr. 14, 15)

Spojování velkých tabulí a nebo dlouhých úkosů, můžeme provést v přípravku, který si zhotovíme ze dvou lišt vhodně upravených. Obě lišty natřeme čirým lakem, aby se nám nesklížily s překližkou k sobě. (Obr. 16)



Obr. 17

Spojování lišt.

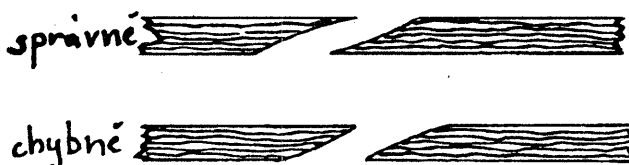
Konec lišty seřízneme nebo shoblujeme v poměru alespoň 1:15. Provedení je zřejmé z obrázků. Při zatahování je nutno zajistit latě proti posunutí, neboť tím by se zmenšil průřez lišty v místě úkosu. (Obr. 17)

Úkosy musíme provádět proto tak dlouhé, abychom dosáhli původní pevnosti spojovaného materiálu když uvážíme, že klížený spoj má asi 10x menší pevnost na cm^2 . Proto úkosy musíme provádět 1:15 až 1:20 a vždy těmito spojmů ať u překližky nebo latí věnujeme co největší péči. (Obr. 18)

Opět i u latí platí, že úkosy nesmíme smirkovat.

V případě, že je v lati suk, můžeme provést vložení latě, kterou místo suku po vyříznutí nahradíme. (Obr. 19)

Prosvětlení překližky. Prosvětlením získáme přehled, zda je klížení vrstev stejnoměrné,



Obr. 18

bez bublin a míst bez kluhu. Vadná místa se jeví jako světlejší. Prosvětlení uskutečníme nad žárovkou 240V/500W.

Zkoušku ohybem. 25 mm široký pásek překližky se ohýbá kolem kulaté tyče, jejíž průměr je 50x větší než síla překližky. Ohyb

se provede na obě strany. Při této zkoušce nesmí překližka nést stopy po popraskání.

Překližku zpracováváme do konstrukce letadla podle jejího zatřídění. Na každé tabuli překližky je razítko, kde je označena její kvalita. Tímto vlastně garantuje výrobce kvalitu překližky.

Obr. 19



Další materiály

Ke stavbě letadla ze dřeva a překližky budeme používat tyto další materiály:

1. Ocelové plechy na kování.
2. Ocelové šrouby
3. Ocelové trubky kulaté-a kapkovité
4. Spojovací materiál jako šrouby; matky, podložky.
5. Ocel na čepy.
6. Lehké kovy, elektron, dural, hliník
7. Napínáky lan řízení
8. Ocelová lana, očnice lanové,
9. Plátno a plátěné materiály
10. Celon a laky.

Ocelové plechy. Na výrobu kování používáme především legované oceli. Jsou to slitiny železa a uhlíku se zmenšeným množstvím nečistot a s určitým obsahem legujících prvků, které zlepšují mechanické vlastnosti oceli. Měrná hmotnost oceli je 7.8 kg/dm^3 . Kování pro spojovací a nosné části provádíme z oceli L-ROL a L-ROL N. Tyto druhy oceli používáme jmenovitě na výrobu nejvíce namáhaných závěsných kování, spojovací čepy a výrobu podvozku. Plechy z oceli L-CM3 používáme rovněž na běžná kování a čepy, svařované sestavy. V tabulce jsou uvedeny druhy oceli dle ČSN, které nejsou s uvedenými druhy zcela shodné.

Šrouby. Při stavbě letadla a při opravách, kdy musíme některé detaily a jednotlivá kování vyměňovat, používáme zásadně ocelové šrouby s minimální pevností v tahu 80 kg/mm^2 , u některých detailů zvláště namáhaných až 100 kg/mm^2 . Pevnost šrou-

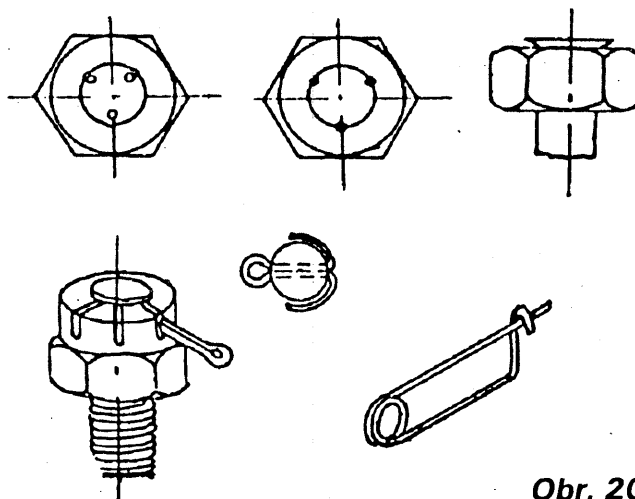
bů je vyznačena na jeho hlavě. Snažíme se, aby šroub měl závit co nejkratší, tedy aby se na závit vešla matka s podložkou. Šroub by neměl přecházet nad matku více jak 1-2 mm. Pokud provádíme zajišťování matky na šroubu důlčikem, pak musí šroub končit zároveň s matkou.

Zásadně nepoužíváme šrouby v jejichž hlavě je zářez pro šroubovák i když jejich pevnost odpovídá požadavkům. Mohlo by se stát, že hlava v místě zářezu po čase praskne. Šrouby válcované, jejichž tělo je slabší než průměr závitu, nepoužíváme.

Matka, podložky. Provedení matek je několik druhů a to :

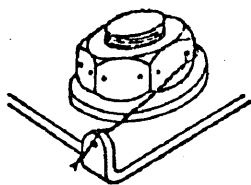
- korunková matka (Obr.20)
- normální matka
- matka s přírubou (Obr.21)
- samojistná matka

Jejich použití je dáno důležitostí spoje. Korunkovou matku použijeme tam, kde pře-

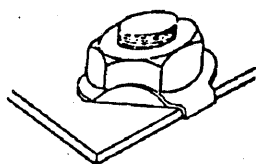


Obr. 20

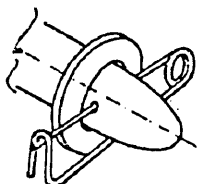
ci jen občas musíme matku odšroubovat. Podle častosti demontáže, použijeme buď závlačku, nebo špendlík. Normální matku většinou zajištěnou na šroubu důlčičkem použijeme na upevnění kování, které je natřeno na konstrukci namontované. Matka



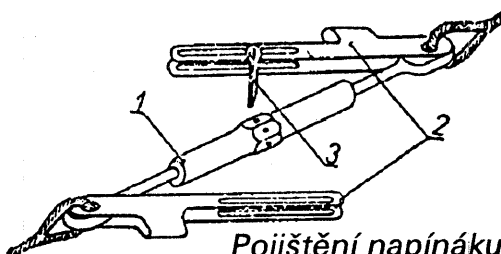
Pojištění matice
vázacím drátem



Pojištění matice
zahnutím plechové
podložky



Pojištění
čepu špendlíkem



Pojištění napínáku
1 - matice, 2 - pojišťovací plech,
3 - závlačka

Obr. 21

s přírubou, někdy jen jednostrannou patkou, se používá do dutin a nebo na špatně přístupná místa. Můžeme je do konstrukce přinýtovat (na kov) nebo mosaznými vruty patřičné velikosti přišroubovat (na dřevo).

Samojistné matky jsou k dostání ve dvojitým provedení. S fibrovou vložkou (nebo jinou umělou hmotou) a se zajišťovací drážkou. Tyto matky používáme tam, kde nejsou vybrance na konstrukci a kde nejsou dostupné vizuálně, abychom je mohli kontrolovat. Jejich uvolnění můžeme předejít, použijeme-li k zajištění Alduryt, kterým natřeme část závitů šroubu nebo matky.

Podložky. Podložky při oboustranném upevňování kování na dřevěnou konstrukci nepoužíváme a šroub s matkou dosedají přímo na kování.

V případě, že kování na konstrukci je upevňováno jen z jedné strany, pak pod matku dáme podložku, která má větší průměr. Pro matku M 6 je to 15 mm průměr podložky a pro menší nebo větší matky je to o dva mm menší nebo větší průměr podložky. Pokud si

je vyrábíme sami, pak použijeme duralový plech o síle 2 mm nebo z plného materiálu je na soustruhu napícháme na patřičnou sílu, která by však neměla být slabší než 1,5 mm.

Veškerý spojovací materiál musí být u oceli kadmiován nebo zinkován, dural pak eloxován. Tím zabezpečujeme tyto materiály proti korozi.

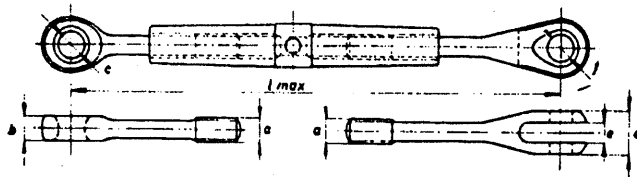
Šrouby ukládáme do konstrukce hlavou proti směru letu a nebo v poloze svislé, hlavou nahoru.

Dotahování matek provádějíme s citem. Měli bychom raději použít silového klíče a na vzorku si ověřit, jakou sílu vyvinout pro dotažení matky, abychom nezborotili dřevěnou konstrukci v místě šroubu.

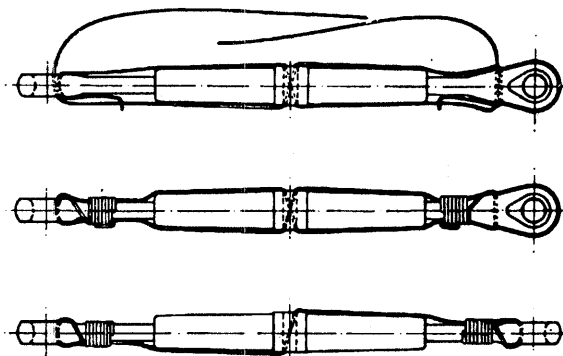
Otvory v dřevě pro šrouby nesmí být volné. Šroub by měl jít do dřeva mírně naklepnout. Tím zajistíme, že šroub se o dřevo opírá po celém obvodu.

Místo konstrukce, kam přijde kování se šroubem, je vždy zesíleno překližkovým náklížkem, potřebné velikosti.

Ocelové trubky. Pro stavbu lehkých letadel a větroňů, používáme trubky bezešvé z uhlíkových ocelí. Musí být dobře svařitelné. Vhodnost použití trubek si ověříme nejlépe v letecké továrně, nebo u výrobce



Obr. 22



Obr. 23

Tabulka závlaček

Jmenovitý průměr závlačky	1	1,5	2	2,5	3
Díra pro závlačku	1,2	1,8	2,5	3	3,5
Skutečný průměr závlačky	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7

Tabulka závlaček pro různé velikosti šroubů

Průměr závlačky v mm	Délka závlačky v mm	Průměr šroubu v mm	Průměr závlačky v mm	Délka závlačky v mm	Průměr šroubu v mm
1,0	12	4,5	3	35	18
1,5	15	6,7	3	40	20
2,0	18	8	4	40	22
2,0	22	9,10	4	45	24
2,0	25	11	4	50	26
2,5	25	12	5	50	28
2,5	28	14	5	55	30
3,0	30	16	5	65	35

Tabulka krátkých napínačů

Číslo	Sestava	l max	Pevnost v kg	a v mm	b v mm	c v mm	d v mm	e v mm	f v mm
3	V/V V/O O/O	92 86 80	260	M3	3,5	3,5	6	2	4
4	V/V V/O O/O	114 106 98	460	M4	4,2	5	7	3	4
5	V/V V/O O/O	139 129,5 120	1790	M5	5,5	6	9	4	5
6	V/V V/O O/O	158 147 136	1110	M6	6	7	11	5	6
7	V/V V/O O/O	181 168 155	1660	M7	7	8	12	6	7
8	V/V V/O O/O	203 190 177	2040	M8	8	9	14	7	8

Srdce do lan (Očnice lanová)

Číslo	D	Pro lano
3	7	1,9 1,3
4	8	2,5 2,7 3
5	9	3,2 3,7
6	10	3,9 4,4
7	11	4,5 5,3
8	12	5,7
9	13	6,3 6,6
10	14	7,2

(u nás VŽ Chomutov). Podmínka svařitelnosti se netýká trubek jejichž spojení s jinou částí může být provedeno nýtováním (táhla a pod.) či jiným kováním.

Totéž se týká kapkovitých trubek, které používáme pro vzpěry. Znovu je nutno podotknout, že o druhu trubek se rozhodneme po poradě s odborníky.

Ocel na čepy. Na výrobu čepů použijeme materiál L-ROL a nebo jiný druh oceli s minimální pevností 70-80 kg/mm². Tam, kde je předepsané tepelné spracování, pak tuto podmínku musíme dodržet.

Lehké kovy jsou používány při stavbě lehkých letadel ve značné míře.

V tabulce jsou uvedeny druhy duralu, které můžeme používat při stavbě. Je nutné dodržet tepelné zpracování a rovněž povrchovou ochranu eloxováním.

Dural můžeme použít na různá kování podle jeho pevnosti a na výrobu kladek řídicích lan. Dále pak na táhla řízení. **Hliník** použijeme na krycí plechy, kontrolní dvířka, různé tvarované části, které zhotovíme vyklepáváním. Hliníkové nýty používáme na spojování těch částí kování a táhel, které nemůžeme svářet.

Napínáky. Napínáky lan mají v instalaci lankového řízení svoji důležitou funkci. Řídicí lanka se

po čase vytáhnou a pomocí napínáků je můžeme znovu napnout na správnou mez. Napínáky patřičné dimenze používáme i na výztužná lana.

Vyrábí se v provedení podle tabulky v příloze.

Při montáži musí být oba konce napínáků vyšroubovány tak, aby ještě 1-2 závity na obou stranách byly v mosazné matici. Správná délka lana je taková, kdy závity na obou koncích matice jsou skryty v matce. Napínák se zajišťuje proti vyšroubování buď

Mechanické vlastnosti ocelí vhodných pro leteckou výrobu.

Druh oceli		Měrná hmotn. kg · m ⁻³ .	Chemické složení						Pevnost v tahu MPa	Pevnost v smyku MPa	Modul pružnosti v tahu E MPa	Modul pružnosti v smyku G MPa
ČSN	GOST		Uhlík C %	Mangan Mn %	Křemík Si %	Chrom Cr %	Nikl Ni %	Síra + Fosfor S+P %				
12 010 12 021	10	7,83 · 10 ³	0,05 0,15	0,35 0,65	0,17 0,37	max. 0,25	max. 0,30	0,08	240 290	2,10 ⁵ 2,10 ⁵	7,8·10 ⁴ 7,8·10 ⁴	
N 2024	20	7,82 · 10 ³	0,15 0,25	0,35 0,65	0,17 0,37	max. 0,30	max. 0,30	0,07	280 350	2,1·10 ⁵	7,8·10 ⁴	
15 050	45	7,81 · 10 ³	0,40 0,50	0,50 0,80	0,17 0,37	max. 0,30	max. 0,30	0,08	420 490	2·10 ⁵	7,8·10 ⁴	
14 331	30ChGSA	7,85 · 10 ³	0,28 0,35	0,80 1,10	0,90 1,20	0,80 1,10	max. 0,40	0,06	550 750 1600	2·10 ⁵	7,7·10 ⁴	
pružinová	VS OVS	7,85 · 10 ³	0,65 0,75	0,45 0,75	0,15 0,30	max. 0,30	max. 0,30	0,06	1100 2200	2,15·10 ⁵		
17 246	AKVS 1Ch18N9T	7,88 · 10 ³	max. 0,12	max. 2,00	max. 1,00	17 20	8 11	0,065	650 850			

Č. normy	Slov. označení	Oceli	Přísady	Tepel. zpracování	[MPa]
ČSN 14 331	Poldi L-ROL	Železo	mangan, chrom, křemík	Isotermicky kalený	1100
ČSN 15 130	Poldi L-CM3	Železo	chrom, molibden	Normalizačně žiháný	600
ČSN 16 532	Poldi L-ROL N	Železo	nikl, mangan, křemík, chrom,	Isotermicky kalený	1600

Mechanické vlastnosti lehkých kovů vhodných pro leteckou výrobu

Lehká slitina podle ČSN a GOST	Měrná hmotnost kg.m ³	Chemické složení								Pevnost v tahu MPa	Pevnost ve smyku MPa	Modul pružnosti v tahu E MPa	Modul pružnosti ve smyku G MPa
		Hliník Al %	Hořčík Mg %	Křemík Si %	Zinek Zn %	Mangan Mn %	Měď Cu %	Nikl Ni %	zbytek				
424201.1 424251.1 D 1 M	2.8.10 ³		0,4 0,8	max. 0,7	max. 0,3	0,4 0,8	3,8 4,8	max. 0,1		max. 230		7,2.10 ⁴	2,7.10 ⁴
42401.6 424251.6 D 1 T	2.8.10 ³		0,4 0,8	max. 0,7	max. 0,3	0,4 0,8	3,8 4,8	max. 0,1		380		7,2.10 ⁴	2,7.10 ⁴
424203.1 424253.1 D 16 M	2.8.10 ³		1,2 1,8	max. 0,5	max. 0,3	0,3 0,9	3,8 4,9	max. 0,1		max. 230		7,2.10 ⁴	2,7.10 ⁴
424203.6 424253.6 D 16 T	2.8.10 ³		1,2 1,8	max. 0,5	max. 0,3	0,3 0,9	3,8 4,9	max. 0,1		420 450		7,2.10 ⁴	2,7.10 ⁴
424412 AMG	2.8.10 ³		2,00 2,80	max. 0,4		0,15 0,4	max. 0,1			190 250 270	150	7,0.10 ⁴	2,7.10 ⁴
424432 AMC	2.8.10 ³		max. 0,05	max. 0,6	max. 0,1	1,00 1,6	max. 0,2			130 170 220	80 100 110	7,1.10 ⁴	
D 18 na nůty	2.8.10 ³		0,2 0,5	max. 0,5	max. 0,1		2,2 3,0			160 300	190	7,1.10 ⁴	2,7.10 ⁴
AK 6 na odličky	2.8.10 ³		0,4 0,8	0,7 1,2	max. 0,3	0,4 0,8	1,8 2,6	max. 0,1		360 380		7,1.10 ⁴	2,7.10 ⁴

Tabulka trubek kapkovitých

a-	b-	c-	d-tloušťka stěny		
26	11	9,6	0,5	0,75	1
32,5	14	12,1	0,75	1	-
41	17,5	15,2	0,75	1	-
46	19,5	17	0,75	1	-
52,5	22	19,4	1	1,5	-
59	25	21,8	1	1,5	-
65,5	27,5	24,1	1	1,5	-
75,5	32	27,8	1	1,5	-
79	33,5	29,2	1	1,5	2
86	36	31,6	1,5	2	-
92,5	39	34	1,5	2	-
98,7	41,5	36,3	1,5	2	-
105,5	44,5	38,9	1,5	2	-
112,5	47,5	41,5	1,5	2	2,5

Tabulka šroubů ocelových - ČSN 02 1101

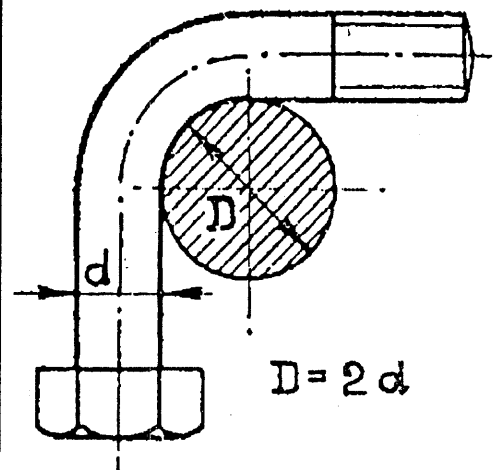
Průměr v mm	Délky v mm
4	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70
5	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100
6	20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 95, 100, 110, 115, 120, 140, 150
8	30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 115, 120, 150
10	65
12	60

Matky:

Matice samojistná letecká - ONL 3248, L-ROL.6
 Matice pevnostní - ČSN 02 1401
 Matice korunková - ČSN 02 1411

pojistnými plechy k tomu vyrobenými nebo vázácím drátem. (Obr.22, 23, 21)

Ocelová lana. Ocelová lana používáme jako nosná pro vyztužení konstrukce a jako táhla pro řízení letounu. Používání ocelových drátů (strun) není dovoleno. Ocelová lana jsou šesti-pramenná s konopnou duší. Na potřebnou délku se zaplétají. Dnes se již používá místo zápletu buď zesilování do duralové nebo ocelové trubky, která se potom závitovitě stočí po celé délce. Při volbě ocelového lana pro řízení dbáme, aby lano bylo nepoškozené, bez smyček. Prameny nesmí nést stopy zrezavění. Nesmí být uvolněny a duše nesmí vyčnívat. Při spojování lana s kováním nebo napínákem, chráníme lano (zhotovené oko) srdíčkem nebo kladkou vysoustruženou z duralu nebo hliníku.



Výroba dílů

Po celou dobu stavby budeme potřebovat rovné pracovní plochy různých délek a velikostí pro zhotovení nosníků křídel, přepážek trupu, žeber, ale také montážní stůl pro sestavu trupu a křídel.

Šablony. Pro výrobu žeber křídla zhotovíme šablonu buď z betonářské překližky nebo z ohoblovaných fošen, které slepíme ze dvou kusů, aby se nezkroutily.

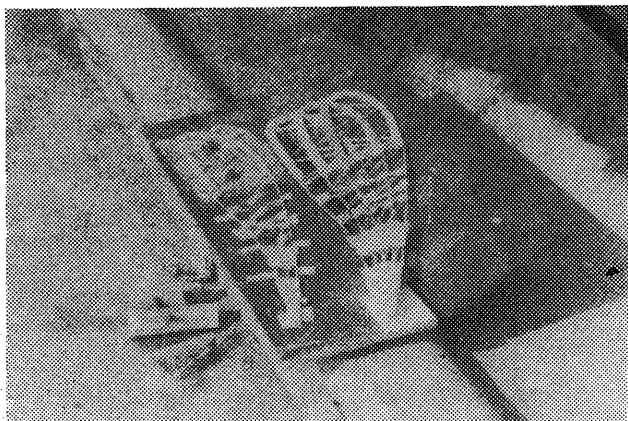


Foto 24

Pro zhotovení nosníku křídel, nosníků pomocných pro balanční křídélka, nosníků kormidel, zhotovíme šablonu tak, že slepíme dvě fošny o potřebné délce k sobě, při čemž respektujeme letokruhy v řezu a jejich směr. Slepění šablony provedeme buď kaseinem, nebo můžeme zpracovat prošlý Umacol-B, který již nemůžeme použít pro výrobu dílů letadla. Dobře nám poslouží i dispersní lepidlo. Stažení fošen při sklížení provedeme na předem připravených a vyvážených podložkách, abychom dostali přesnou rovinu. Po vytvrnutí kliču na strojní hoblovice oboustranně ohoblujeme, abychom dostali čisté povrchy. Alespoň jednu stranu šablony bezvadně hoblíkem srovnáme podle natažené nitě do přímky. Tato hrana nám bude sloužit

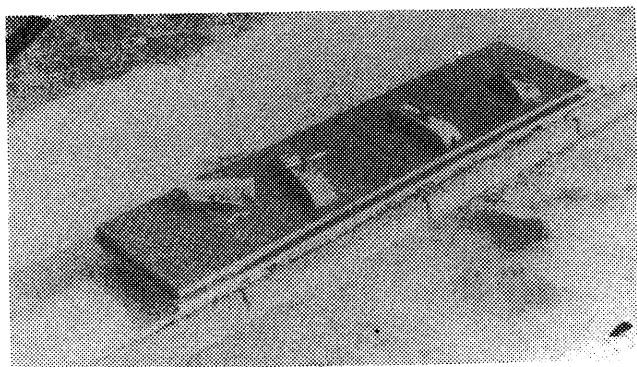
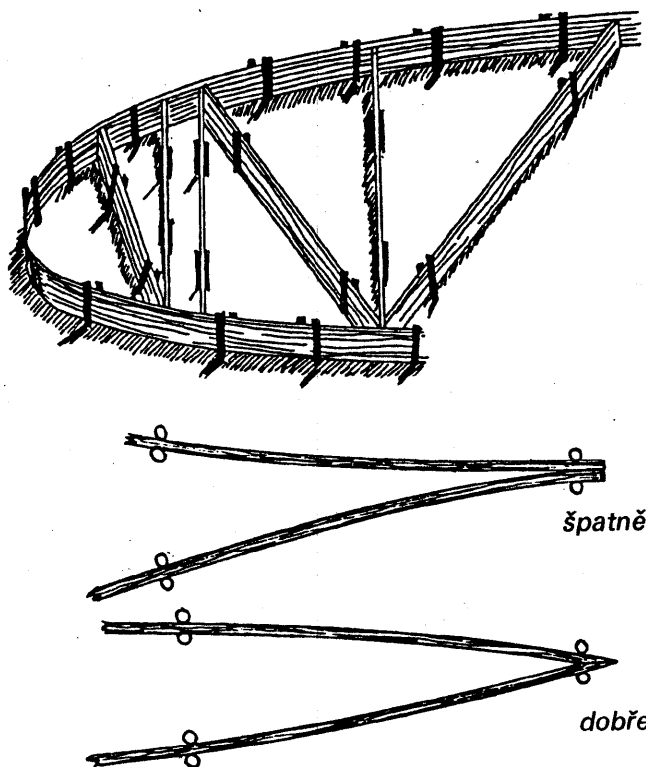


Foto 25

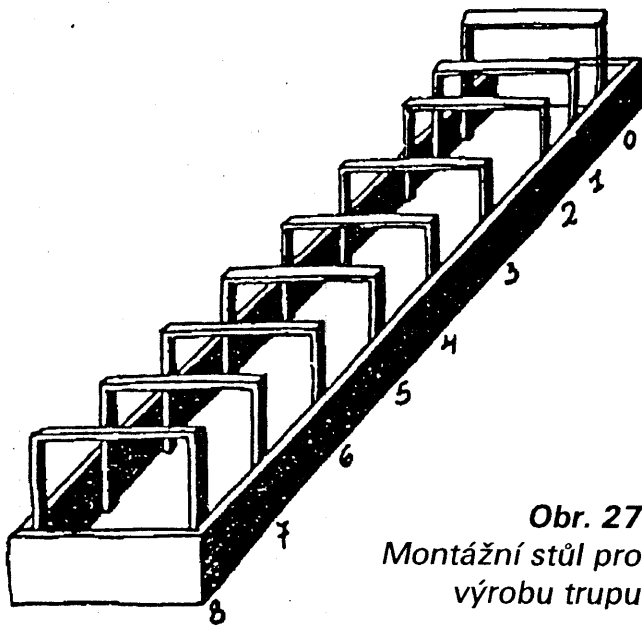
na odměřování přímek na vlastním povrchu šablony. Když máme šablonu takto dokončenou, provedeme její izolaci proti vlhkosti a proti přilepení výrobku k šabloně alespoň dvojným nátěrem čirého laku, který necháme dokonale zaschnout.

Pro zhotovení žeber křídla a kormidel připravíme desku potřebné velikosti. Jednu pro vlastní šablonu a stejnou jako příložku pro vlastní klížení náklížků žebra. Aby se nám náklížky z konstrukce žebra při stažení nesvezly, spojíme na jedné straně obě desky pomocí pantů tak, aby bylo možno vrchní desku šablony odklápět na pantech. Panty vypořádáme tak, aby při zavření šablony odpovídala mezera mezi deskami rozměru lišt ze kterých budeme žebra vyrábět. Šablonu žeber stahujeme při klížení buď truhlářskými svěrkami, nebo si zhotovíme svorníky asi M-10 pomocí kterých můžeme šablonu stahovat. (Foto 24-25)

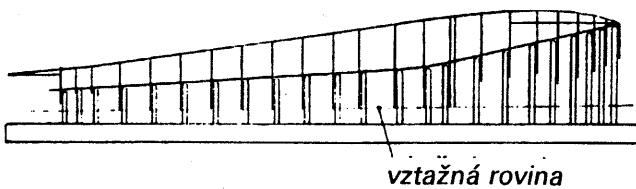
Pro výrobu žeber můžeme připravit šablonu hřebíkovou nebo špalíkovou. Hřebíky



Obr. 26 - Ukončení žebra v šabloně



Obr. 27
Montážní stůl pro výrobu trupu



Obr. 28 - Schema montážního stolu

zbavené hlaviček zatlučeme po obrysu žebra, příček a diagonál. Výška nesmí přesáhnout výšku latí žebra tak, jako i špalíky musí být o 1 mm nižší. (Obr.26)

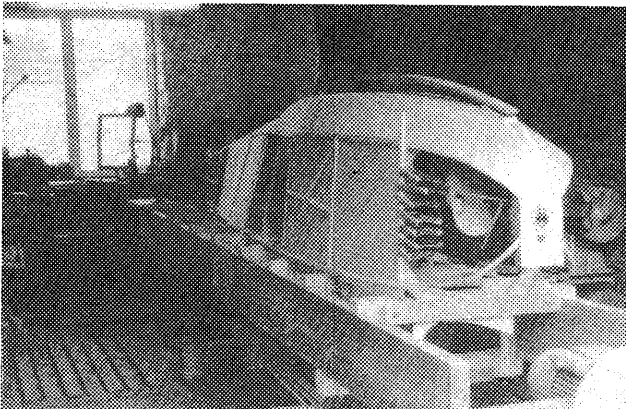


Foto 29

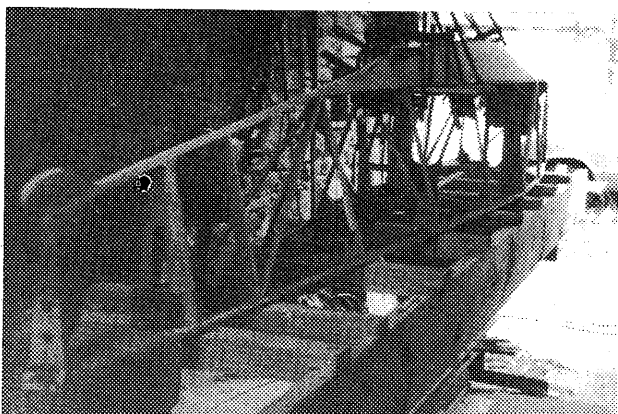
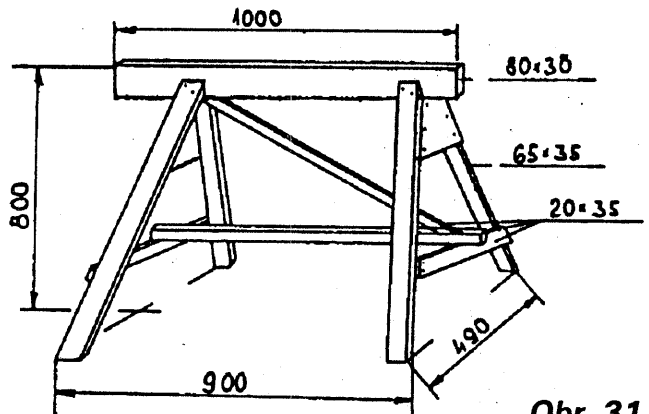


Foto 30

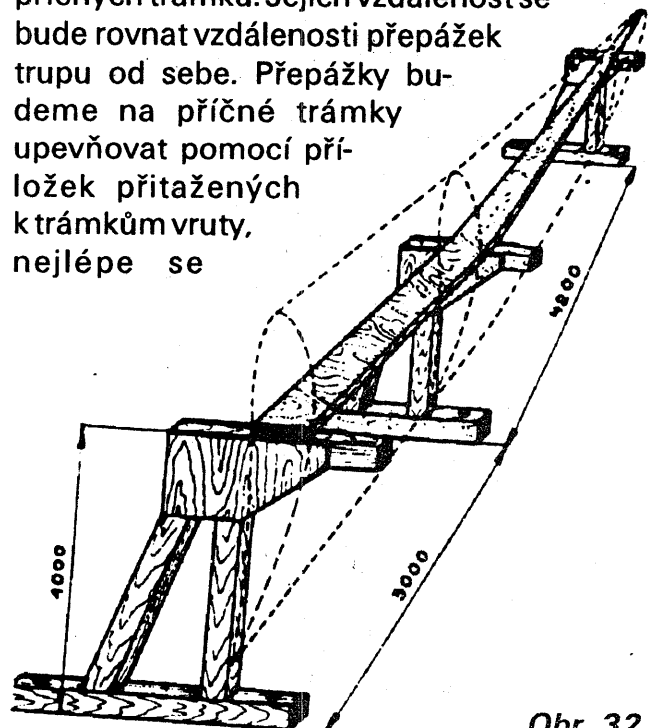
Montážní stůl. Montážní stůl je velkým pomocníkem nejen při sestavování trupu. Když vhodně zvolíme jeho výšku, můžeme na něj položit šablony na lepení žebér a nosníků. Nebo na něj lehce přišroubujeme pomocí vrutů ohoblované fošny, takže nám vznikne výborný pracovní stůl. (Obr.27-28)



Obr. 31



Montážní stůl se skládá ze dvou ohoblovaných a rovných fošen, na které příčně přišroubujeme trámky přesně ohoblované do rozměru 80/80 mm. Dbáme na pravouhlost příčných trámek. Po usazení bočnic stolu na patřičnou šířku, která bude asi o deset centimetrů širší než je největší šířka přepážky trupu, můžeme začít s usazováním příčných trámek. Jejich vzdálenost se bude rovnat vzdálenosti přepážek trupu od sebe. Přepážky budeme na příčné trámky upevňovat pomocí příložek přitažených k trámkům vruty, nejlépe se



Obr. 32

šestihrannou hlavou, abychom je mohli utahovat klíčem a ne šroubovákem, což je pracnější. Příčné trámky usadíme na bočnice příčně i podélně do vodováhy s co největší přesností. Středem montážního stolu si pomocí napnuté nitě označíme osu stolu. Na tuto osu budeme potom usazovat přepážky trupu jejichž svislou osu budeme kontrolovat malou olovnicí vůči ose stolu. Čím přesněji si montážní stůl připravíme, tím naše práce při sestavování trupu bude dokonalejší. (Foto 29-30)

Podstavce. Abychom měli samotné šablony, jednotlivě rozpracované části kam položit a mohli pro další pracovní úkony měnit jejich polohu, zhotovíme si podstavce. Budeme potřebovat nejméně jeden, ale lépe, když budeme mít dva páry. Rozměry a provedení je zřejmé z výkresu. (Obr.31-32)

Šablonám věnujeme maximální péči. Na jejich dokonalosti podstatně závisí kvalita zhotovených prvků.

Žebra

Žebra dodržují tvar profilu křídla a přenášejí za letu aerodynamický vztlak na nosníky. Mimo profilová žebra standardního provedení jsou v křídle silová žebra, která slouží k přenesení osamělých sil do konstrukce křídla. Jsou to žebra, na kterých jsou uchyceny závěsy křídélek, pomocná kování, kladky a podobně. Rovněž nám slouží u dvonosníkových konstrukcí k rozložení sil na oba nosníky.

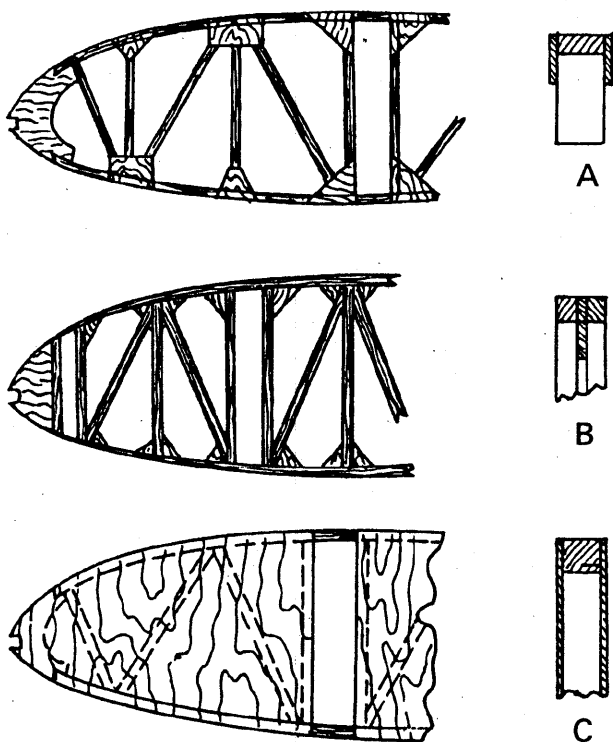
Podle provedení rozeznáváme žebra skříňového provedení (překližka - nákližky oboustranně), dále pak žebra provedení I (překližka - nákližky středem konstrukce). (Obr.33)

Provedení. Lišty žeber jsou smrkové nebo borovicové a je lépe, jsou-li ze dřeva s hustším

letorostem. Nákližky žeber jsou zhotoveny z překližky 1 mm silné. Pro silová žebra použijeme překližku silnější. Silová žebra se většinou provádí s oboustranným oblepením překližkou, takže vzniká plně skříňové žebro.

Sloupkové nebo také říkáme příhradové žebro je po stránce provedení nejběžnější. Skládá se z obrysových lišt, rozpěrek, diago-

Obr. 33		Skříňové provedení žeber	I provedení žeber
I. skupina	a		
	b		
II. skupina	c		
	d		



Obr. 34

nál a překližkových náklížků. Aby byl zachován obrysový tvar, bývají na obrysové lišty zvláště v přední části žebra přiklíženy překližkové pásky které, nedovolí změnu tvaru žebra po vyjmutí ze šablony. (Obr.34)

Stojinové žebro má stejné složení jako sloupkové příhradové žebro. Jen překližka (stojina - náklížky) prochází středem žebra a má tedy tvar I. Žebra tvaru I se neprohýbají, ale jsou výrobně náročnější. (Obr.34b)

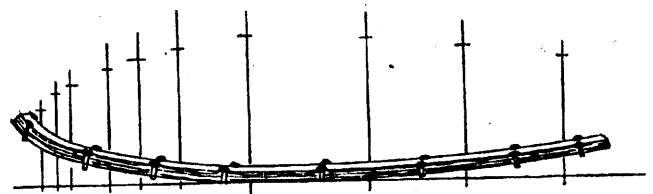
Skříňové žebro se uplatňuje nejen jako silové. Na příklad u křídla jej potřebujeme jako žebro kořenové, které propojuje nosníky. To jest hlavní nosník s diagonálním nebo zadním nosníkem v místě spojovacího kování křídla s trupem. V tom případě obry-

sové lišty jsou klíženy z lamel, aby bylo dosaženo lepší dodržení tvaru a dokonalé pevnosti. (Foto.34c)

Plná nebo frézovaná žebra se vyskytují málo, jednak pro svoji váhu a také náročnost při zpracování.

Příprava výroby žebra.

Žebro si musíme nejprve narýsovat ve skutečné velikosti nejlépe na balicí papír. Pokud je u výkresu přiložen výkres žebříků v měřítku 1:1 pak pomocí pauzovacího papíru obkreslíme a rozmnožíme okopírováním potřebný počet výkresů. V případě, že máme k dispozici souřadnice profilu musíme žebro podle souřadnic nakreslit. Vynesené body obrysu žebra spojíme pomocí slabé lišty, kterou si na výkres přišpendlíme. Potom dokreslíme vnitřní strukturu žebra. Nakreslené žebro opět překreslíme na pauzovací papír, abychom mohli zhotovit potřebný počet kopií pro dílenskou potřebu. (Obr.35)



Obr. 35

Kopii výkresu žebra nalepíme tapetolem na desku šablony. Dbáme, aby se nám výkres při lepení nezvlínil. Toho dosáhneme tím, že papír před nanášením tapetolu mírně navlhčíme.

Obrys žebra a jeho vnitřní strukturu dodržíme za pomoci buď hřebíků s uštipnutou hlavičkou, nebo dorazovými špalíky.

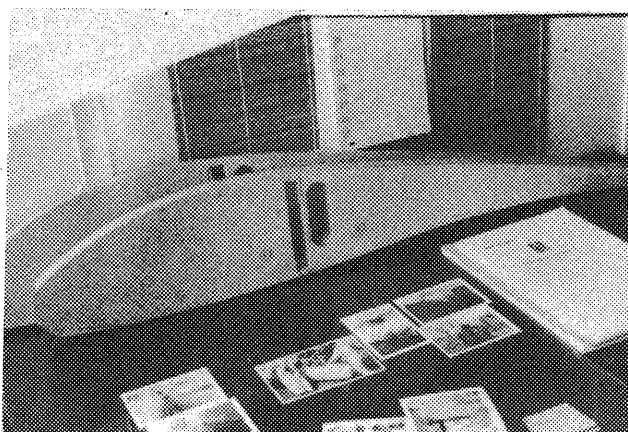


Foto 34c

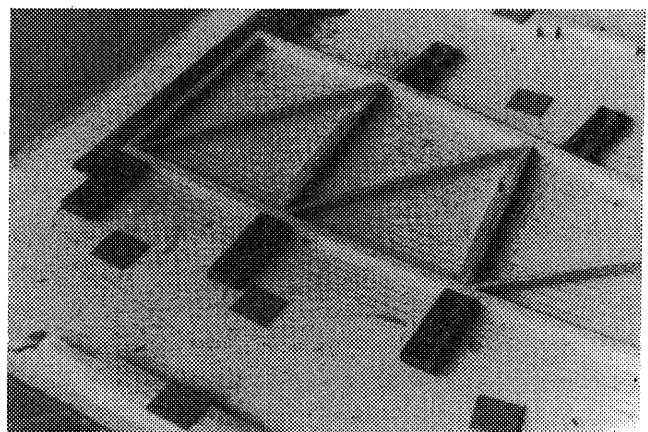


Foto 36

Dorazové špalíky musí mít výšku o 1 mm menší než je výška latě žebra. To se týká i výšky hřebíků, pokud se rozhodneme pro hřebíkovou šablonu. Máme-li šablonu takto připravenou, můžeme ji natřít průhledným lakem, aby se nám žebro k šabloně nepřilepovalo. Potom do šablony vložíme obrysové lišty, rozepřeme je rozpěrkami a teprve potom vložíme diagonály žebra. Chceme-li dosáhnout dokonalého spracování žebra, pak rozpěrky a diagonály v místech styku zalícujeme. U žebra méně namáhaných vystačíme s rovným zářezem. Zalícujeme nosný špalík. (Foto.36, 37, 38)

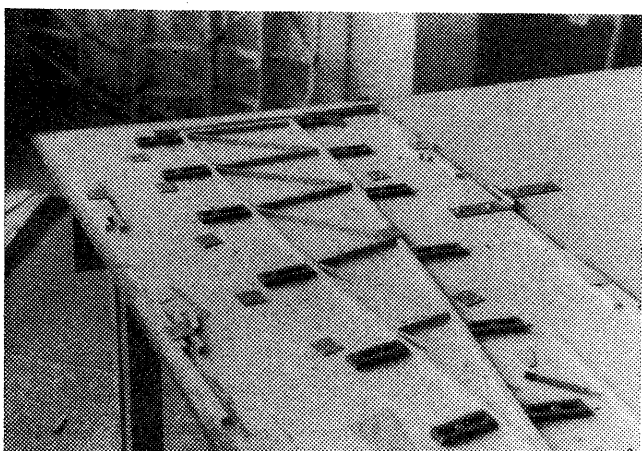


Foto 37

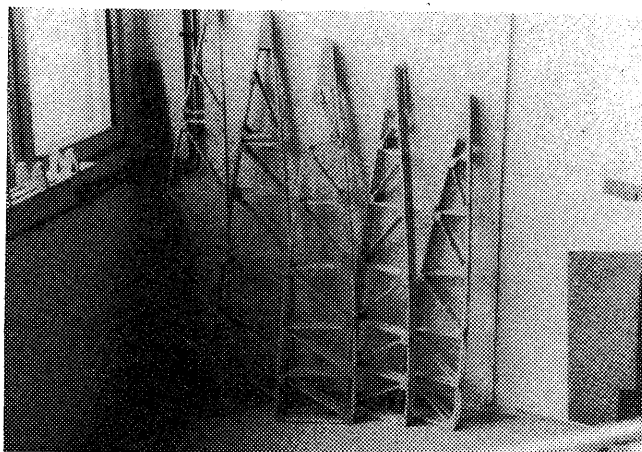
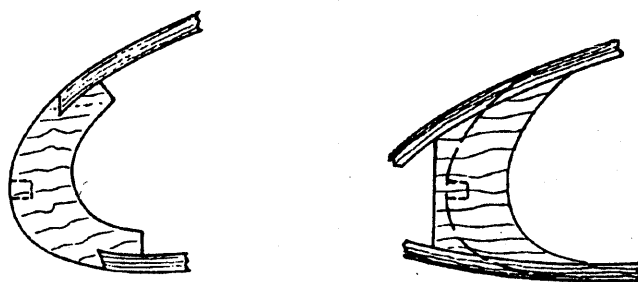


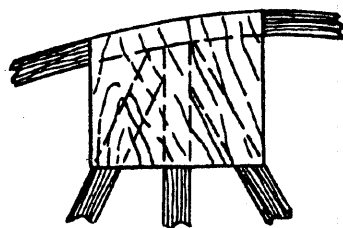
Foto 38

Aby všechny klížené plochy žebra vytvořili rovinu pro náklížky, vezmeme širší lištu na kterou Alkaprenem nalepíme smirkový papír na dřevo a celou plochu žebra vloženého do šablony lehce přebrousíme. Potom natřeme klížené plochy i náklížky, necháme kliš chvíli vsáknout, náklížky položíme na své místo, šablonu zaklopíme a můžeme ji stáhnout.

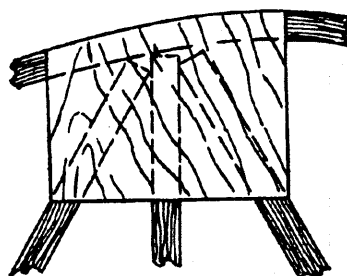
Chceme-li si urychlit výrobu žebra, pak si vždy dopředu připravíme rozpěrky, diagoná-



Nosní výplňový špalík žebra



stojinky zalícované

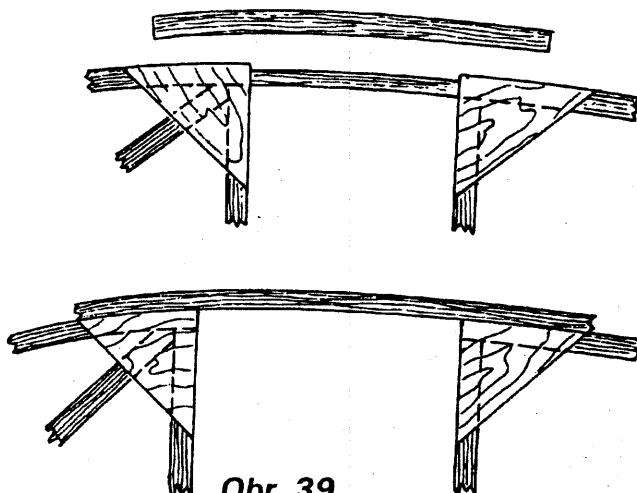


stojinky bez lícování

Obr. 38
Náklížky žebra

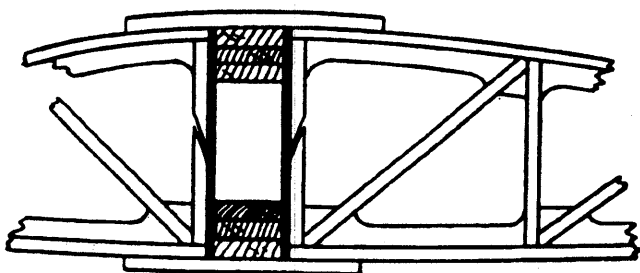
ly, nosný špalík, eventuálně výplň ukončení žebra. Nosný špalík a jiné výplně žebra vyrobíme ze zdravého lipového dřeva. Z tohoto si necháme nahoblovat prkénka o stejné síle jako je šířka latě pro výrobu žebra.

V případě, že výška žebra je stejná jako výška nosníku, zhotovíme žebro normálním způsobem. Po vyjmutí ze šablony a dokončení žebra vydlabe se nejprve část horní obrysové lišty, stejně tak dolní v místě nad nosníkem. Pak nalepíme kousek lišty o stejné síle jakou má obrysová lišta nad místem, kde



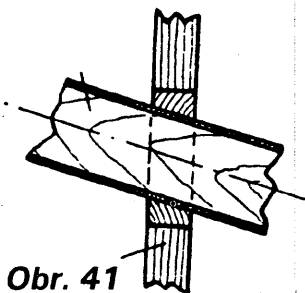
Obr. 39

bude nosník. Po zaschnutí vyřízneme oddělanou část původního žebra. Takto upravené žebro navlékáme na nosník v celku, což nám usnadní práci. (Obr.39-40)



Obr. 40

Jestli že nosník neprobíhá žebry pravouhle, musíme žebro v místě průchodu nosníku žebrem opatřit silnějšími latěmi (rozpěrkami), ve kterých provedeme skosení v potřebném uhlu, aby bylo možno i v tomto místě žebro na nosník přiklížit. (Obr.41)

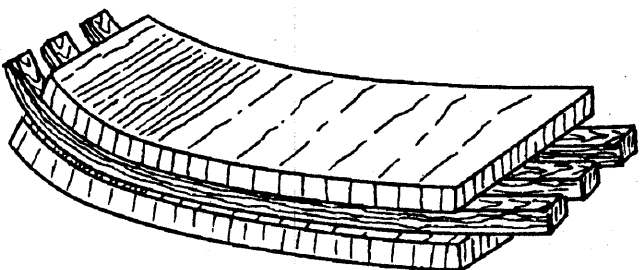


Obr. 41

Někdy bývá obrys žebra u náběžné hrany více zakulacen, takže máme problém s ohnutím obrysové lišty do správného tvaru. Pomůžeme si tak, že si zhotovíme šablonu buď ze dřeva nebo

silného plechu, který vytvarujeme do potřebné křivky. Konce obrysových lišt namočíme a sevřeme v šabloně. Po uschnutí lišty ze šablony vyjmeme. Takto nám dobře podrží tvar. (Obr.42)

Když máme sesazenou kostru křídla včetně náběžné a odtokové hrany, musíme obrys nosníku zvětšit o výšky obrysové lišty žebra. Připravíme si lištu asi o 1 mm vyšší než je výška obrysové lišty žebra a touto vyplníme mezery mezi žebry. Druhý způsob je kvalitnější. Obrysové lišty nad nosníkem vyřízneme a na nosník naklížíme výplňovou

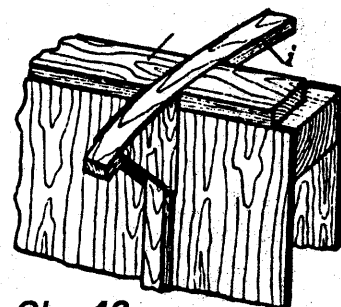


Obr. 42 - Předohýbání pásnic žebra

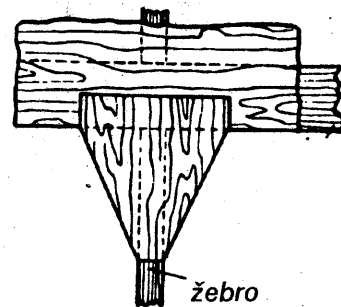
lištu v celku. Tímto způsobem značnou měrou zesílíme nosník křídla. V obou případech po zaschnutí upravíme výšku výplňové pásnice jemným přehoblováním na výšku žebra. Tak máme křídlo připravené k potahování torsní skříně a naklížení náklížků, které upevňují zadní díl žebra k nosníku. Tyto úpravy se týkají pouze té konstrukce křídla, která nemá výšku žebra shodnou s obrysem nosníku křídla. (Obr.43, 44)

Všechny komponenty si můžeme vždy připravit v době, kdy nám v šabloně schne zaklížené žebro.

Po zaschnutí křídla vyjmeme žebro ze šablony. Náklížky na druhou stranu žebra lepíme již mimo šablonu. Žebro opět mírně přebrousíme a zalpíme výklížky. S úspěchem můžeme použít jako svorek kolíčky na prádlo.



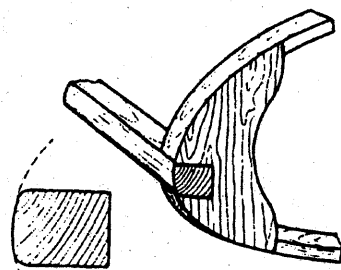
Obr. 43



Obr. 44

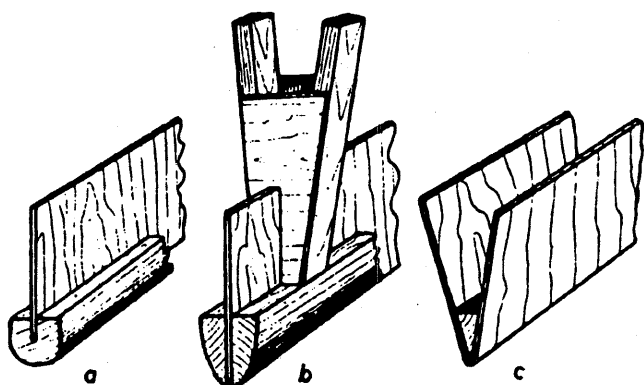
Zhotovené žebro začistíme, překontrolujeme a uložíme. Tímto způsobem zhotovíme i položebra, která vylepšují tvar přední třetiny křídla.

Náběžná lišta. Žebro je v nosném špalíku opatřeno zářezem pro náběžnou lištu. Po zaklížení náběžné lišty do žebra křídla v rámci přebroušení žebra brusnou lištou, kterou srovnáme obrys žebra do roviny, srazíme náběžné lišty z venkovní strany, aby tyto nebyly znát na potahu nosu křídla. (Obr.45)



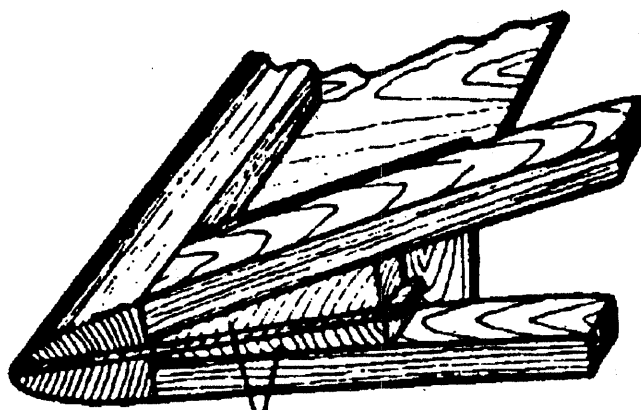
Obr. 45

Odtoková lišta. Odtoková lišta je namáhaná aerodynamickým zatížením, napětím v plátěném potahu a ohybem křídla v jeho rovině. Může být provedena jako lať, která je



Obr. 46

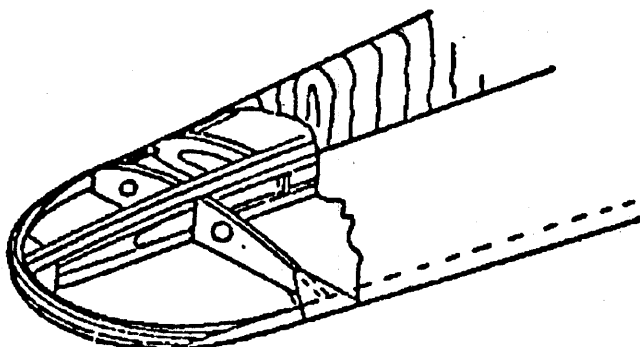
shoblována do tvaru profilu a k žebřům uchycena oboustranně náklížky. Jiný způsob provedení odtokové hrany spočívá v tom, že překližkový pásek o šíři 3 cm je na jednom okraji oboustranně oblepen lištami o rozměru 3/10 mm. Konec žebra je rozříznut a odtoková lišta je do zářezu zasunuta. Po zaschnutí křihu se tvar lišty upraví podle žebra. (Obr.46)



vklížené klínky

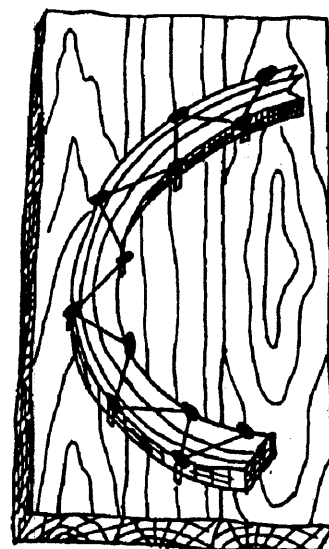
Obr. 47

Oblouk křídla. Bývá lamelován ze smrkových pásků v šabloně. K náběžné a odtokové liště je přiklížen pomocí úkosů. Jeho upevnění můžeme k nosníku zesílit vklížením výplňových špalíků.



Obr. 48 - Oblouk křídla dřevěné konstrukce

Nosníky balančních křidélek. Tyto nosníky zhotovíme stejným způsobem jako žebra křidel. Jejich tvar si narýsuje přímo na šablonu, na které budeme nosníky sesazovat a lepit. Tvar a rozměry dodržíme co nejpřesněji, abychom neměli potíže při vkládání nosníků křidélek do žebra křídla. (Obr.48-49)



Obr. 49

Nosníky

Úkolem nosníků je přenášení ohybových zatížení a posouvajících sil. Po stránce pevnosti je nosník rozhodujícím konstrukčním prvkem, který rozhoduje o kvalitě a bezpečnosti nosné plochy, o její pevnosti a tuhosti.

V konstrukci křidel se nejčastěji vyskytují tato základní konstrukční schémata :

- a/ Jednonosíkové křídlo s torzní skříní
- b/ dvounosíkové křídlo s diagonálními výztuhami
- c/ dvounosíkové křídlo s torzní skříní.

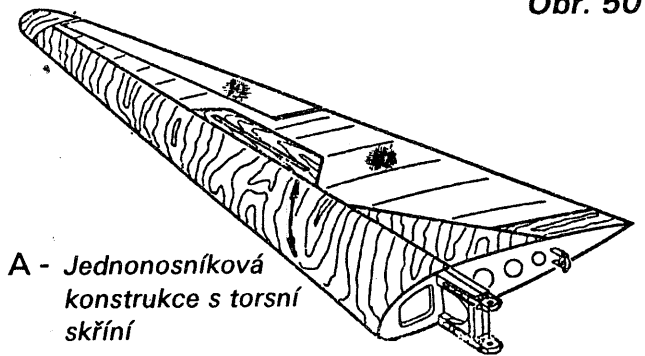
Nosník křídla je tvořen dvěma pásnicemi a překližkovou stojinou. Vzdálenost pásnic zajišťují rozpěrky uvnitř konstrukce nosníku a jsou většinou umístěny v místě usazení

žebra. Rozdělují stojinu na menší pole, aby se při zatížení křídla nevlínala. V místech, kde je nosník opatřen kováním, vkládají se mezi pásnice výkličky. (Obr.50)

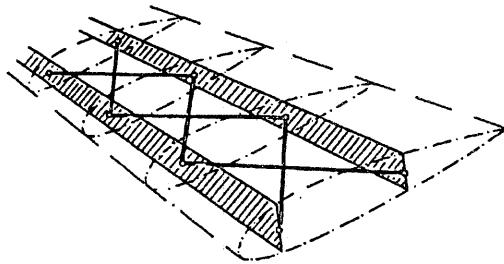
Podle tvaru pásnic a jejich uspořádání vzhledem k překližkové stojině rozdělujeme nosníky na tři základní druhy a to:

- a/ I nosník
- b/ C nosník
- c/ skříňový nosník (Obr.51)
- d/ Plný nosník
- e/ frézovaný nosník

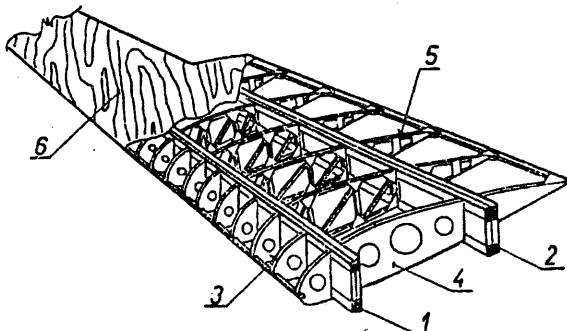
Obr. 50



Diagonální překližka na křídle

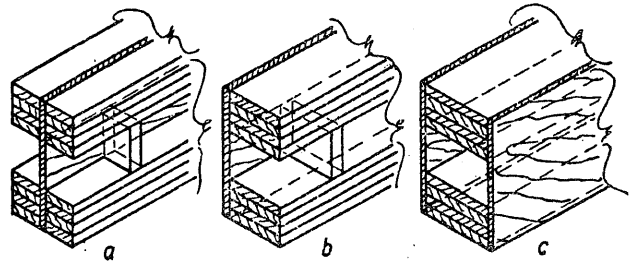


B - Schéma dvounosníkové konstrukce s diagonálním vyztužením



C - Dvounosníková konstrukce s torsní skříní
1 a 2 - nosníky, 3 - nosová žebra, 4 - střední části žeber, 5 - zadní části žeber, 6 - potah

Z těchto základních provedení může být odvozeno další provedení nosníku, kdy na příklad I nosník potáhneme oboustranně další stojinu a nebo skříňový nosník zesílíme po obou stranách přidavnými pásnicemi. (Obr. 52)

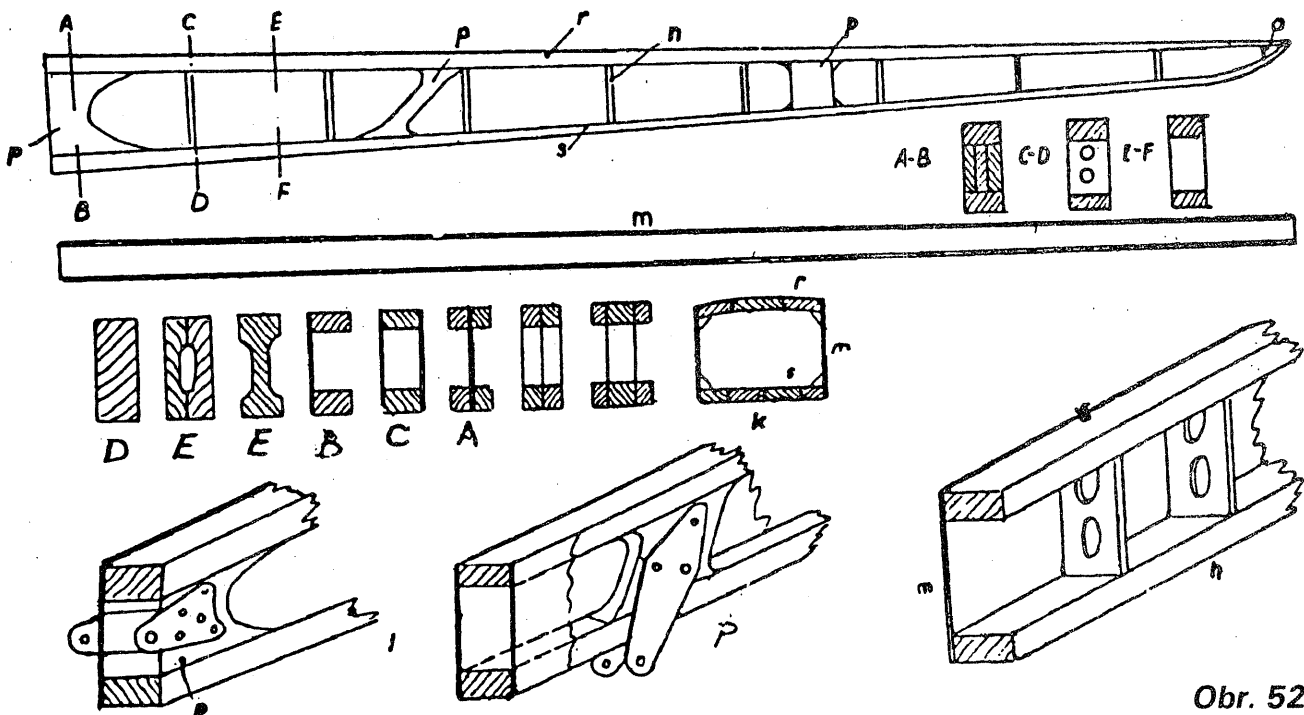


a - usporádání I, b - uspořádání C, c - skříňové

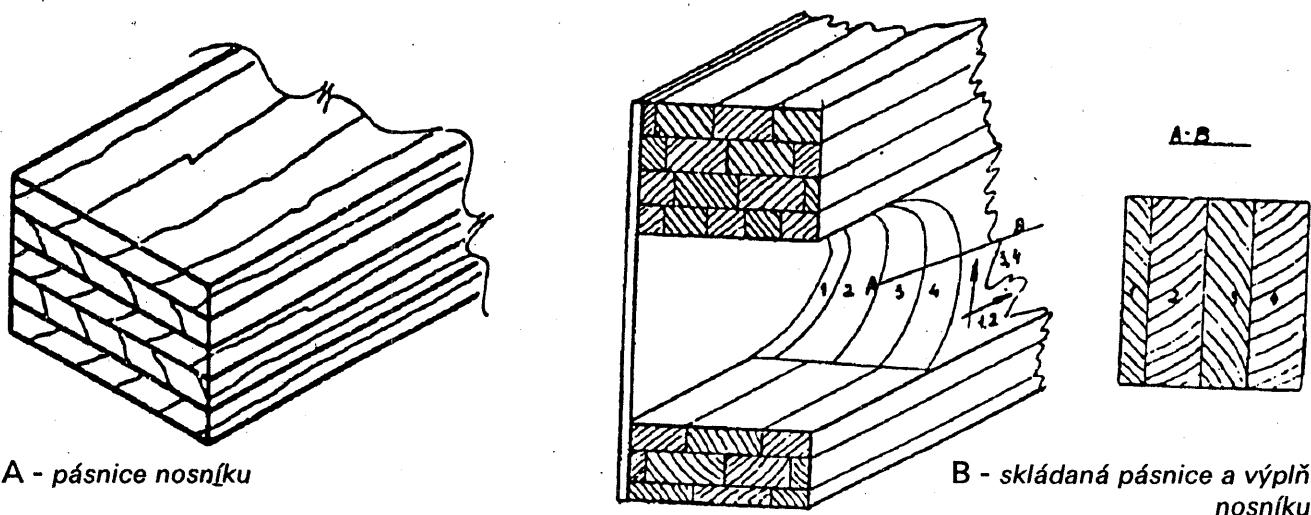
Obr. 51 - Druhy dřevěných nosníků

Pro výrobu nosníků vybereme jen kvalitní dřevo smrku nebo borovice s hustšími letokruhy. Na šabloně o dostatečné délce nakreslíme nosník ve skutečné velikosti přímo na desku šablony. Než začneme zpracovávat materiál na výrobu nosníku, raději si podle výkresu provedme ještě jednou kontrolu.

Pokud jsou pásnice provedeny z lamel, pak si je do potřebných délek spojíme pomocí úkosů minimálně 1:15. Místo úkosů pásnic co do vzdálenosti měříme a to tak, aby jsme neměli dva úkosy ve spleené pásnici v tomtéž místě. Po začišťení lepených pásnic můžeme přistoupit k jejich sklížení ve špalíkové šabloně, která nám zaručí, že se nám při klížení pásnic neposunou. (Obr. 53)



Obr. 52



A - pásnice nosníku

B - skládaná pásnice a výplň nosníku

Obr. 53

Pásnicové lamely musíme na sebe pokládat tak, aby se směr letokruhů v příčném řezu střídal. Tím se zabrání deformacím a praskání dřeva při jeho sesychání.

Při přípravě materiálu pro pásnice přidáme asi 5-6 mm na šířce lamel nebo pásnic, aby bylo možno slepenou pásnici na strojní hoblence skalibrovat na potřebnou míru. Plnou pásnici, která není zhotovena z lamel kličžením vyrobíme rovněž tak. (Obr.54)

Máme-li pásnice opracované do potřebných rozměrů daných výkresem, vložíme je do šablony, na které dorazové špalíky zajišťují tvar nosníku. Pásnice rozepřeme rozpěrkami a v místě umístění kování vložíme výkličky. Sesazení provedeme na sucho bez klišu. Teprve když máme vše řádně slícováno, můžeme konstrukci nosníku slepit.

Mezi tím si můžeme připravit překližku na stojiny nosníku. Pásky překližky nařezeme o něco větší a pomoci úkosů je slepíme do potřebné délky. Dbáme, aby směr let na překližce souhlasil s výkresem. Většinou jsou

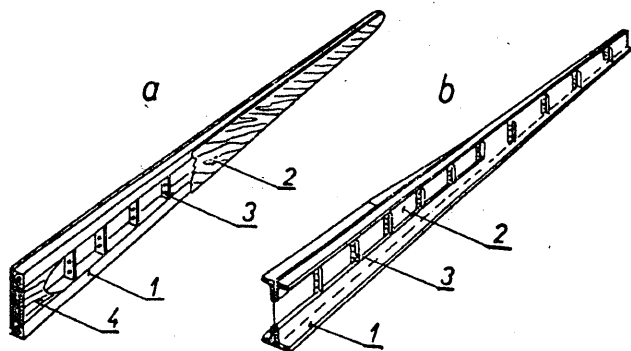
léta překližky umístěna vůči ose nosníku příčně a nebo diagonálně. V posledním případě musí léta stojin skříňového nosníku být vůči sobě nakloněna o 90°.

Po zaschnutí základní konstrukce nosníku tuto opět mírně srovnáme pravítkem s nalepeným smirkovým papírem, aby bylo dosaženo dokonalé roviny pro přiklizení stojiny. Potom již stojinu přiklízíme k základní konstrukci nosníku. Na několika místech zajistíme stojinu proti posunutí malými mosaznými hřebíčky, položíme na nosník příložku a zatáhneme svěrky.

Jako příložku pro zalepení stojin použijeme oboustranně ohoblované prkno o síle 15-20 mm. Tato příložka nám zajišťuje rozložení tlaku truhlářských sverek na větší plochu lepeného spoje.

Po zaschnutí vyjmeme nosník ze šablony a připravíme zalepení druhé strany. Nejdříve však provedeme isolační nátěr vnitřku nosníku proti vlhkosti a druhou stojinu opatříme tímtež nátěrem v místech, která vytvoří součást dutiny nosníku. Než přiklízíme druhou stojinu, zkontrolujeme, zda ve všech rozpěrkách jsou otvory, aby dutina nosníku byla průchozí pro možnost vyrovnání tlaku ovzduší. Potom už přiklízíme druhou stojinu. Postup je stejný jako při kličžení první strany.

Zde jsme si popsali výrobu skříňového nosníku. C nosník je proveden stejně. I nosník je složitější v tom, že musíme vytvořit dvě bočnice základní konstrukce a mezi ně vklížit stojinu. Pokud máme vhodné dílenské podmínky, pak se s tímto můžeme vypořádat tak, že sklízíme základní konstrukci nosníku



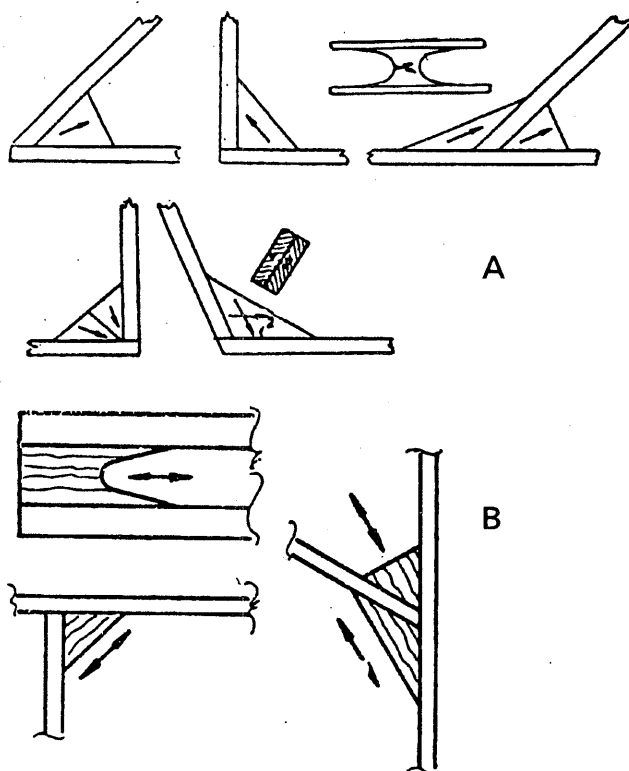
a - dřevěné konstrukce, b - kovové konstrukce
1 - pásnice, 2 - stojina, 3 - rozpěrka, 4 - výkliček

Obr. 54

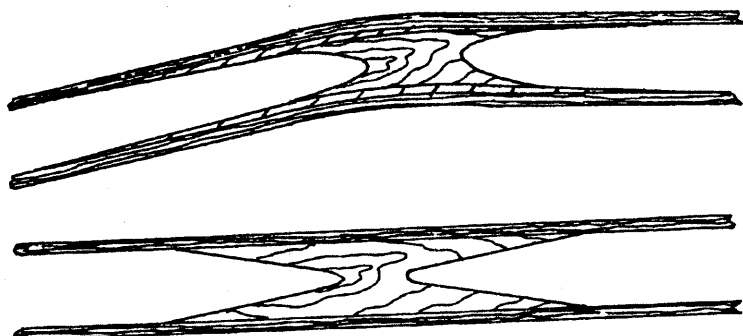
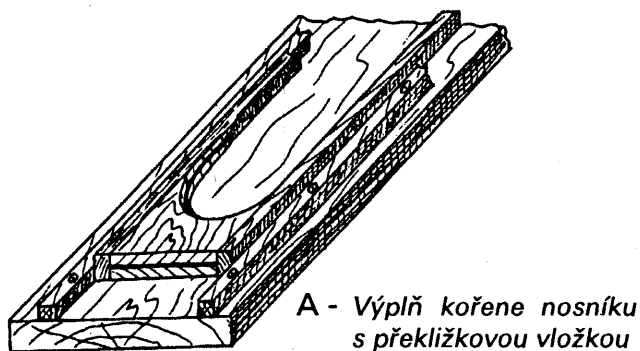
o dvojnásobné šířce plus přídavek na řez a po sklížení ji na cirkulárce rozřízneme na dvě poloviny. (Obr.52)

Plný nosník, ač se zdá, že je výrobně nejjednodušší, dá značné starosti. Abychom zamazili jeho borcení, sklízíme jej ze dvou půlí a nebo hrubších lamel. Opět přidáme na opracování, abychom na strojní hoblovačce mohli nosník skalibrovat na patřičnou míru. Na plný nosník budeme potřebovat skutečně vysoce kvalitní materiál bez suků s hustými letokruhy.

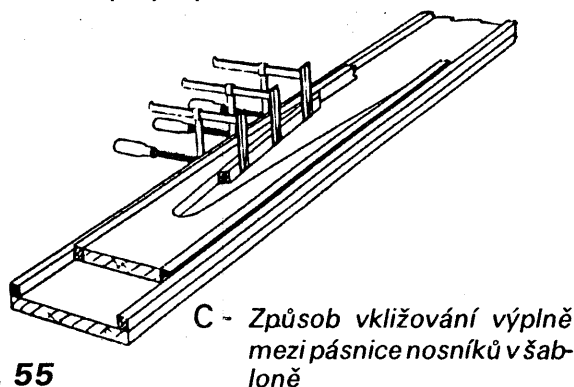
Výkličky. Výkličky umístíme všude, kde potřebujeme upevnit kování a nebo zvětšit styčné plochy důležitějších konstrukčních uzlů. Tam, kde se jedná o výkličky s velkou tloušťkou, sklízíme výkliček z více vrstev. Podstatně výkliček zkvalitníme, když mezi lepené vrstvy vlepíme překližku. To se týká



Obr. 56 - Způsoby ukládání výplní v konstrukci



B - Výplň nosníku v místě lomení křídla nebo pro kování vzpěry a podobně



Obr. 55

výkličků o velké ploše. Na výkličky žeber, přepážek trupu, které mají za úkol zvětšit kliženou plochu uzlů můžeme použít lipové dřevo. Tam kde budeme upevňovat kování připravíme výkliček ze smrku nebo borovice. Do zvláště exponovaných míst jako je úchytné kování křídla na trup, kování pro vzpěry křídla, uzel trupu pro uchycení motorového lože a podobně, zhotovíme výkliček z jasanu. (Obr.53b, 55)

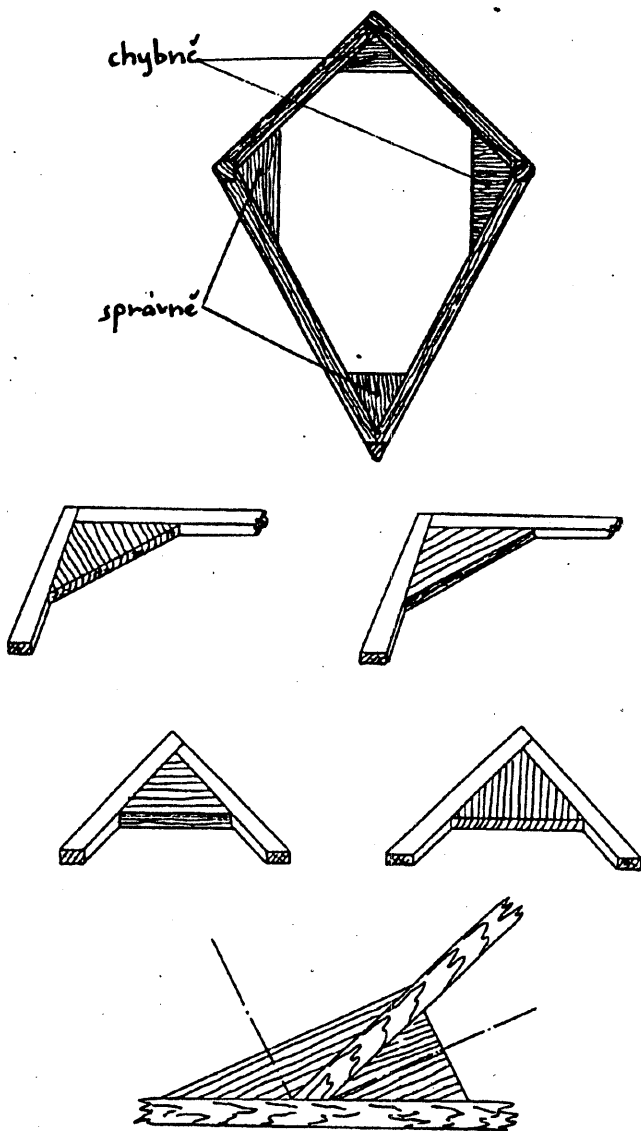
Při lícování výkličku dbáme, aby byl s okolní konstrukcí řádně spojen bez mezer. V opačném případě by výkliček ztratil svůj smysl.

Výkliček vyrobíme vždy o něco vyšší než je výška materiálu kam je umístován a to proto, aby bylo možno jej po zaschnutí přebrousit do stejné výšky okolního materiálu.

Velmi důležité je, abychom směr letokruhů na výkličku volili tak, aby kližené plochy vycházely pokud možno rovnoběžně s vlákny. Výkličky v pružných místech a nebo namáhaných na ohyb musí pozvolna přecházet do okolního materiálu. Nesmí být ukončeny ostrou hranou. (Obr. 56)

Přepážky trupu

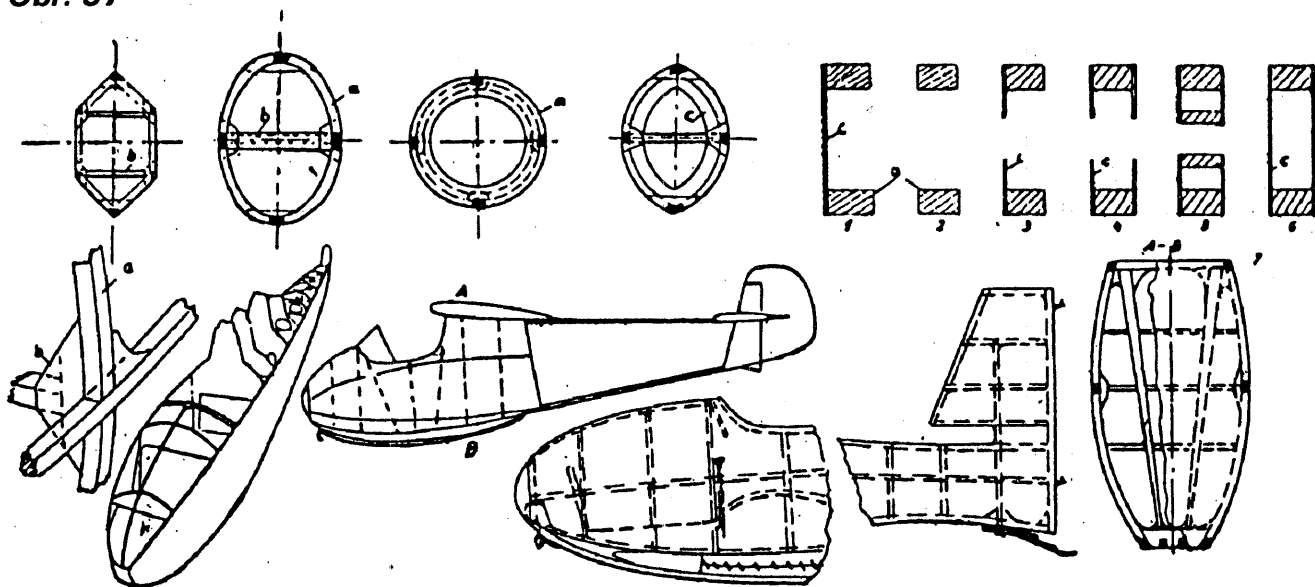
Přepážky trupu zhotovujeme v šabloně podobně jako žebra křídel. Na desce, která je větší než je rozměr přepážky sesadíme na přilepený výkres přepážku na sucho. Dbáme, aby veškeré uzly byly dokonale slícovány. Potom teprve můžeme přepážku slepit. Po zaschnutí smirkem na pravítku srovnáme povrch přepážky a můžeme přiklížit překližkový potah. Ten si proti posunutí zajistíme mosaznými hřebíčky. Vrchní dešku buď zatáhneme v truhlářském lisu nebo truhlářskými svěrkami. Další postup je stejný jako u výroby skříňového nosníku. (Obr.57)



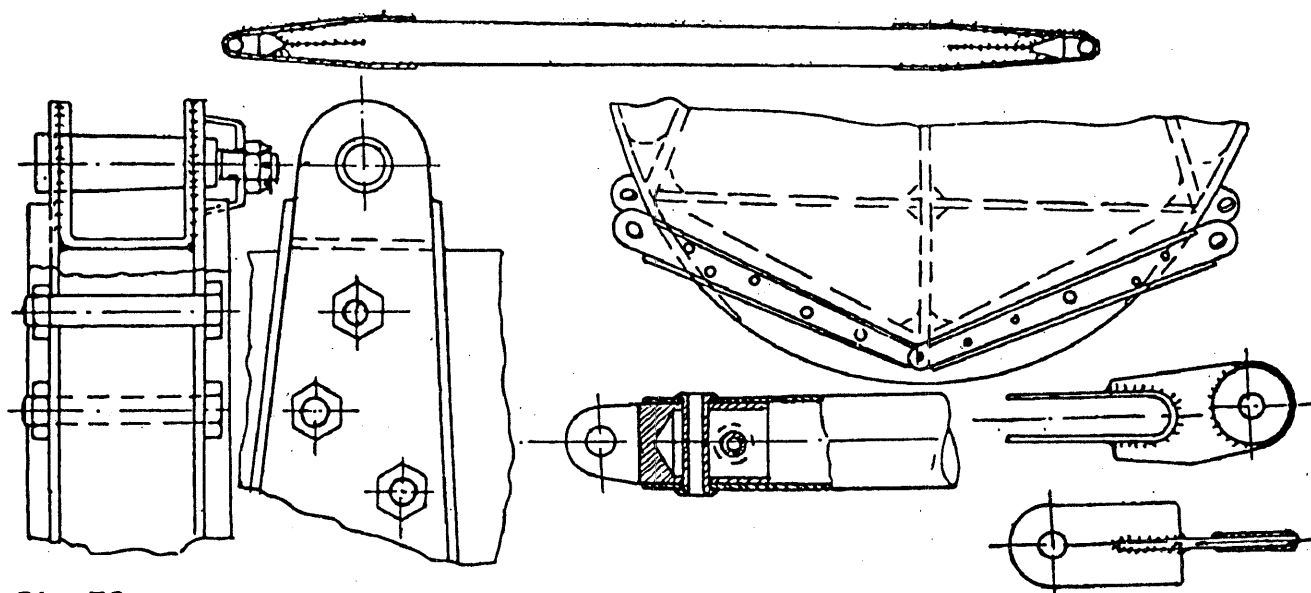
Obr. 57

U kulatých trupů bude výroba složitější. Pro přepážky musíme nejprve v šabloně sklížit lamely do patřičného tvaru. Teprve po jejich začištění je můžeme upravit pro vložení do šablony přepážky a přepážku sklížit. (Obr.58)

Zvlášť velkou pozornost věnujeme přepážkám, které označujeme jako silové. Jsou to ty, které přenášejí síly od tahu vlečných lan, váhy pilota, tahy popruhů, nárazy na podvozek, síly od křídel a ocasních ploch. Silová přepážka je složena z rámu, který má uspořádány výztuhy tak, aby odpovídaly velikosti a směru zatěžujících sil. V její kostře jsou umístěny výkličky a na ně se uchycují kování zavádějící síly do přepážky. Kostra bývá jednostranně nebo oboustranně potažena překližkou, která váže rám a rozvádí smykem zatížení z výztuh do okrajových oblouků kostry. Tam, kde přepážkou procházejí podélníky nebo podélné výztuhy, je okraj přepážky přerušen výřezem potřebné velikosti. (Obr.58a)



Obr. 58



Obr. 59

Výřezům v přepážkách určených pro podélníky musíme věnovat péči, aby byly provedeny pravouhle na povrch přepážky. Podélníky musí do výřezu v přepážkách jít mírně stuha a sedět na celé ploše výřezu. Výřezy můžeme rozměrově doladit pilníkem střední drsnosti. (Obr.58b)

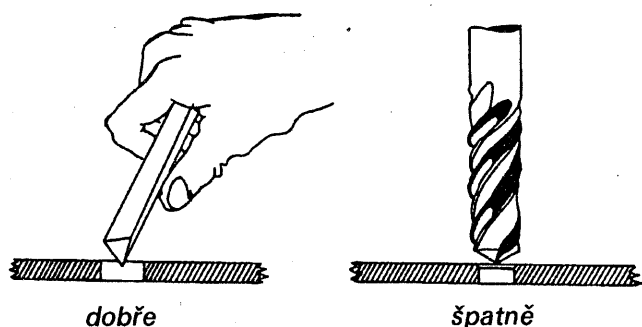
Hotové přepážky opatříme podle výkresu kování. Většinou se přepážka pod kováním zesiluje překližkovými náklížky, které zmenšují otlacení kování. Před montáží přepážek do montážního stolu je řádně očistíme. V montážním stole je to již složité. (Obr.59)

Kování, jeho výroba a použití

Podle velikosti a druhu zatížení dělíme kování takto :

- a/ hlavní nosné kování
- b/ kování řídicích orgánů
- c/ pomocné kování

Závěsná kování křídel a kování, kterým je uchyceno výškové kormidlo k trupu, nazýváme hlavním nosným kováním. Řízení křidélek, kormidel a zvláštních zařízení jako brzd, klapek, vyvažovacích orgánů, nazýváme kováním řídicích orgánů. Všechna ostatní kování a kování která nejsou nosná, nazýváme pomocným kováním.



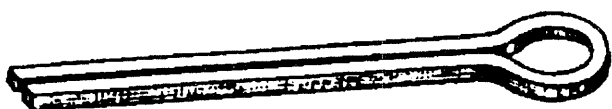
Obr. 60

Nejvíce používané oceli L-ROL N se používají na nejvíce namáhaná závěsná kování, spojovací čepy a na díly podvozků. Ocel L-CM 3 se používá na závěsná kování, spojovací čepy, svařovaná závěsná kování a svařované sestavy. V některých případech je můžeme nahradit oceli dle norem ČSN uvedenými v tabulce i když s těmito nejsou zcela shodné.

Běžná kování můžeme vyrábět z ocelového plechu, jehož pevnost je minimálně 50 kg/mm² a je dobře svařitelný. Pro dosažení požadovaných mechanických vlastností se ocelové zhotovené dílce tepelně zpracovávají. To se řídí druhem a důležitostí kování. Zvláštní pozornost věnujeme volbě materiálu, ze kterého budeme vyrábět motorové lože nebo díly podvozku.

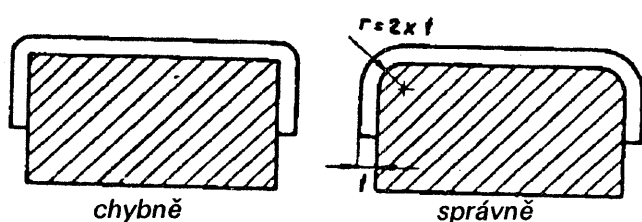
Některá kování, která nemusíme ohýbat můžeme vyrobit z duralu. Nejpoužívanější druhy jsou uvedeny v tabulce.

Kování vyrábíme tak, že si na tabuli narýsujeme kování podle výkresu. Kování vystřihneme na stolních páskových nůžkách,

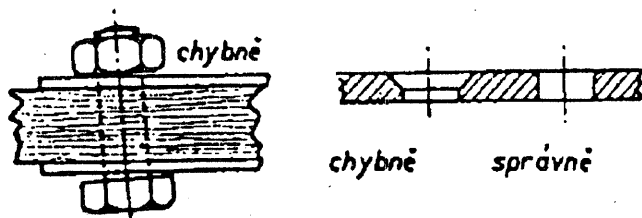
**Obr. 61**

Svěrka pro ruční ohýbání kování ve svěráku

opilujeme do přesného tvaru. Jde-li o kování bez ohybu, můžeme vyvrtat otvory pro šrouby. Začišťování otvorů nesmíme provádět vrtákem, aby se nezmenšila dosedací plocha pro šroub nebo čep. Otvory odjehlíme ručním brouskem. (Obr.60)

**Obr. 62 - Ohýbání kování**

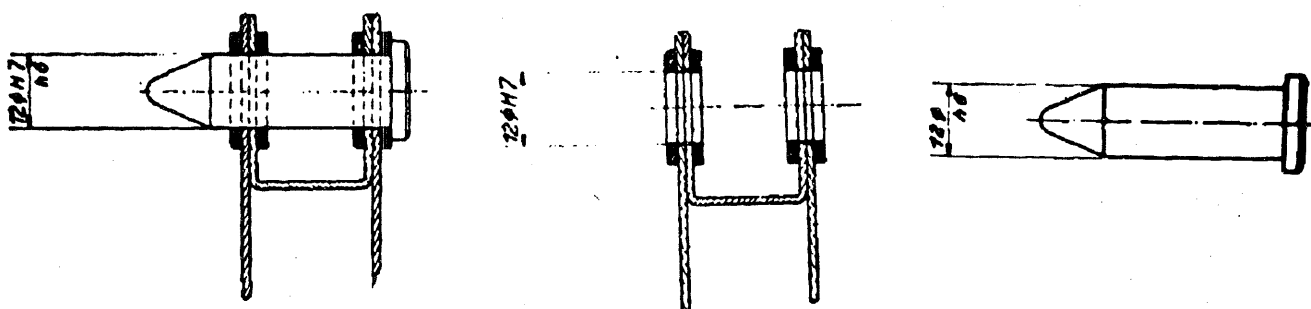
V případě, že kování musíme ohýbat, použijeme vyrobenou svěrku, do které vložíme kování, sevřeme ve svěráku a ohyb provedeme dřevěnou nebo gumovou paličkou. Zásadně nepoužíváme ocelové kladivo, protože bychom poškodily povrch kování a jeho strukturu. (Obr.61)

**Obr. 63**

Zvláštní pozornost věnujeme ohybům jejichž rádius se musí rovnat dvěma silám plechu ze kterého kování vyrábíme. (Obr.62)

Podle toho si upravíme hrany svěrky ve které provádíme ohýbání kování.

Vrtání otvorů do kování provádíme zásadně na stojanové vrtačce. Kombinovaná

**Obr. 64 - Správné umístění čepu v kování s vyvločkovaným otvorem**

kování, vidlice a podobně, nejprve na stůl vrtačky upneme, řádně zúhlujeme a potom teprve vrtáme. Osa otvorů musí být souběžná nebo pravoúhlá na osu kování. (Obr.63)

Chceme-li zvětšit plochu otvoru pro čep v pohyblivých dílech (závěsy křídélek a koridel a podobně). Můžeme otvor vyvločkovat měděnou nebo hliníkovou trubičkou. Pro čep o průměru 6 mm to bude trubička 6/8 mm. Potřebnou délku trubičky uřízneme, začistíme oba konce, zasuneme do otvoru kování a trhem zhotoveným na soustruhu trubičku oboustranně roznýtujeme. Otvor skalibrujeme vrtákem potřebného průměru. (Obr.64)

U slabých plechů do 2 mm můžeme otvory pro čepy obvařit ocelovou podložkou a potom teprve vrtat.

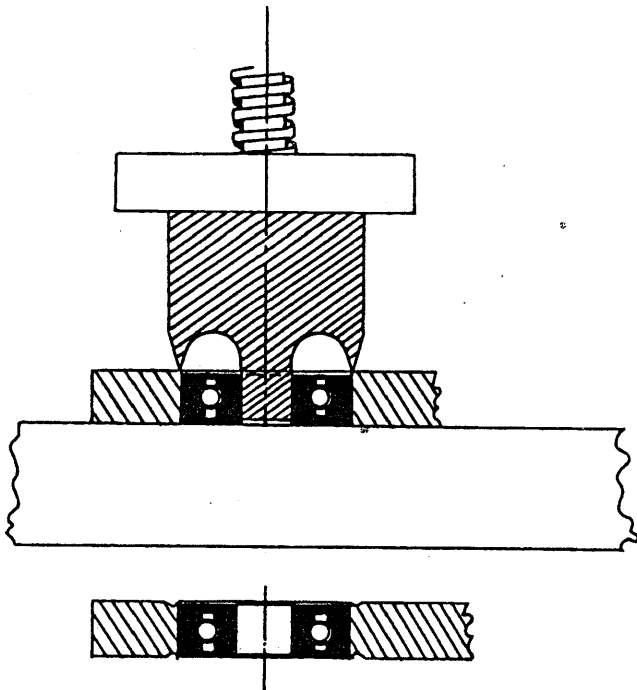
Otvory v hlavním nosném kování vrtáme asi o 0.2 mm menší a na čisto je dostružíme až při prvé sestavě daných dílů.

Svařovaná kování dáme vyžítat, aby se zlikvidovalo pnutí materiálu po sváření. Zhotovené kování necháme po tepelném zpracování kadmiovat, (zinkovat) lehké kovy eloxovat. Teprve potom můžeme provést nátěr základní barvou. K tomu nám poslouží základní barva S 2003, kterou si naředíme tak, abychom mohli kování ve skleněné nádobě máčet. Před máčením kování odmastíme.

Připravíme si šrouby nebo nýty na správnou délku a máme kování připravené k montáži.

Kování řídicích orgánů vyžaduje pečlivé zpracování. Spoje, umožňující vzájemný pohyb, vyžadují ložisek. Podlevelikosti a způsobu zatížení používá se ložisek kluzných nebo kuličkových po případě výkyvných. (Obr.65)

Každé lanko řízení musí mít napínák k regulaci délky lanka. Po seřízení délky lanka napínákem, se zajistí buď vázacím drátem,

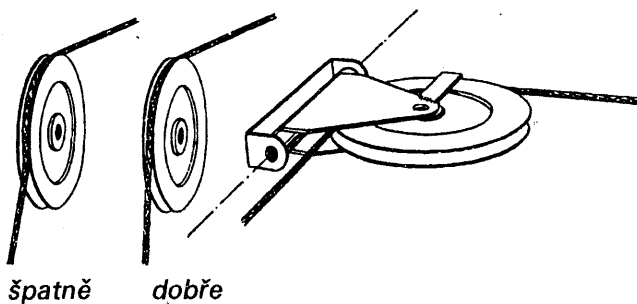


Obr. 65 - Zpevnění okrajů kování proti vysunutí ložiska

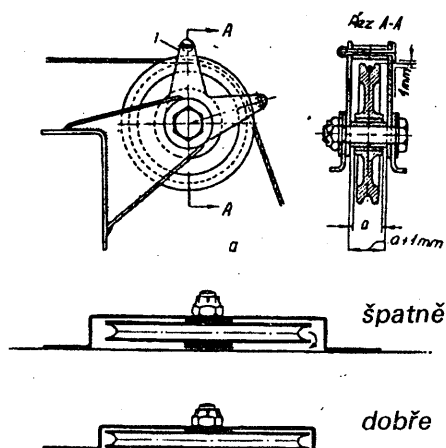
nebo pojistnými vidličkami dodávanými s napínákem. (Obr.22-23)

Veškeré svorníky v řízení na pohyblivých částech musí být dotaženy korunkovou matkou, která se zajistí závlačkou.

Kladky, nejlépe s kuličkovým ložiskem, umístíme všude tam, kde lanko k řízení mění svůj směr. Kování pro kladku musí být opatřeno třmínkem, který zabraňuje vypadnutí lanka z kladky. (Obr.66)

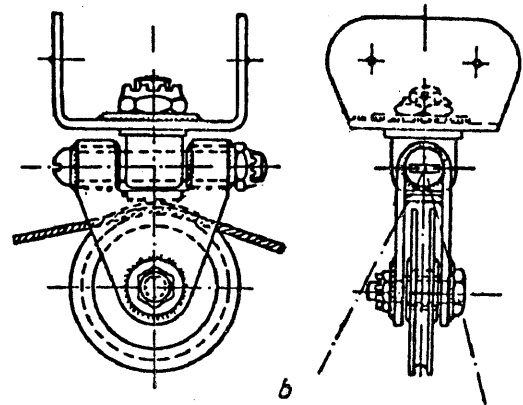


špatně dobře

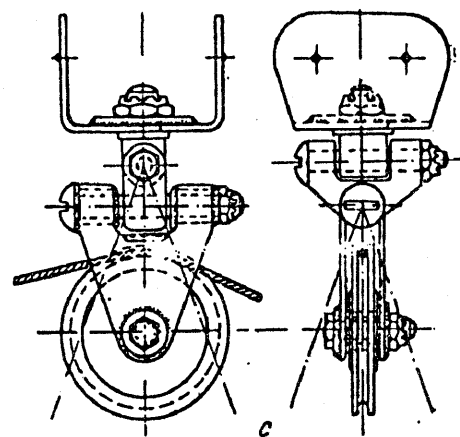


Obr. 66

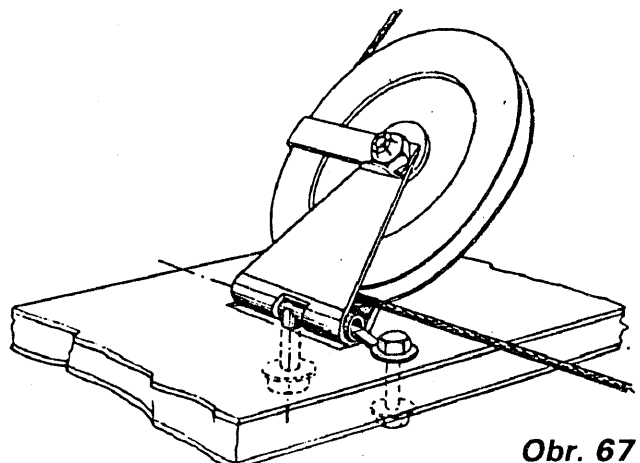
Ocelová lana řízení jsou na koncích opatřena oka s očnicí (srdíčkem), nebo soustruženou vložkou pro spojovací čepy řízení. Oka se vyrobí buď zapletením nebo zatočením do trubičky. Použijeme trubičku z měkké oceli, kterou stiskneme do oválu, nasuneme lano a do vytvořeného oka vložíme srdíčko nebo rolničku. Zatočením trubičky s vloženým lanem o 1 1/2 - 2 otočky vytvoříme závit, který lano pevně sevře. Postup



Výkyvná kladka kolem jedné osy



Výkyvná kladka kolem dvou os



Obr. 67

Tabulka lan nosných s konopnou duší

Průměr v mm	Pevnost v tahu		Přibližná váha l m v kg
	nejmenší dovolená v kg	nejmenší v zapletení v kg	
2,5	420	350	0,025
3,2	710	600	0,039
3,9	1010	850	0,055
4,5	1420	1200	0,076
5,3	1690	1650	0,10
5,7	2280	1900	0,12
6,3	2730	2300	0,15
6,6	3020	2550	0,16
7,2	3580	3000	0,185

Tabulka lan řídicích s konopnou duší

Průměr v mm	Pevnost v tahu		Přibližná váha l m v kg
	nejmenší dovolená	nejmenší v zapletení	
1,3	90	80	0,006
1,9	210	180	0,014
2,7	430	360	0,024
3	520	430	0,031
3,2	610	520	0,037
3,7	820	690	0,051
4,4	1180	1000	0,071

Zatížení ocelových lan při vytahování

Lana nosná:

2,5	170	4
3,2	290	4
3,9	410	4
4,5	570	5
5,3	800	5
5,7	910	5
6,3	1100	5
6,6	1200	8
7,2	1450	10

Lana řídicí:

1,3	35	3
1,9	85	3
2,7	175	4
3,0	210	4
3,2	250	5
3,7	340	5
4,4	480	5
5,0	610	6
5,5	710	6

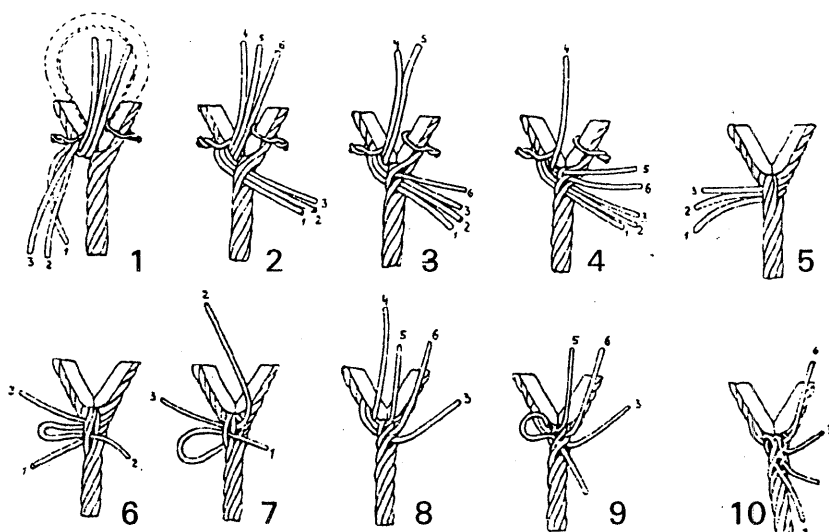
je proti zaplétání mnohem rychlejší. (Obr. 68, 69a)

Před montáží se musí každé lano předepsanou silou podle průměru vytáhnout. Obvyčejně se napíná šroubem a síla se kontroluje dynamometrem.

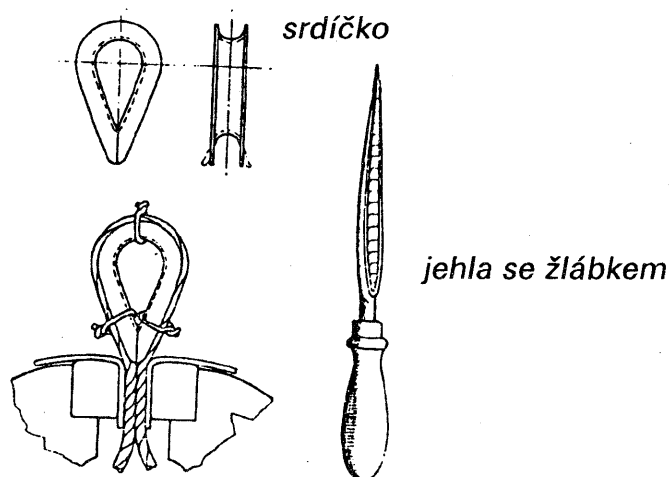
Táhla řízení. Táhla se obvykle dělají z duralových trubek, málokdy z ocelových. Prakticky se nepoužívá táhel delších než 2 metry. Potřebujeme-li táhlo delší, pak musíme do středu délky vložit kyvnou páku od které pokračuje další táhlo. (Obr. 70)

U ocelového táhla vytvoříme vidlici přivařením dvou jazyků. Chceme-li mít na konci táhla ložisko, pak ze silnějšího materiálu zhotovíme patku s otvorem pro ložisko a patku s otvorem pro ložisko a patku do trubky zavaříme. Naklepeme ložisko a pojistíme jej proti vypadnutí prolisováním okrajů otvoru pro ložisko. (Obr. 71, 65)

U duralových táhel opatříme konec táhla zátkou z lehkého kovu se závitem a tuto do trubky přinýtujeme. Zátku také můžeme do trubky na soustruhu za pomoci rolniček zaválcovat. V tom případě musí být povrch zátky připraven tvarovými zápichy na zaválcování.



Postup zaplétání



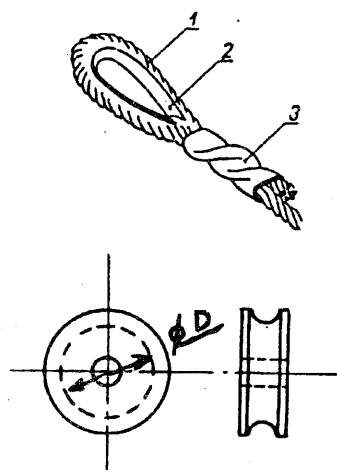
Obr. 68

Vodící páky a kladky. V případě delších táhel než dva metry, nebo mění-li táhlo řízení původní směr, používáme vodící páky pro táhla. Vyrobíme je buď z ocelového plechu klasickým způsobem. Je dobré, když vodící páka je opatřena kluznými nebo kuličkovými

ložisky. Vodící kladky jsou opatřeny třemi nebo čtyřmi kladkami, které podpírají trubku táhla. Vodící kladka zmirňuje namáhání táhla vzpěrem a zabraňuje vibracím táhla. (Obr. 71a)

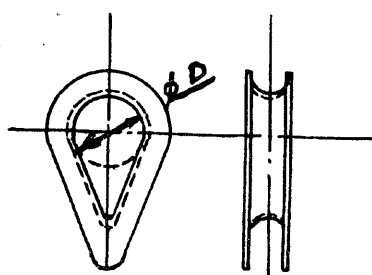
Ocelové dráty. Pro vyztužení dvounosníkové konstrukce křídla můžeme použít dráty čokového tvaru, opatřené na obou koncích závitem. Vidličky se vyrábějí obráběním a proti pootočení se pojišťují maticí. Jiných ocelových drátů nepoužíváme.

Okování přepážek, žeber a nosníků. Kování dřevěných dílů se musí ustavovat s mimořádnou pečlivostí. Nepřesnosti se projeví při nivelaci letadla a jdou potom již špatně odstraňovat. Kování usadíme na patřičné místo podle výkresu s maximální pečlivostí a přesností. K dílu, na který bude kování přišroubováno, přichytíme svěrkami. Dvoudílné kování které není vzájemně svařeno, ustředíme vložením čepu, přitáhneme svěrkami a potom teprve vyvrtáme otvory pro šrouby nebo nýty pokud je kování přichyceno trubkovými nýty. Nejlépe je vyvrtání otvorů provést na stolní vrtačce, kde je pravoúhlost a souběžnost vyvrtaných otvorů zaručena. Otvory vrtáme o 0,2 mm menší, aby šrouby nebo nýty šli do konstrukce lehce naklepnout kladívkem. Je lépe vyvrtat dva otvory, naklepnout šrouby a kování stahnout matkou, potom teprve vrtat další otvory podle kování. (Obr. 72, foto. 73)



rolnička do lanka

- A
1. lanko řízení
 2. srdíčko
 3. zatočená trubička



srdíčko do lanka

Obr. 69 A-B

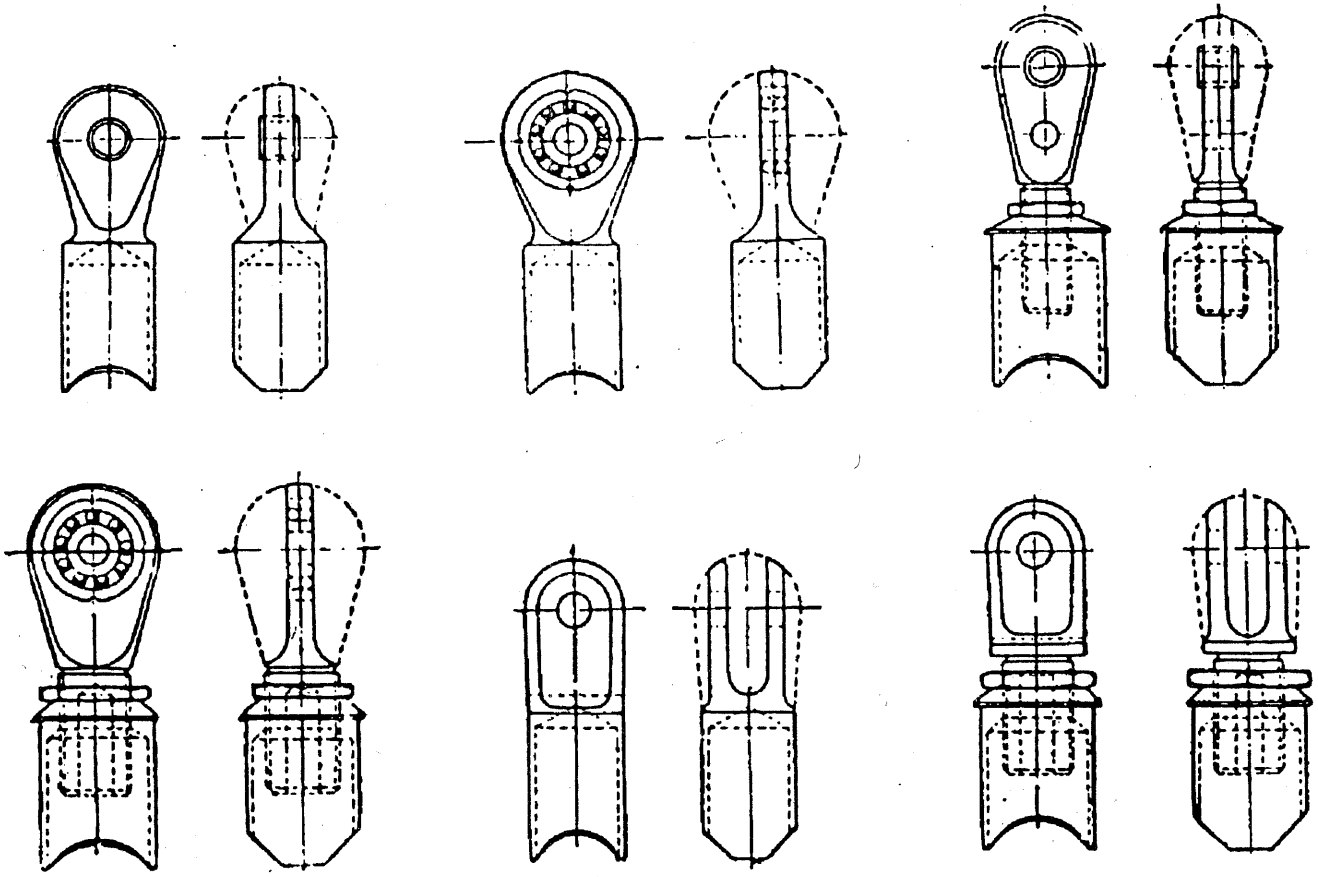
K nýtování se používá dutých ocelových nebo duralových nýtů. Závěrná hlava se vytváří ručně pomocí hlavičkáře nebo se lisuje na nýtovačce. K dosažení pěkné závěrné hlavy je nutné odzkoušet správnou délku



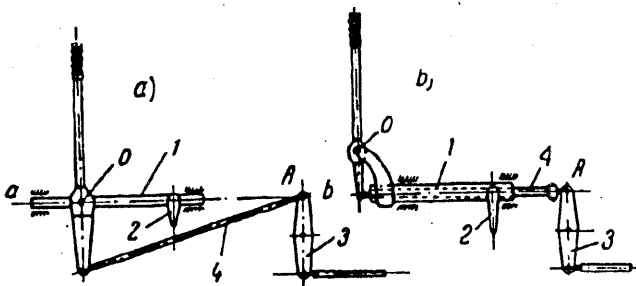
Obr. 69 C

nýtu. Řezná plocha nýtu, který jsme museli zkrátit, musí být hladká a bez otřepů. To zajistíme opilováním řezu jemným pilníkem. V místech, kde by byly nýty namáhány na tah, je nahradíme šrouby. (Obr. 74, 75)

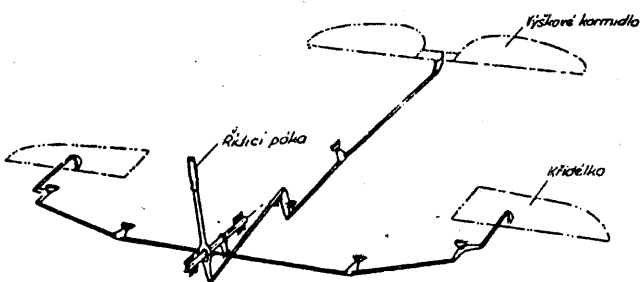
Některá kování budeme muset usadit do konstrukce až při hrubé montáži celého



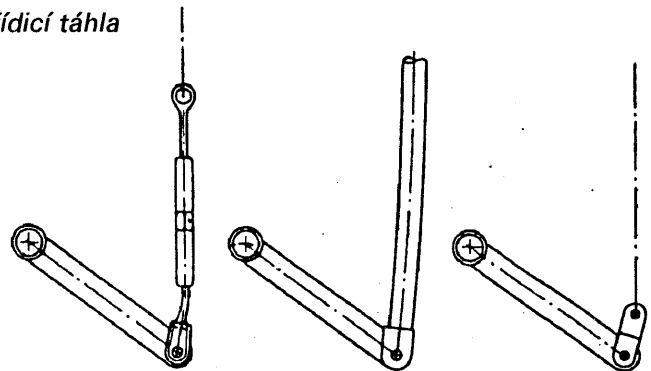
Obr. 70 - Konstruktivní tvary koncovek pro trubková řídicí táhla



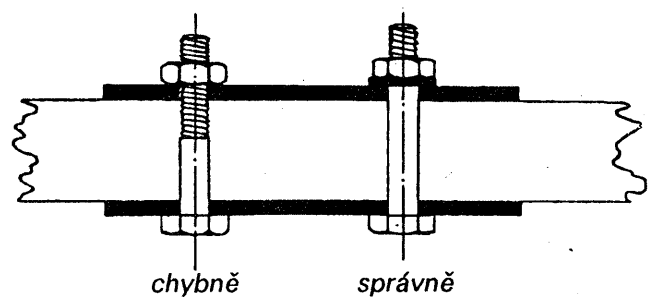
Obr. 71 A - Schemata převodů ručního řízení letounu



Obr. 71 - Schema ručního tuhého řízení letounu



Vadné provedení vidliček kování. Malá průchodnost zaviňuje ohýbání a nedovoluje plnou volnou výchylku



Obr. 72

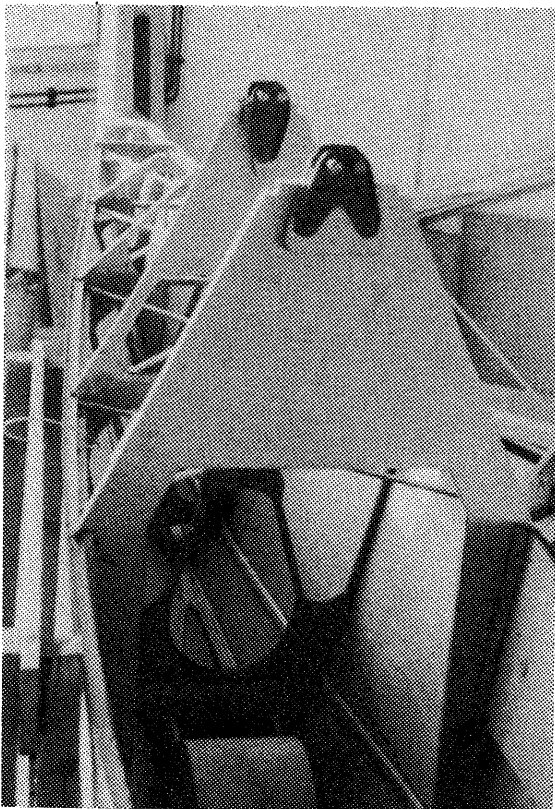
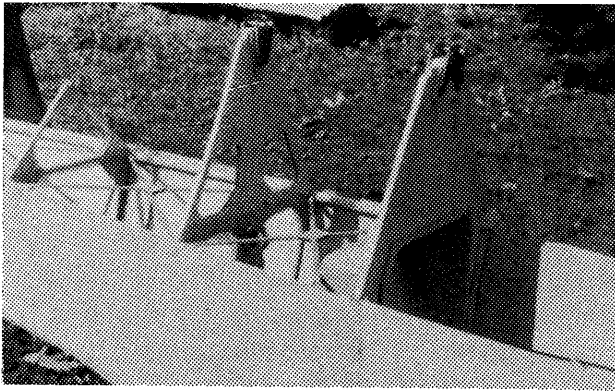
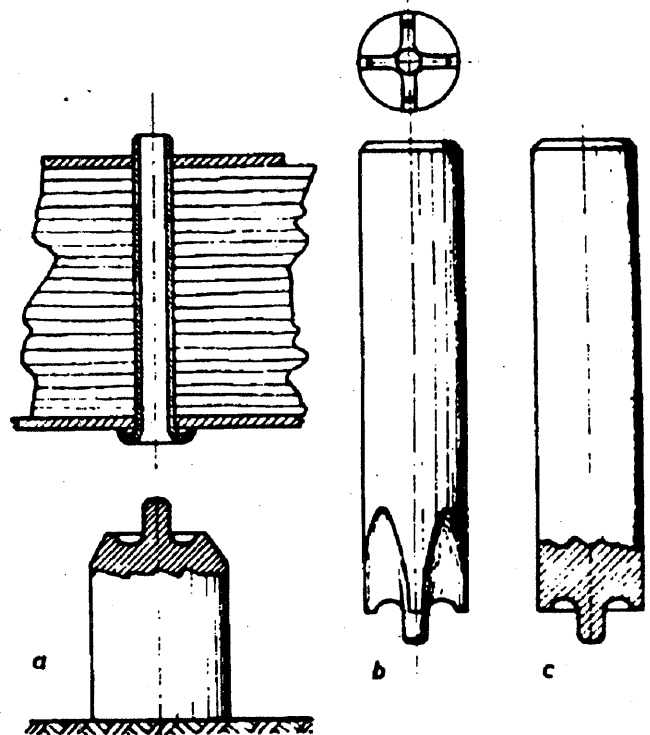
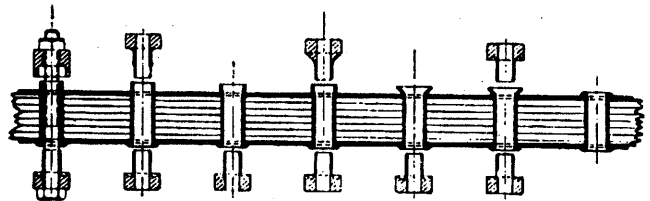


Foto 73

letadla. Bude to nejčastěji kování pomocného nosníku, nebo kování spojující obě poloviny křídla v místě torsní skříně. Tím si



a - podstavec, b - rozháněč, c - hlavičkář
Obr. 74



Obr. 75 - Postup nýtování kování

usnadníme znivelizování celé symetrie letadla. Pokud se jedná o polosamonosný letoun mající vzpěry křidel, pak nesmíme opomenout při té příležitosti vycházet ze správného seřízení vzpěr, jejich délek, abychom teprve potom mohli usadit kování a provést jeho usazení na správné místo a zachovat tak symetrii křidel a trupu s kormidly vůči sobě vzájemně.

Sestava křidel, trupu a kormidel

Stavba křidel. Všechny části křídla, to jest nosníky, žebra, nosníčky balančních křidélek, okrajové oblouky, kořenová žebra musíme mít před sestavováním začištěné a pokud to nebude překážet sestavování, pak i vybavena namontovaným kováním.

Připravíme si tři podstavce, které usadíme do vodováhy. Jejich vzdálenost od sebe bude taková, aby jejich umístění zapadalo mezi

žebra. Na takto usazené podstavce položíme nosník a to podle toho v jaké poloze se nám křídlo bude lépe sesazovat. Buď na plochu aby odtoková hrana křídla směřovala k podlaze a nebo druhý způsob, kdy na podstavce upevníme podložky se zářezem pro nosník. Všechny tři podložky upevníme na podstavce tak, aby v zářezích podložek nosník stál na své spodní hraně. Znamená to, že křídlo

budeme sesazovat na ležato, spodní stranou profilu dole. Tento způsob má některé přednosti a to při navlékání žeber na nosník, přístupnost k náběžné i odtokové hraně a potom také to, že můžeme křídlo otočit spodní stranou nahoru. (Obr.32)

Na oba nosníky, které stáhneme svěrkami k sobě označíme tužkou umístění žeber, položeber, případně místo umístění kování. Čáry si uděláme podle úhelníku, aby všechna žebra a položebra byla vůči nosníku kolmá. Podle tohoto označení si označíme i nosní lištu a odtokovou hranu.

Potom na nosník nasuneme žebra a položebra. Místa kam se přilepí na nosník natřeme kličem a žebra sesuneme na označené místo. Současně s tím vlepieme náběžnou a odtokovou hranu. Pokud je konstrukce křídla dvounosníková, pak musíme mít pro nasouvání žeber a položeber na nosníky pomocníka. Po zaschnutí nasuneme nosníky balančních křidélek a zalícujeme okrajový oblouk. Mezery na obou stranách nosníků mezi žebry vyplníme lištami, které k nosníku přiklížíme. U některých druhů konstrukcí křidel se latě žebírek nad a pod nosníkem vyříznou a na nosník se nalepí pásnice, která se po zaschnutí ohobluje do výšky lišt žebírek. Tím podstatně zvýšíme pevnost nosníku. To se samozřejmě týká i druhé strany nosníku.

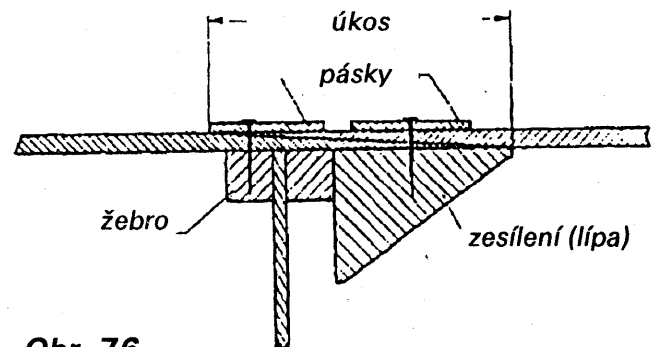
Označíme si místo umístění kování. Připravíme si nákližky pod kování a přiklížíme je na určená místa. Nemůžeme to udělat dřív, poněvadž bychom nemohli nasunout žebra a položebra na nosník.

Po zaschnutí podložek pod kování, můžeme upevnit vlastní kování na své místo.

Takto připravená kostra křídla se obrousí na místech, která jsou určena k přiklížení potahu. Použijeme k tomu dlouhou (asi 130 cm) a rovnou lať, na kterou nalepíme skelný papír. Jmenovitě se jedná o přebroušení žeber do jedné roviny, aby překližkový potah na povrchu žebírek dokonale sednul. Do obrysu žeber musí být zabroušen i povrch nosníků. Přebroušování musíme provádět tak dlouho, pokud všechny plochy nenesou stopu broušení. V případě že některé žebro je příliš "utopené", pak v tomto místě přiklížíme laťku potřebného rozměru a poté ji přebroušováním dostaneme do obrysu. Jedna

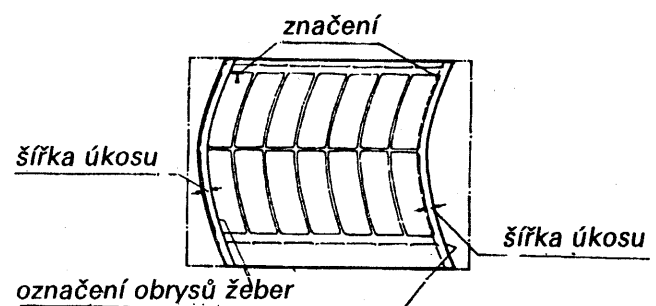
strana brusné latě musí být řádně rovná a tou kontrolujeme zbrúšení povrchu žeber. Tato brusná lať může být potažena brusným papírem na obou stranách a obě strany nám mohou sloužit ke kontrole broušené roviny.

Příprava překližky k potažení křídla. Jako příkladu provedení potahování křídla překližkou použijeme případ, kdy nosník a potažená náběžná hrana křídla vytváří torsní skříň, která dává křídlu dostatečnou tuhost hlavně v kroucení (torsí) křídla. Tloušťka překližky stejně jako potahu této skříně se mění podle rozpětí v závislosti na zatížení. Od středu křídla ke konci se potah zeslabuje. Ostatní způsoby provedení potahu křídla můžeme z tohoto klasického provedení odvodit.



Obr. 76

Překližka bývá na torsní skříni pokládána letokruhy buď souběžně s nosníkem nebo diagonálně, což je po stránce tuhosti křídla výhodnější. Tabuli překližky upravíme rozměrem tak, aby oba kraje končili na žebrech. Za nosníkem aby tedy přečnivala na obou stranách nosníku asi o 4 cm. Za tyto okraje můžeme tabuli při lepení na konstrukci křídla táhnout pomocí upravených svorek. Žebra, na kterých tabule překližky končí, zesílíme pro klížení úkosů potahu lipovým žebírkem, jehož obvod má šířku 2 cm. Aby bylo lehčí, můžeme jej upravit do trojúhelníkového tvaru.

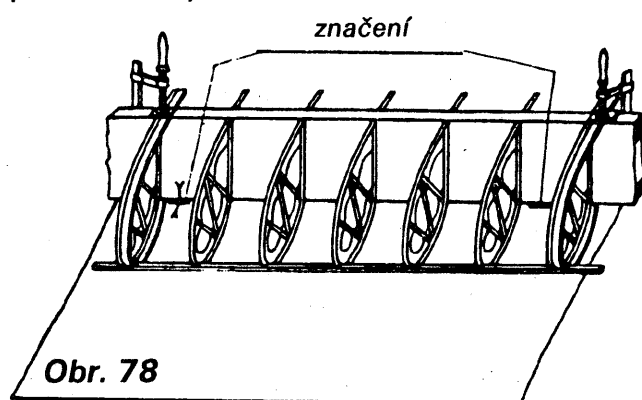


Obr. 77

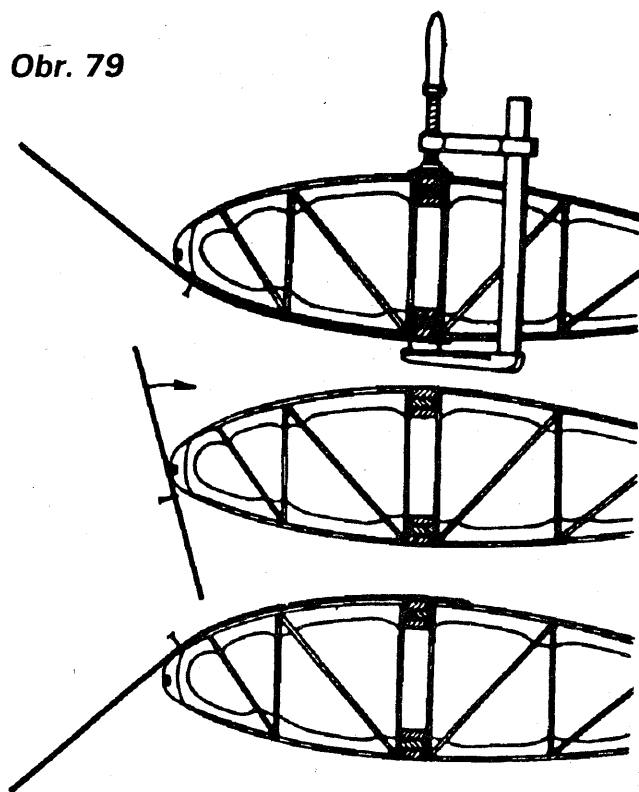
níkového průřezu. Po naklizení na bok žebra je všechny brusnou lištou zbrusíme do obrysu. (Obr.76)

Upravené tabule překližkového potahu opatříme úkosy 1:15 a to tak, aby úkos byl nad zesílenými žebry, které mají o lipová žebírka zvětšenou dosedací plochu, což zaručuje dobré sklížení úkosů. (Obr.77)

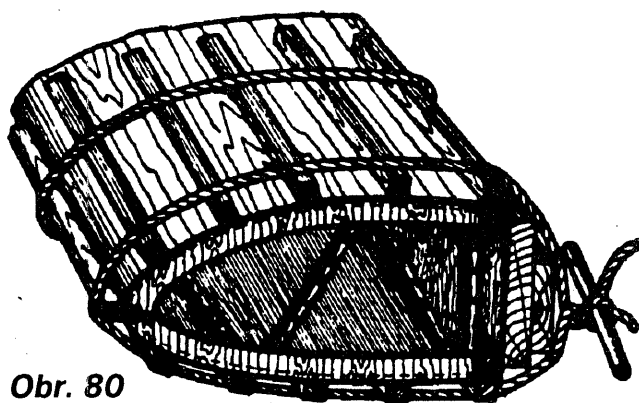
Takto připravené tabule navlhčíme hlavně v místech ohybu nad nosní lištou a přiložíme na kostru křídla, kam ji upevníme pomocí gumových provazců a necháme v této poloze uschnout. Po vyschnutí potah sejmeme, oba konce dáme k sobě a zatížíme, aby si tabule podržela ohyb.



Další důležitý úkon nás čeká v tom smyslu, že na vnitřní stranu takto připravených předohnutých desek překližkového potahu musíme obkreslit vnitřní konstrukci křídla.



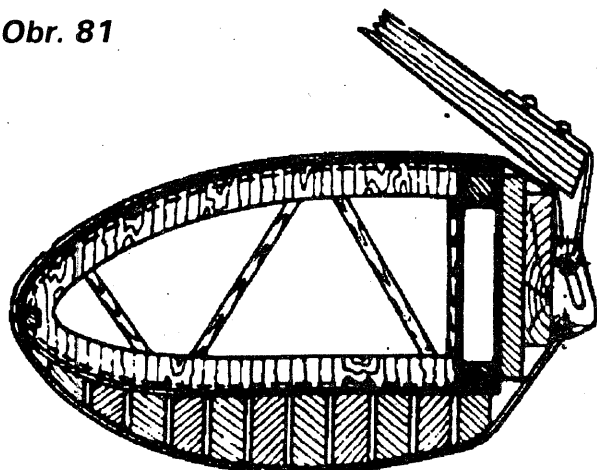
Značení překližky pro potah torsní skříně



Obr. 80

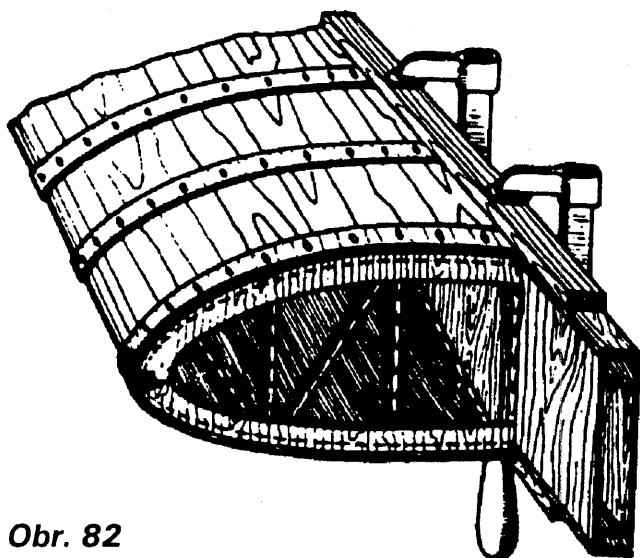
To jest žebírka a nosník. Tím se ukáže, kde budeme na potah nanášet kliš. Zbývající prostor potahu musíme natřít isolačním lakem proti vlhkosti. Pro obkreslení vnitřku konstrukce křídla si potah lehce přitlučeme na náběžné hraně (lišťě) dvěma hřebíčky, aby se nám tabule nemohla při obkreslování posunout. Abychom při klížení potahu usadili potah do stejného místa, uděláme si na potahu, náběžné hraně a nosníku značky tužkou. Isolačním lakem natřeme i vnitřek konstrukce. Tedy žebra i bok nosníku. Dáme pozor, aby jsme si nenatřeli i plochy určené ke klížení. V těchto místech by nám kliš nedržel. (Obr.78, 79)

Obr. 81



Když jsme se přesvědčili o tom, že překližkový předohnutý potah je dokonale vyschlý, můžeme začít s vlastním klížením. Připravíme si všechny potřebné pomůcky k ruce a začneme s klížením potahu a to od konce křídla ke středu. Způsoby, jak upevňovat potah při klížení nám ukazují obrázky. Vybereme si ten, který bude nejlépe vyhovovat našim podmínkám. (Obr.80)

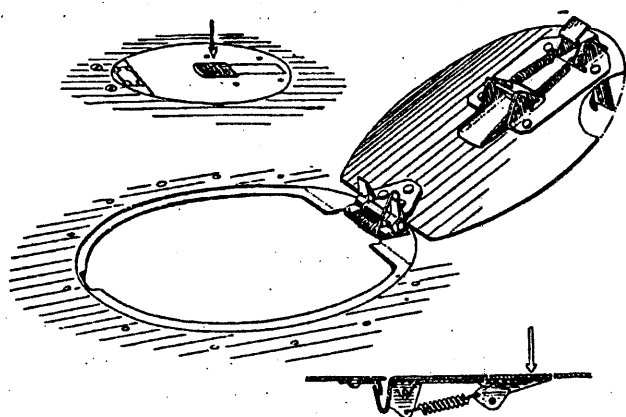
Při přitahování klíženého potahu na kostru křídla musíme dát pozor, abychom neužili příliš velkou sílu, protože by se mohla poškodit struktura žebor. (Obr.81)



Obr. 82

Před potahováním torsní skříň pečlivě zkontrolujeme zda kostra křídla není zkroucená, zda je bezvadně rovná. Kdybychom potáhli torsní skříň zkroucené kostry, těžko bychom tuto výrobní chybu mohli napravit. Dopady na letové vlastnosti jsou jasné.

Balanční křídélka. Nosníky balančních křídélek obvykle navlékáme současně s navlékáním žebírek na nosník. S klížením žebírek na nosník přikládáme žebra i na nosníky balančních křídélek. Po zaschnutí konstrukce křídélek dokončíme dle výkresu jejich strukturu opatříme kováním, závěsy a ovládací pákou a nakonec odřízneme od konstrukce křídla.

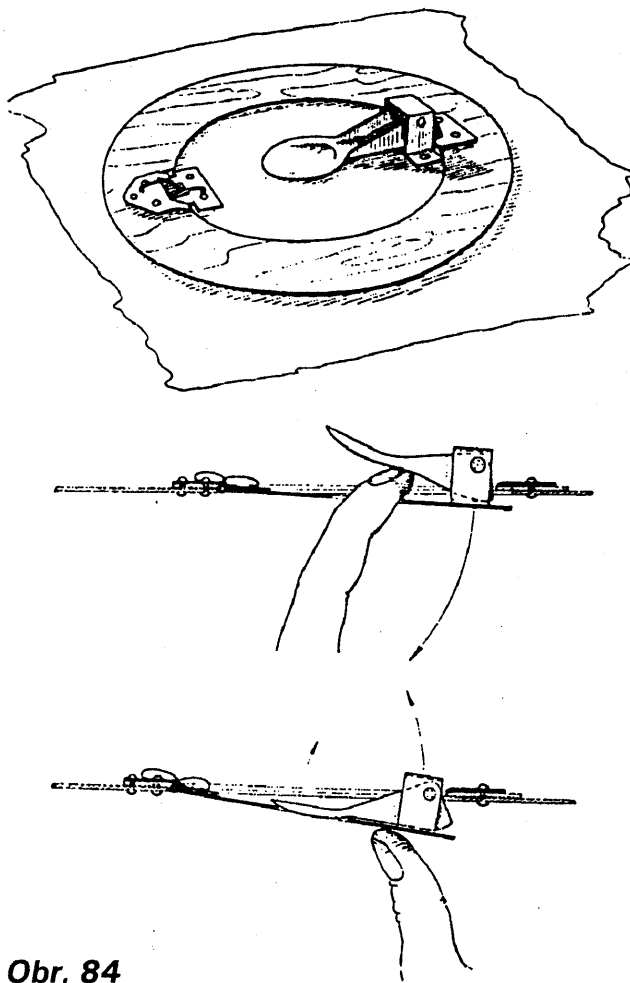


Obr. 83

Dokončení práce. Celé křídlo ještě jednou projdeme. Zkontrolujeme zda klížení bylo řádně provedeno, zkontrolujeme izolační nátěry a provedeme je ještě mezi nosníkem a odtokovou hranou. Zkontrolujeme zaklížení okrajového oblouku, který začistíme přesně do obrysu a tvaru. Tím

bychom měli křídlo připravené k hrubé montáži.

Připomínky. Na výkresech je obvykle označeno, jakým směrem se podle let překližky tato klíží na konstrukci letadla. Je to důležité. Křídlo, které má hlavní nosník, který se opírá proti čelním tlakům diagonálním nosníkem, musíme potahovat tak, že nejprve potáhneme pole mezi diagonálním nos-

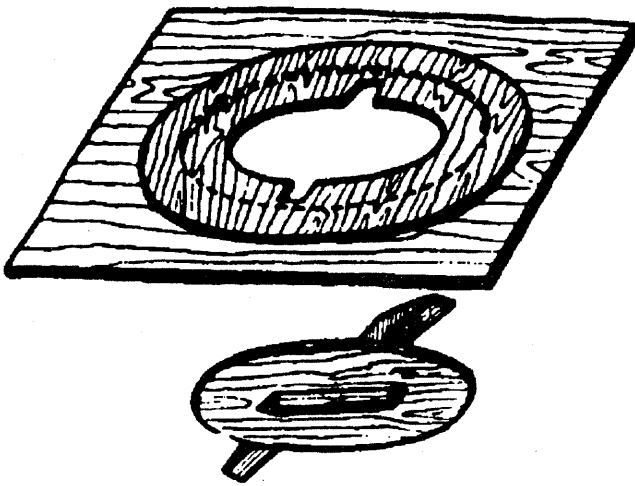


Obr. 84

níkem, kořenovým žebrem a hlavním nosníkem, při čemž léta překližkového potahu budou souběžná s žebry křídla. Potom teprve budeme potahovat náběžnou hranu křídla.

Pro impregnační nátěry vnitřní konstrukce používáme lak C 1007 nebo C 1105, které jsou bezbarvé. Abychom zvýraznili místa, která jsou již impregnována nátěrem, můžeme tyto laky mírně zabarvit rozpustnými barvivy.

Někteří stavitelé letadel užívají k izolačnímu nátěru rozředěný Umacol B nebo Epoxy 1200. To má tu nevýhodu, že tato lepidla pronikají hluboko do překližky, takže případná oprava poškozených míst je obtížnější.

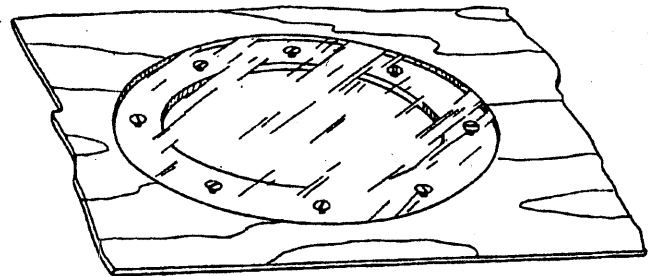


Obr. 85

Při výběru křídel používáme ohřebičkovaných pásků, pomoci kterých klížíme překližku ke kostře jen omezeně. Týká se to hlavně žeber, která tím můžeme naštipnout a nosníku, kde se použití hřebíčkových pásků vyvarujeme zcela. Tento způsob klížení omezujeme.

Kontrolní otvory. V místech, kde jsou v uzavřených prostorech umístěny kladky

a páčky řízení, zhotovíme okénka, aby jsme mohli tato místa kontrolovat, případně zapojovat řízení. Otvor v překližce z vnitřní strany olemujeme překližkovým rámečkem, který na potah přiklížíme. Rámeček nám v otvoru vytvoří osazení pro zapuštění víčka, které může být z překližky nebo z duralového plechu. Uvnitř potahu nanýtujeme patkové matky. Víčko pomoci těchto matek připevníme do otvoru šroubky. Kontrolní otvory zhotovíme do překližkového potahu před přilepením potahu na konstrukci. V plátěném potahu nahradí kontrolní otvor dva zipy přišité do potahu ve tvaru V. (Obr. 83, 84, 85, 86)



Obr. 86

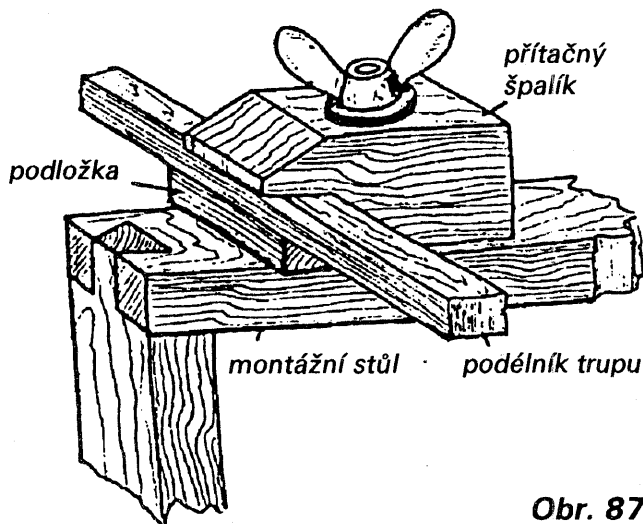
Stavba trupu

Trup slouží k umístění osádky, vybavení, přenáší síly, které působí na kormidla, na podvozek při startu a přistání. Je vlastně skříňovým nosníkem, který je schopný přenášet ohyb ve svislé i vodorovné rovině včetně kroucení z působení kormidel. Bývá zatížen převážně osamělými silami jako jsou síly na ocasních plochách, váha pilota a vybavení a namáhání způsobené přistávacím zařízením. K těmto silám musíme přidat ještě působení motorové jednotky a vrtule.

Dřevěný trup sesazujeme zásadně na montážním stole, který jsme si popsali ve stati o šablonách. Připravíme si začistěné a okované přepážky, podélníky trupu a zbývající kování, které budeme do konstrukce montovat dodatečně.

Přepážky usadíme na montážní stůl kýlem vzhůru, tedy v opačné poloze. Hlavní podélníky trupu obvykle tvoří montážní rovinu, která je vlastně také osou trupu, takže na tuto rovinu budeme trup na montážní stůl usazovat. Hlavní podélníky budou tedy na příčné trámký montážního stolu přímo pokládat. Je však lepší způsob, kterým si umožníme pohodlnější klížení překližkového potahu trupu. Pod podélníky si vložíme u všech přepážek stejně vysokou podložku a v těchto místech

podélníky po usazení v zářezích přepážek v příčném trámku pomocí příložek a vrutů připevníme. Potom vložíme do ostatních zářezů další podélníky, které se u bezmotorových letadel obvykle zblíhají v nosovém špalku, ve kterém je umístěn vypínač pro vlečné lano. U motorových letadel končí podélníky na prvé přepážce, která obvykle slouží jako protipožární přepážka. Podélníky musí v zářezích přepážek sedět po celé ploše. V případě, že se nám to někde nepodaří, můžeme si pomoci tak, že do mezery vlepíme pečlivě opracovanou vložku, kterou zaplníme mezeru. Budeme-li pracovat dobře, tak se nám to nestane. Při opracování zářezů přepážek pro podélníky si z podélníku odřízneme asi 8-10 cm dlouhý kus latě a ten

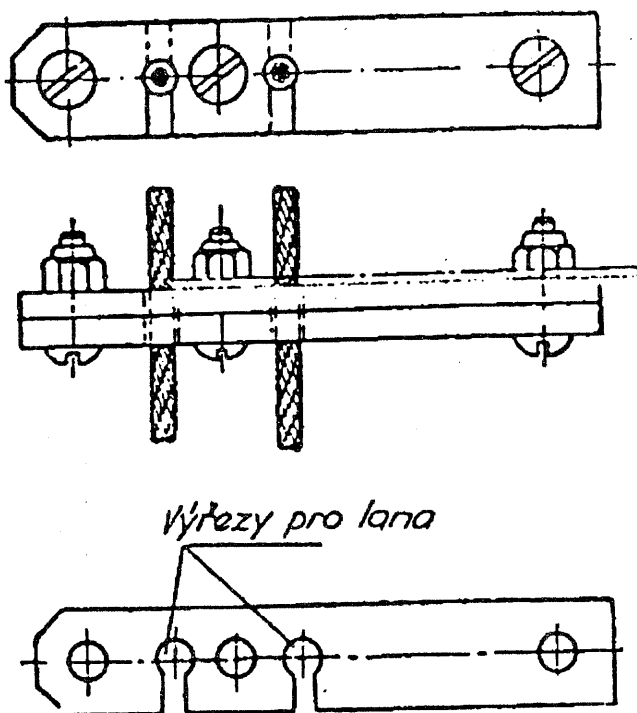


Obr. 87

použijeme jako vzorek pro kalibrování zářezů. Nesmíme zapomínat, že podélníky ve většině zářezů vůči podélné ose trupu ubíhají pod určitým úhlem. (Obr.87)

Po zaklizení všech podélníků do zářezů přepážek, vlepíme do konstrukce trupu další výztuhy a diagonály. Touto prací by měla být kostra trupu hotová.

Nyní můžeme do kostry upevnit zbývající kování, vodítka lanek, nožní a ruční řízení, kování pro uchycení podvozku, ostruhu nebo ostruhové kolečko, u větroně vypínač a další potřebné ovládače. Nakonec propojíme řízení směrovky, výškovky a ovládání balančních křidélek. Lanka řízení namontováním opatříme napínáky a po odměření potřebné



Obr. 88

délky druhý konec lana opatříme očkem s vloženým srdíčkem nebo rolničkou. Tam, kde kování kormidel a křidélek používáme táhla a k tomu potřebné kování, odzkoušíme vše tak, že si veškerá kování nejprve přichytíme do konstrukce svěrkami, ověříme si, že táhla budou mít dobrou průchodnost a délku a teprve potom provedeme jejich konečnou montáž do konstrukce. Musíme si být stále vědomi skutečnosti, že jakmile potáhneme trup překližkovým potahem, nebudeme mít dovnitř trupu potřebný vstup pro případné uchycení některého kování, na které jsme zapomněli. (Obr.88)

Provedeme si kontrolu, zda jsme tedy na nic nezapomněli a práce, které jsme na kostře trupu ukončili jsou skutečně dobře provedeny. Tak jako u křídla musíme i zde všechny plochy připravit pro potažení překližkou. Použijeme opět brusnou lať pomocí které přebrousíme do roviny plochy pro přiklizení potahu a to jak podélníků tak přepážek trupu. Tuto si pro broušení trupu poněkud upravíme takovým způsobem, že na jedné straně budeme mít nalepený skelný papír po celé délce a na druhé straně jen do poloviny délky. Tuto polovinu latě použijeme při broušení tehdy, kdy jeden z podélníků které přebrousujeme současně je již obroušen na celé ploše zatím co protipodélník ještě ne. V tom případě budeme nedobroušený podélník brousit tou polovinou latě na které je smírek a druhá strana latě bez smírku bude sloužit jako vodítko.

Příprava překližky k potahování trupu. Podobně jako na křídle, tak i na trupu se pokládá překližkový potah buď diagonálně, nebo podélně lety překližky. To bývá konstruktérem na výkresech řádně označeno. Překližku přiložíme na tu část trupu, kam bude přiklizená a obrys trupu si na vnější i vnitřní straně trupu na překližku obkreslíme tužkou. Označený díl vyřízneme s tím, že na venkovské straně přidáme na každé straně asi 1 cm a ve směru úkosů, kde budeme další část potahu nastavovat přidáme asi 2 cm na zhotovení úkosu. Úkosy na potahu překližky provádíme 1:20. Podle vnitřního označení provedeme izolační nátěr překližky a tabuli takto upravenou zlehka dvěma hřebíčky na kostru trupu přiklepneme. Hřebíčky

nezatlukáme zcela abychom je mohli lehce vytáhnout. Tímto způsobem postupujeme po celém povrchu trupu, takže si potah pro celý trup připravíme. Nesmíme zapomenout ještě do nepřiklíženého potahu vestavět kontrolní okénka. (Foto 89, 90)

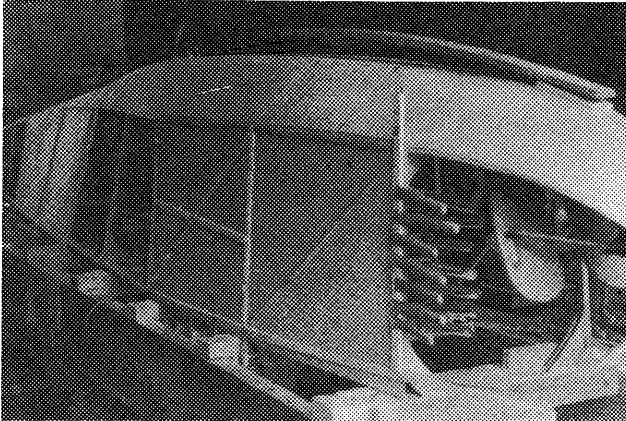


Foto 89

Dříve než přistoupíme ke klížení potahu, připravíme si ohřebíčkované latě pro přitážení potahu na kostru trupu.

Za tím účelem si nařežeme latě o rozměru 4x15 až 20 mm. Také můžeme z odpadku překližky o síle 1.5 až 2 mm připravit pásy. Pro oblé části trupu budou tyto výhodnější s lety napříč, aby na klížená místa dobře přilehla. Hřebíčky dlouhé 15-25, musí být co

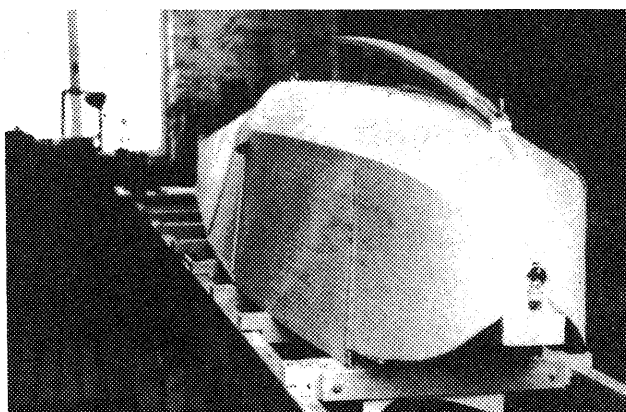


Foto 90

nejslabší. Natlučeme je do pásku a latě do vzdálenosti asi 15-20 mm od sebe. Na spoje a plochy širší můžeme použít latě nebo pásy 20 mm do kterých zatlučeme dvě řady hřebíčků cikcak. Změřením klížených ploch co do délky lehce zjistíme kolik metrů těchto latí a pásků budeme potřebovat. Budeme je mít v zásobě již před potahováním trupu. (Foto 91)

Nezapomeňme si udělat na jednotlivých plátech potahu značky na kostře trupu, abychom díly potahu dávali vždy do téhož místa, na kterém jsme si potah obkreslovali.

Trup potahujeme od zadní části dopředu. Nejprve potáhneme boky trupu a to vždy na obou stranách současně. Označíme si tužkou osu podélníku na již přiklížených plátech, osy ploch přepážek na které budeme potah klížit. Tím si zaručíme, že hřebíčky zatlučeme z latí do správných míst a nepůjdou mimo klíženou plochu. Aby nám při zatluování podélníky mezi přepážkami nepružily, podrží nám pomocník z druhé strany kladívko.

Pokud klížené místo na podélníku je dostupné pro použití svorek a skřipců pak raději potah pomocí příložných lišt těmito přitahujeme.

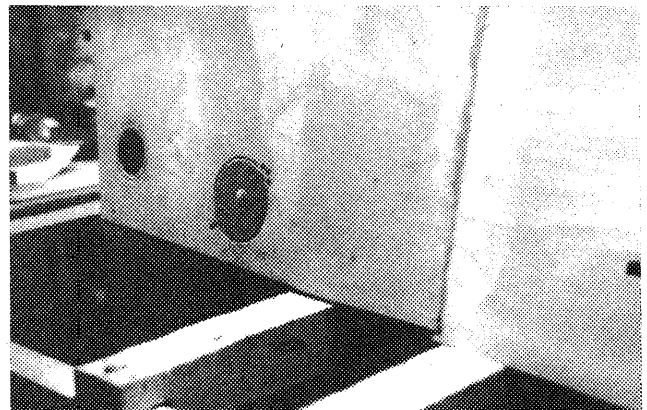


Foto 91

V případě, že nám spoj dvou tabulí potahu překližky vychází mezi přepážky, pak si vezmeme na pomoc silnější lať, kterou spoj podložíme, podepřeme kladivem a z venkovní strany pomocí ohřebíčkované latě přitlučeme.

Po zaschnutí ohřebíčkované latě rozštípeme buď dlátem nebo štípacími kleštěmi a hřebíčky vytáhneme. Dáváme při tom pozor, abychom nepoškodily potah trupu.

Přečnivající překližku opatrně odhoblujeme a v blízkosti podélníku raději polohrubým pilníkem dočistíme do potřebného obrysu. Tahy pilníku vedeme od překližky proti podélníku, aby se nám překližka neoštípala. Konečné začištění provedeme latí se smirkem.

Po potažení boků trupu, přistoupíme k potažení spodku trupu. Ještě jednou znovu překontrolujeme, zda máme v trupu vše

ukončeno, zajištěno a zda můžeme dokončit potažení trupu.

Teprve po skončení této práce, můžeme trup z montážního stolu vyndat. Pro postavení trupu na zem si zhotovíme stojan, ve kterém budeme na pracech v trupu a na jeho potahování pokračovat. Dokončení potažení vrchní části trupu již ověřeným způsobem a věnujeme se pilotnímu prostoru. **(Foto 92)**

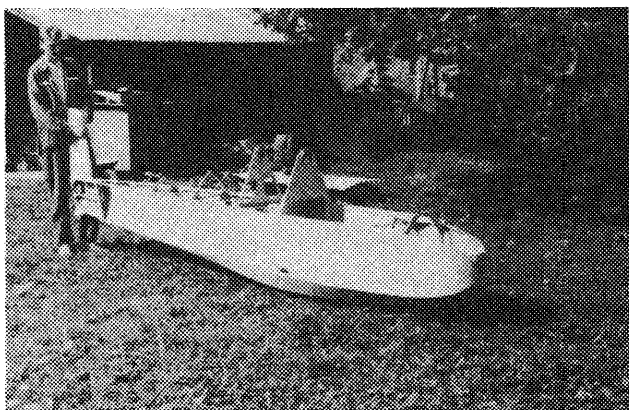


Foto 92

Pilotní prostor opatříme podlahou ze silnější překližky, kterou ještě můžeme zespolu podlahy podlepit pro zesílení hranolky z tvrdého dřeva. V podlaze bude průchod pro řídicí páku. Otvor pro řídicí páku zakryjeme plátnem nebo koženkovou punčoškou přichycenou do podlahy a zašněrovanou na řídicí páku. Tím si zajistíme, že nám nebudou padat nečistoty pod podlahu. Totéž můžeme dobře udělat u nožních pedálů.

Otevřená pilotní kabina bývá opatřena odnímatelným krytem, na kterém je upevněn průhledný štítek. Tento nemá být zhotoven ze silného plexiskla, aby nemohlo dojít ke zranění pilota při čelním nárazu. Štítek by měl být pružný, měkký a ještě po obvodě obšitý koženkou. Snímací kryty jsou jednoduché a pohodlné k nastupování. Výhodou je i dokonalý přístup do pilotního prostoru pro potřebu oprav a údržby. **(Foto 93)**

Zakrytý pilotní prostor je příjemný, protože venkovní vlivy za létání neruší. Pilot je v něm uzavřen. Taková kabina musí být opatřena větráním a nouzové odhazování by mělo být samozřejmostí. Kostru odklopné nebo snímací kabiny můžeme zhotovit buď z dřevěných lamel nebo z kovových trubek. Plexisklo o síle 2 - 4 mm bývá k rámu uchyceno

no malými šroubky. Otvory pro ně musí být o 2 - 3 mm větší, aby nedocházelo k pnutí mezi rámem a plexisklem. Kovový rám je olemován plechovým páskem o šíři 2 - 3 cm, na který je plexisklo přichyceno. Aby při chvění, nárazech a teplotních změnách neprasklo bývá uloženo mezi proužky pěnové gumy.

Zvýšenou pozornost musíme věnovat zavírání a zajištění kabiny. Musíme mít jistotu, že se nám za letu nebo rolování po zemi neotevře.

Sedadlo pilota musíme řešit a vyrobit s ohledem na pohodlné sezení a bezpečnost. Sedačka musí být přizpůsobena polohou, ale i tvarem těla. Může být zhotovena z překližky nebo svařena z ocelových trubek, na kterých je uchyceno plátno které tvoří sedací plochu současně s opěradlem. Na místo opěradla může být v přepážce trupu zapuštěna mísa pro zádový padák. Ten může být nahrazen výplňovým polštářem takového tvaru, aby byl současně opěradlem. Sedačku můžeme opatřit polštářem, který je zhotoven z molitanu a potažen plátnem. Sedací polštář musí být k sedačce

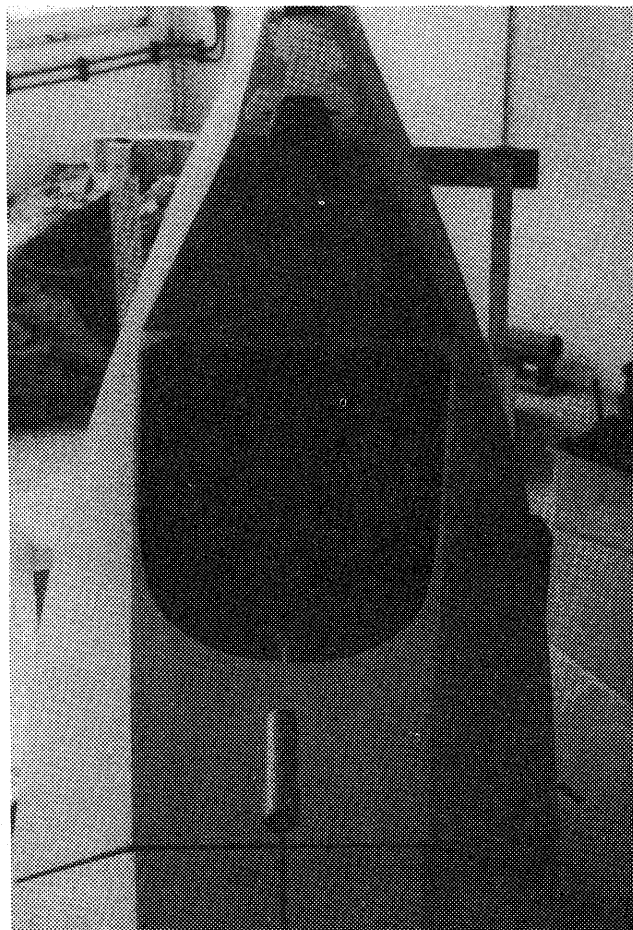
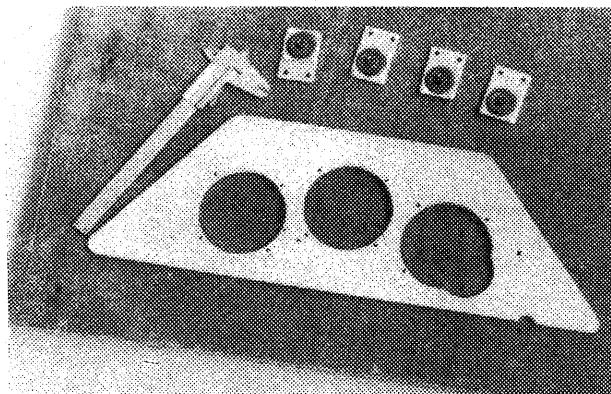


Foto 93

**Foto 94**

připevněn za použití řemínek a nebo velkých čalounických patentů.

Sedadla musí být opatřena upínacími popruhy pro upoutání posádky. Správné je používat upínací pásy břišní i ramenní. Použití pouze břišních pásů je z bezpečnostního hlediska nesprávné. U lehkých letadel můžeme použít bezpečnostních pásů z auta. Musíme dbát na solidní uchycení pásů do konstrukce trupu. Uchycení by se mělo rozložit do více bodů trupu. V každém případě musí popruhy pro pilota splňovat požadavek bezpečného upnutí, ale také rychlého rozepnutí popruhů jediným pohybem.

Palubní deska. Palubní deska musí být uchycena pružně a tak daleko od očí pilota, aby tento bez námahy mohl přístroje přečíst. Uložení desky můžeme provést na tlumičích "Lord", které se běžně ve výrobě letadel používají. **(Foto 94)**

Instalace potrubí statického a celkového tlaku je provedena silnostěnnými hadicemi s textilní vložkou. K rozdvojování slouží T kusy umělé hmoty. Hadičky na vývodech přístrojů a T kusech zajišťujeme SKF páskou nebo slabým měděným drátkem. Instalace

hadiček mezi přístroji, Venturyho nebo Pitot trubicí má být co nejkratší, aby objem vzduchu v nich uzavřený byl co nejmenší. Jako snímače tlaku se ještě používá Venturiho trubice a nebo Pitova trubice. Obě musí být umístěny tak, aby nebyly ovlivňovány obtékáním okolních částí letadla nebo u motorových letadel vrtulovým vírem.

U jiného systému se tlaky snímají na třech místech a to celkový tlak krátkou trubičkou umístěnou proti proudu vzduchu a statický tlak se snímá na obou bocích trupu dvěma otvory. Instalace přístrojů musí být řešena podle dispozic jednotlivých typů letadel ale princip je vždy stejný.

Podvozek a ostruha každého letadla bývá řádně navržena a jejich uspořádání se vymyká této příručce. Je jen nutno připomenout, že v dřevěnné konstrukci trupu veškeré upevňovací detaily určené pro ostruhu a podvozek musí být dokonale provedeny z hlediska pevnosti. Výklížky pro šrouby v těchto uzlech provádíme raději jasanové a náklížky pod kování z tvrdých překližek. U motorových letadel tutéž péči věnujeme místům uchycení motorového lože.

Vnitřní prostor kabiny po dokončení natřeme isolačním lakem, raději dvakrát a barvou pro vnitřní nátěry. Pilotní prostor můžeme na vhodném místě opatřit plátěnou kapsou pro doklady, nebo pomůcky potřebné pro let. Rovněž určíme a vybavíme místo pro barograf, pokud předpokládáme, že jej budeme také občas na soutěžích potřebovat. Podobně si upravíme místo pro vysílačku i když momentálně nejsme jejími majiteli.

Takto dokončený trup, který jsme samozřejmě začistili a ještě jednou provedli jeho kontrolu, opatříme nátěrem základní barvou a můžeme jej uložit.

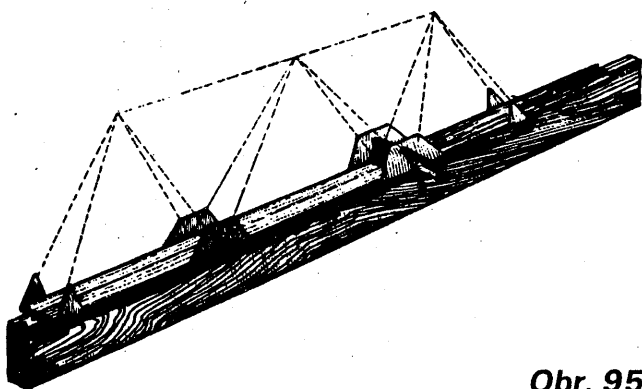
Stavba kormidel

Stavba výškového a směrového kormidla má stejnou technologii stavby jako stavba křídla.

Nosníky stabilisátoru i vlastní výškovky a směrovky slepíme v šabloně. Pokud jsou zkonstruovány z plného materiálu, pak na ohoblovaný materiál na požadovanou sílu nakreslíme nosník a vyřízneme do požá-

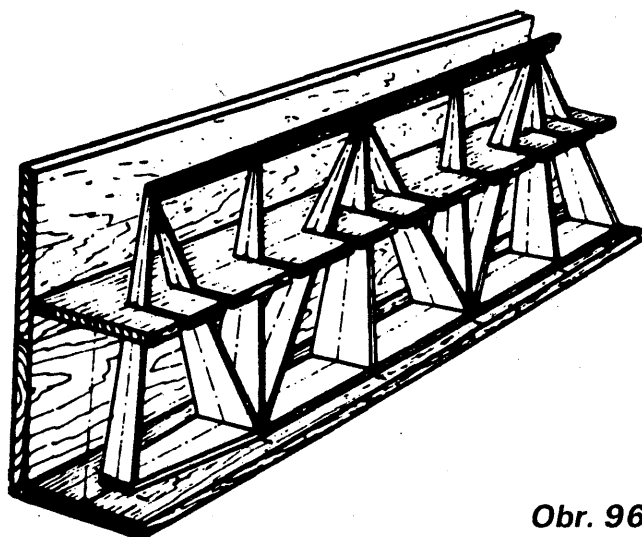
dovaného tvaru. Žebírka kormidel lepíme jako žebírka křidel. **(Obr.95, 96)**

Sesazení kormidel provedeme nejlépe na rovné desce montážního stolu nebo na jiné rovině. Usadíme hlavní nosník mezi špalíky přiklížíme žebírka, vlepíme náběžnou a odtokovou hranu. Potom provedeme překližkové potahy na obou stranách. Pro tuto práci



Obr. 95

kostru kormidel si vždy upevníme na stůl do takové polohy, aby práce na překližkovém potahu byla provedena na přístupných místech. (Foto 97-98)



Obr. 96

Před potahem kormidel překližkou, například na náběžné hraně stabilisátoru nebo torsní skříni vlastní výškovky nesmíme zapomenout provést montáž kování pro uchycení na trup. Nejprve posazení výškovky na trupu řádně znivelujeme a pak teprve

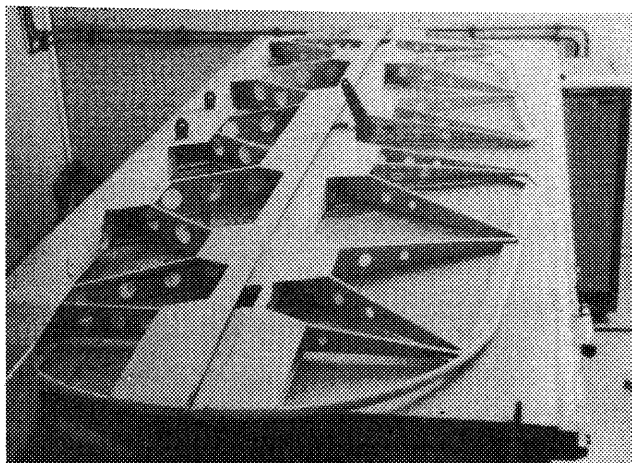


Foto 97

označíme kam musíme kování přišroubovat. Po namontování úchytného kování ještě jednou výškovku namontujeme na trup a zkontrolujeme, zda je usazena přesně. Pak teprve provedeme překližkový potah.

Stabilisátor směrového kormidla je obvykle v jednom celku s trupem. Nejlépe, když jej vyrobíme jako samostatný díl a namontujeme ho na montážní stůl spolu s přepážkami trupu při jeho výrobě. (Foto 99)

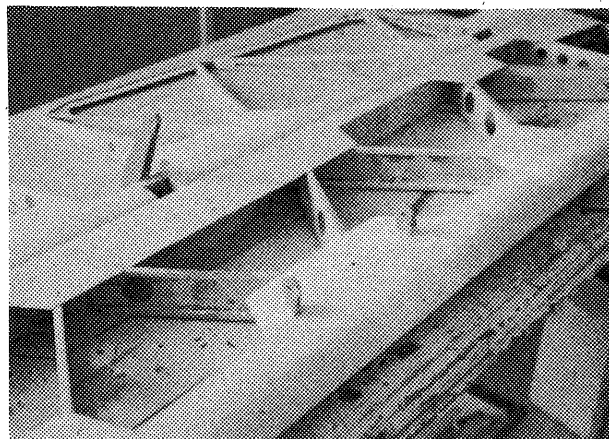


Foto 98

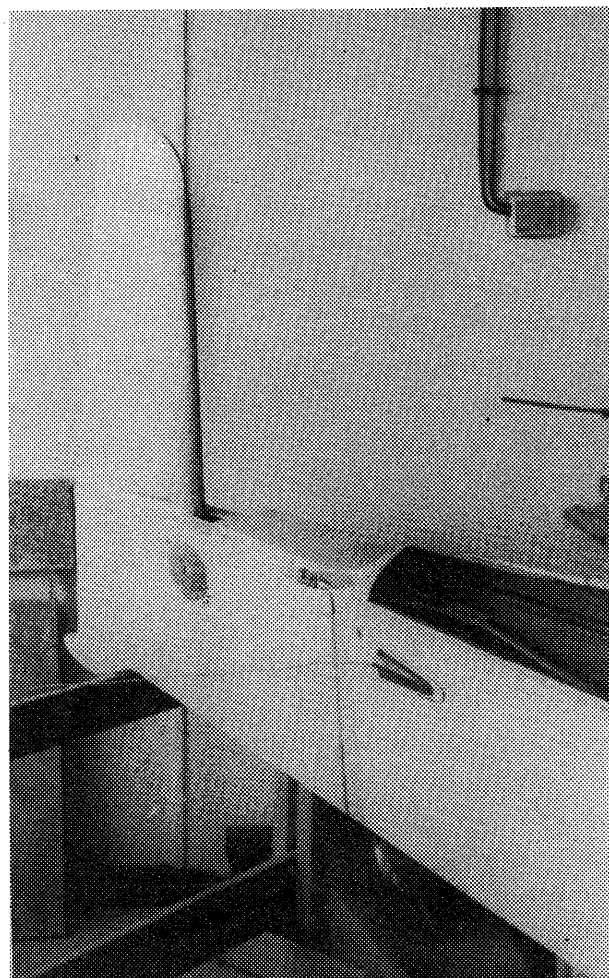
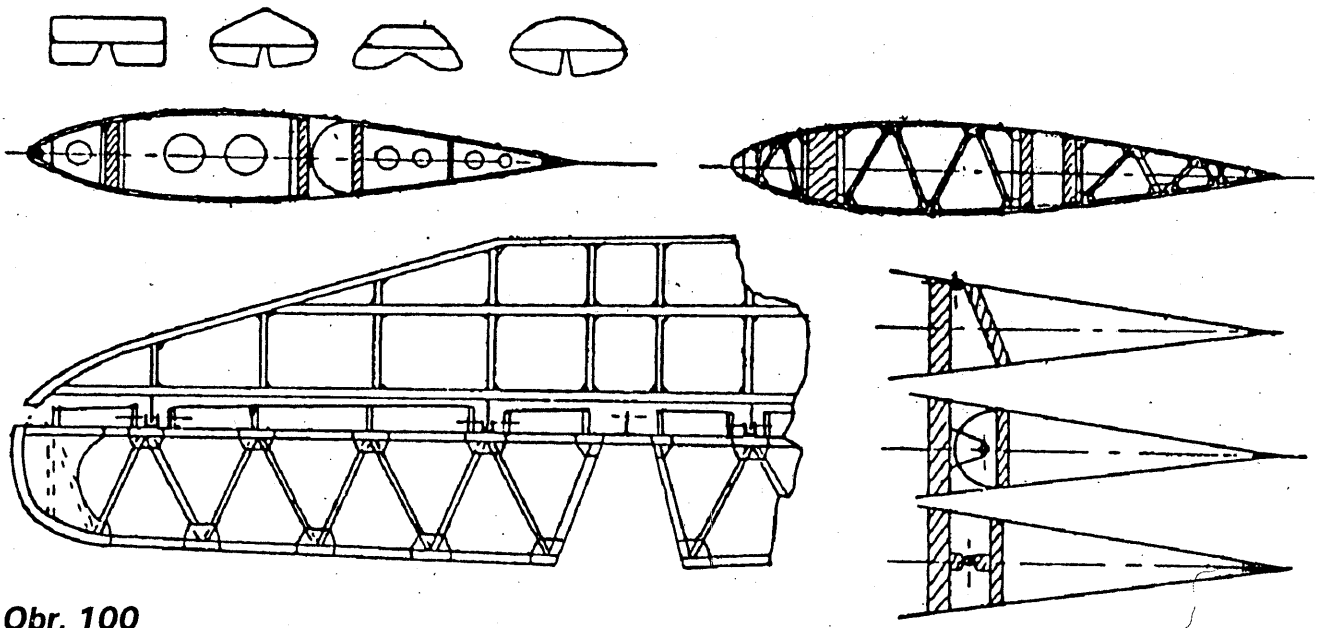


Foto 99

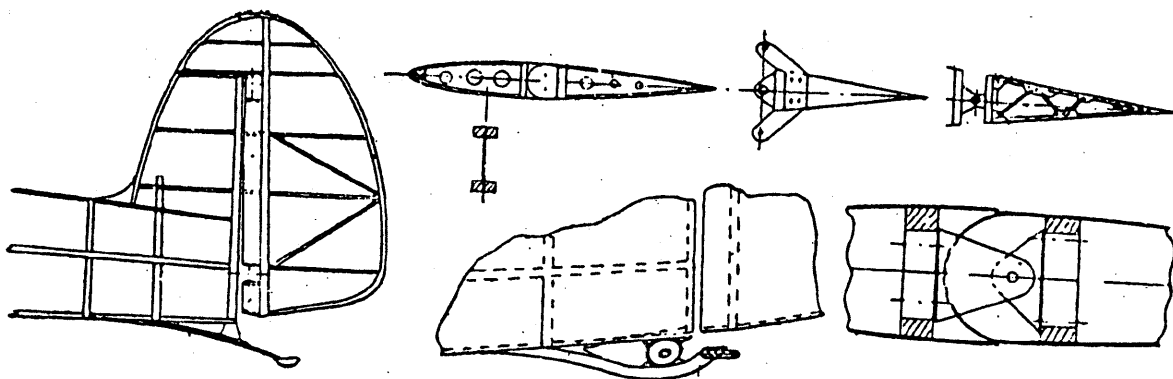


Obr. 100

Po dokončení kormidel je namontujeme na trup a zapojíme řízení obou. Změříme si velikost vychylek, které se musí pohybovat v rozmezí u výškovky 25° pro polohy přitaženo, potlačeno a směrovka 25-30° vychylky na obě strany. Tyto maximální vychylky kormidel musí být ohraničeny mechanickými dorazy. (Obr.100, 101)

Připomínky. Způsobíme si řadu nepříjemností při stavbě, když budeme spěchat. Jak je nepříjemné, když potáhne některou část překližkou a potom zjistíme, že jsme opomněli zamontovat kování. Musíme prac-

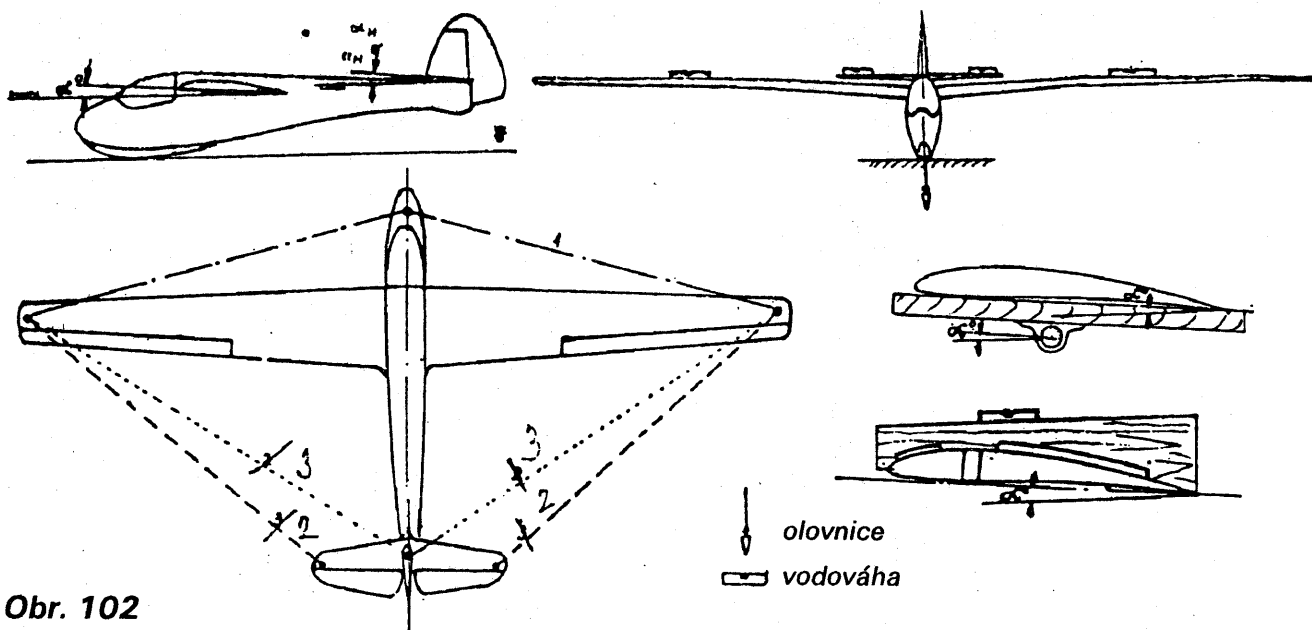
ně naklíženou překližku odstranit, namontovat potřebné kování a překližkový potah znovu obnovit. Je dobré, domýšlet předem výrobní postupy. Raději znovu večer zasednout nad výkresy a stanovit si pracovní postup. Při stavbě letadla se živelný zbrklý přístup ke stavbě nevyplácí. Rovněž je důležité mít před klížením všechny díly zalícované na sucho, připraveno potřebné náradí, příločky a svěrky a teprve pak přistoupit k vlastní práci. Žádný výkres nám nezaručí správný pracovní postup. Ten si musíme připravit a domyslet sami.



Obr. 101

Hrubá montáž

Po zhotovení všech dílů, provedeme hrubou montáž. Ta má za cíl nivelování jednotlivých částí letadla vůči sobě a montáž těch kování, která jsme nezamontovali, protože jejich montáž bez nivelace by nezaručovala správnou polohu dílů letadla vůči sobě. Zachování vzájemných poloh křídla, trupu, a kormidel je nutnou podmínkou pro bezpečné a správné chování letadla za letu. K ověření těchto poloh nám slouží stabilizační body, které si vyznačíme a které nám umožní provést nivelaci. (Obr.102)



Obr. 102

Trup postavíme do letové polohy, plochy srovnáme s použitím vodováhy do vodorovné polohy a ověříme si:

1. polohu trupu vzhledem ke křídlu,
2. polohu výškového kormidla,
3. polohu směrového kormidla,
4. úhel nastavení křídla k trupu, pro levé i pravé křídlo u kořene i konců,
5. úhel nastavení stabilizátoru výškovky,
6. zjištění správných vychylek výškového kormidla, směrového kormidla a balančních křídélek.

Po ustavení uvedených částí do správné polohy, musíme tyto polohy zafixovat. Pak

dokončíme montáž kování, která nám zajistí trvalé a správné polohy jednotlivých částí vůči sobě. Dokončíme i zaklížení těch detailů, kterých se montáž týkala a případně zaklížení zbývajících překližkových potahů. Rovněž věnujeme pozornost seřízení lanek a táhel řízení a změříme, zda kormidla mají správné a volné vychylky. Lanka ani táhla nesmí nikde dřít o okolní konstrukci, nebo dokonce o sebe. Zjištěné závady ihned odstraníme.

Provedeme správně a můžeme nivelování ukončit. Tím je letadlo připraveno k posledním pracovním úkonům.

Potahování konstrukce plátnem

Nejlepším materiálem na potažení křídla je pro amatérskou stavbu plátno. Může být lněné i bavlněné. Jakost plátna je určena jeho ohebností, váhou, vlhkostí, nepromokavostí, odolností proti hnití, pevností v tahu trhu a prodloužením. Pro stavbu letadel se plátna s tímto určením vyrábí v potřebných jakostech. Hustotu plátna stanoví množství vláken na 1 cm. Má být okolo 21 - 26 nití na 1 cm délky. Musí být stálá po celé délce.

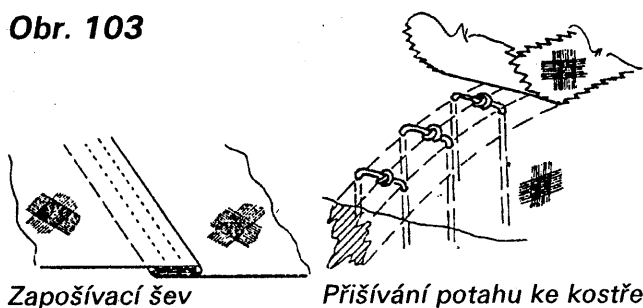
Váha 1 m² plátna podle pevnosti a hustoty plátna bývá 140 - 200 g/m². Střední váha bývá asi 175 g/m² při vlhkosti 10%. (Obr. 103)

Vlhkost plátna je stanovena rozdílem vah před sušením a po sušení do sucha a udává se v %. Střední vlhkost bývá asi 10 %. Vlhkost má velký vliv na pevnost a váhu plátna.

Potahování křídel se provádí tak, že plátno lepíme na kostru lepícím celonem. K žebřím potom plátno ještě přišíváme, zejména u vyduťtých profilů křídla.

Místa, na která budeme plátno lepit nejprve natřeme lepícím celonem, který necháme zaschnout. Nátěry lepícím celonem můžeme provést minimálně ve dvou vrstvách. Na takto natřené plochy nosníku, žeber, odtokové hrany a okrajového oblouku položíme plátno, okrajem pásu na nosník s přesahem asi 6-8 cm. V podélném směru napneme a zajistíme čalounickými špendlíky. Potom vypneme plátno po celém obvodu křídla a rovněž zajistíme napnutí a při-tažení špendlíky. Práci s napínáním plátna

Obr. 103

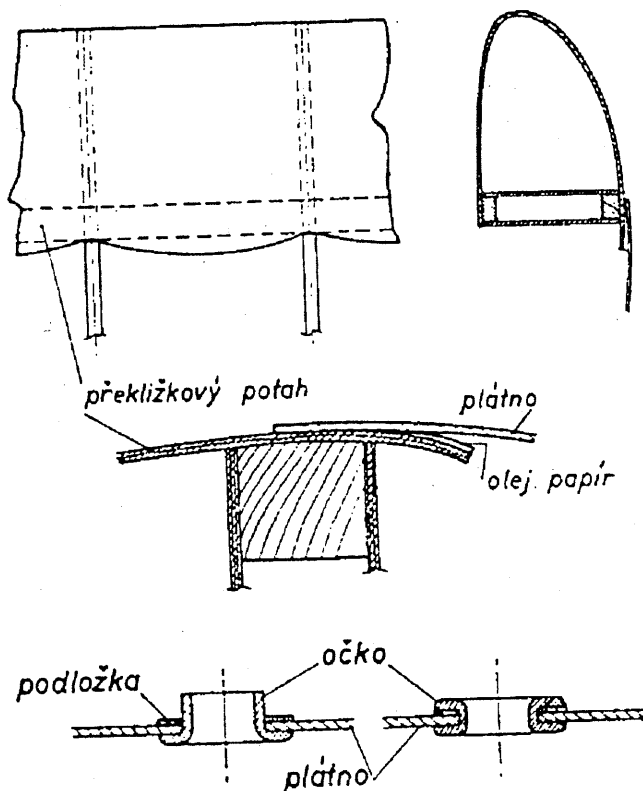


Zapošívací šev

Přišívání potahu ke kostře

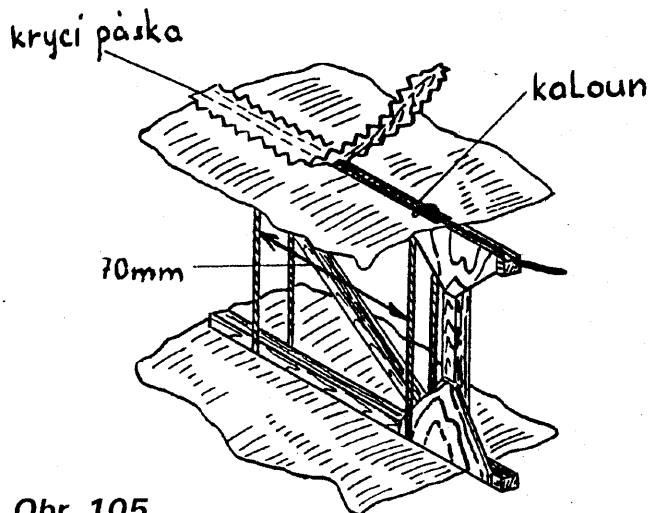
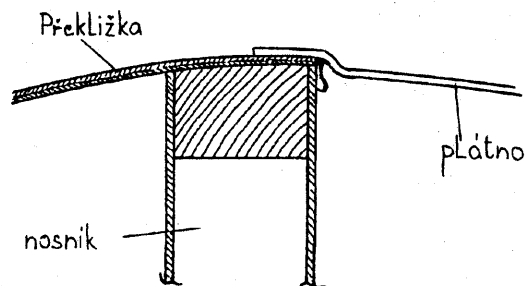
na kostru si usnadníme, když napneme plát-
no na hlavním nosníku křídla a tam jej
přilepíme. Potom teprve budeme napínat
plátno na odtokovou hranu, koncový oblouk
a kořenové žebro křídla, kam jej přišpend-
líme. (Obr. 104)

Nyní vezmeme malý štětec a ředidlem na
celon máčíme plátno v místech naneseného
lepícího celonu a hadříkem plátno přitlaču-
jeme dokud se plátno nepřilepí. Postupu-
jeme po krátkých úsecích. Hlavní výhodou
tohoto způsobu je lepší vypnutí plátna,
protože spoj okamžitě drží.



Obr. 104

Snadnější práce s potahem bude, zvolíme-
li tento pracovní postup. Spodní strana pro-
filů bývá rovná nebo vydutá. Začneme
s potahováním spodní strany křídla. Žebra
obalíme kalounem po spodní pásnici. Proto,
abychom na tento kaloun mohli potah křídla
přišít. Tento postup nám dovolí obtočit

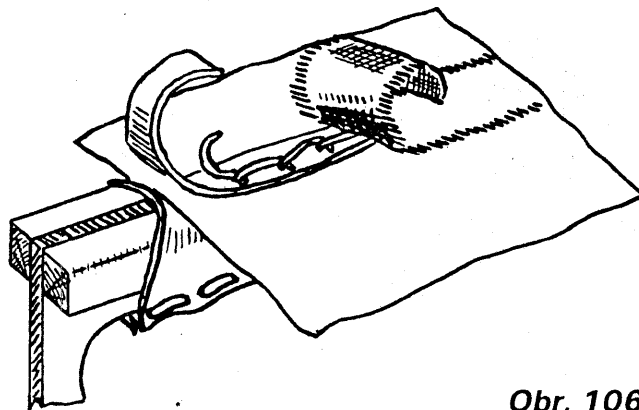


Obr. 105

prošívací niť kolem pásnice žebra a nebu-
deme muset pracně přišívát potah ke
kalounu, kterým jsme pásnici žebra obalili.
Kaloun nám poslouží k tomu, aby se nám
přišívací niť o hrany překližky a latí žebra
neprodřela. U stojinových žeběr s plnou
stěnou musíme přišít potah ke kalounové
bandáži. Délka švů šití bude asi 3 cm.
(Obr. 105, 106)

Tím, že je potah z obou stran přístupný, je
práce s přišíváním daleko jednodušší a kva-
litnější. Můžeme kontrolovat kvalitu šití.
U pomalých letadel, létajících rychlostí do
100 km, nemusí být potah na vypouklé
hořejší straně profilu křídla přišít. Stačí, když
jej důkladně a svědomitě přilepíme na žebra.

Při lepení plátna ke kostře křídla můžeme
štětečkem lepícím celonem lepené spoje



Obr. 106

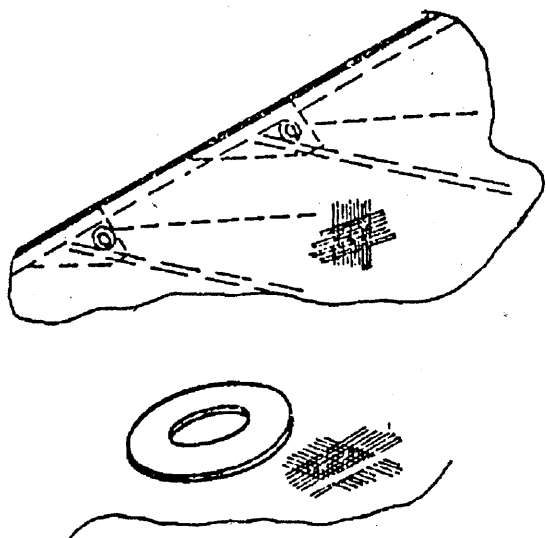
prosytit, aby jsme měli jistotu dokonalého přilepení plátna. Lepící celon necháme dokonale zaschnout, než přikročíme k vypínání plátna napínacím celonem. Prvé dva nátěry napínacím celonem provedeme tak, že jej mírně zředíme. To proto, aby se napínací celon do plátna dokonale vsákl. Potom teprve můžeme provádět další nátěry s již hustším celonem. Počet nátěrů se bude řídit kvalitou napnutí plátna a jeho neprodyšností. Větší množství nátěrů může zavinit zborcení například odtokové hrany přílišným napnutím potahu.

Pakliže však nemáme vlastní zkušenosti s potahováním, bude nejlepší, když si z latí 20 x 60 mm zhotovíme rám o velikosti 30 x 70 cm a na něj si na kusu plátna odzkoušíme celou technologii. Ke zkoušce můžeme použít obě strany zkušebního rámečku, takže ověření bude dostatečné.

Někdy se také k přilepení plátna používá Alkaprenu nebo jemu příbuzných lepidel. Práce s ním je při lepení poněkud složitější. Navíc musíme dát pozor, aby nepřišel do styku s celony, protože acetáty tento druh lepidel rozpouštějí.

Práce na potahu můžeme považovat za ukončené, když je plátěný potah dokonale napnutý a napínací celon má dostatečnou vrstvu, která zaručuje neprodyšnost potahu.

Ovzdušňovací odtokové otvory. Stejně důležité jsou ovzdušňovací otvory. U odtokové hrany v každém poli mezi žebry na spodní straně křídla nalepíme kroužek z celonového plátna, nebo kroužek z umělé hmo-



Obr. 107

ty. Stačí průměr asi 30 mm. Do středu kroužku vyvrtáme nebo propíchneme otvor o průměru asi 4-5 mm. Slouží rovněž pro odtok vody, jestli že jsme létali v dešti. Nesmíme zapomenout přelepit šití na žebrech kalounem s ozubeným okrajem. (Obr.107)

Na kvalitu potažení letadla plátnem má rozhodující vliv prostředí dílny. Zde by měla být stálá teplota 18° až 20°C, malá vlhkost do 15 %. Tyto podmínky musí trvat až do vytvrdnutí celonů. Nevytvoříme-li takové podmínky, pak plátno pracuje a máme problémy s jeho napnutím. Ty samé podmínky platí i pro lakování a nátěry letadla.

Konečná úprava lakováním. Povrch překližkového potahu lehce přebrousíme, očistíme a provedeme nátěr základní barvou. Po jejím zatvrdnutí můžeme olejovým tmelem vyrovnat některé nerovnosti povrchu. Hlavně v místech úkosů na potahu křídla a trupu. Po zabroušení tmelených míst proveden nástřik stříkacím tmelem a to tolik nástřiků, aby po přebroušení tmelu nebyla znát léta překližky. Plátěný potah křídla a kormidel při stříkání tmelem překryjeme, aby nepřišel s tmelem do styku. Tmel po dokonalém vytvrdnutí přebrousíme brusným papírem pod vodou k dokonalé hladkosti.

Konečný nástřik povrchu můžeme provést nitrokombinační nebo nitrocelulósovou barvou. Výborné jsou barvy polyuretanové. Prvé dvě jsou běžně dosažitelné na našem trhu a svému účelu plně vyhovují. Po vytvrdnutí se povrch může přebrousit podle potřeby jemnou brusnou pastou a vyleštit leštěnkou.

Nesmíme zapomenout na nápisy, jako na příklad zde nestoupat, zde netlačit a podobně. Tyto nápisy nastříkáme na patřičná místa pomocí šablon z tvrdého papíru nebo slabé překližky. Imatrikulační znaky namalujeme ručně, či použijeme samolepící písma.

Na palubní desku musíme dát štítek s údaji o rozsahu použití a povolených rychlostech.

Tím by práce na stavbě našeho celodřevěného letadla byly ukončeny. Musíme si však uvědomit, že budeme své letadlo stále vylepšovat, udržovat, aby jsme ze svého díla měli opravdu radost.

Připomínky. Finální nátěr letadla se svým provedením neliší od technologie laku na autech. Jen se vyhneme tmelení celého povrchu překližkového potahu špachtlí. Stříkací tmel by měl plně postačit. Ušetříme váhu a zmenšíme možnost praskání barvy.

Použité barvy a materiál pro lakování:

- Základní syntetická barva S 2000 šedý nebo červenohnědý odstín
- Brusný olejový tmel O 5004 C 5001
- Stříkací olejový tmel O 5008 C 5000

- Venkovní nitrocelulózový email C 2008 **POZOR** není vhodný na plátěné potahy.
- Napínací celon plátěného potahu C 1106
- Vnitřní impregnační lak na dřevo C 1007 C 1105
- Venkovní email pro vrchní konečnou úpravu C 2101 C 2018
- Papír brusný pod vodu č. 240 až 400,

Při použití uvedených materiálů dbáme na pokyny výrobce, které je nutno dodržet.

Vybavení dílny pro stavbu

Vybavení dílny se bude málo lišit od dobře vybavené truhlářské dílny.

Základním strojním vybavením pro amatérskou stavbu spočívá v cirkulárce s naklápacím stolem. Na ni budeme řezat veškeré lišty, pásnice, podélníky podle příložného pravítka.

Kotoučová bruska na dřevo. Přímo na hřídelce pomalu běžného elektromotoru nasadíme náboj s přírubou pro upevnění kotouče o průměru do 40 cm. Ten zhotovíme z překližky 8-10 mm. Kotouč je polepen smirkovým plátnem potřebně zrnitosti. Dobře se hodí prodáváný smirkový kotouč pro broušení parket. Je dobře, když si zhotovíme naklápací stůl, abychom mohli různě úhlované špalíky a výplně brousit přesně do úhlu. Je to neocenitelný pomocník.

Těžko si budeme opatřovat pásovou pilu a strojní hoblovku. Práce na těchto strojích si necháme za našeho přispění udělat v profesionální truhlárně.

Z ručního náradí:

- Pily jako rámová, ocaska, zlodějka, malá prořezávací pilka levá i pravá. Malé pilky raději s jemnějšími zuby.

- Hoblíky: macek, uběrák, klopkář, římsovník.

K hoblíkům si opatříme dobrý brousek, abychom mohli hoblíky stále přibrušovat do naprosté ostrosti.

- Dláta všech velikostí.
- Rašple jemnější i hrubší
- Pilníky polohrubé na dřevo a jemné pro výrobu kování.
- Kladívka od nejmenších po větší, stačí 3 velikosti.
- Dřevěná a gumová palička.
- Různé kleště s různými čelistmi. Štípačky, kombinačky.
- Sada plochých a nástrčkových klíčů do M 10
- Měřidla jako posuvka, dvoumetr kovový, metr dřevěný.
- Úhломěr, úhelník.
- Truhlářské svěrky malé i větší, skřipce ve větším množství.
- Ruční páskové nůžky na výrobu kování.
- Elektrická ruční vrtačka, sada vrtáků na kov a na dřevo.

Technologie stavby ocelotrubkových trupů

Ač se to vymyká rámci této příručky, považoval jsem za nutné předložit naší amatérské veřejnosti návod na stavbu ocelotrubkového trupu. Tato technologie pro svoji jednoduchost při zachování lehkosti a pevnosti je pro amatérskou stavbu skutečně vynikající.

Představitelem stavby dřevěných letadel, který dovedl tuto technologii až k nynější výši, byl německý konstruktér Hans Jacobs. On je skutečným klasikem tohoto druhu stavby,

protože svojí prací určil vývoj a technologii při použití dřevěného materiálu. Je autorem konstrukcí větroňů, které ovlivnily směr vývoje bezmotorových letadel. Připomeňme alespoň typy Rhonsperber, Rhonadler, Rhonbussard, Vážka, Olympie, Rhonspeciál, Reiher. Co typ, to mezník ve vývoji větroňů a dokonalost stavby ze dřeva. Starší generaci plachtařů se u nás zapsal do srdce Jacobsův dvousedadlový Jeřáb, který se za druhé světové války vyráběl u Beneše-Mráze v Chocni a byl po válce na našich letištích nejrozšířenější dvousedadlovkou. Nutno připomenout, že Jacobsův větroň DFS-Meise se stal ve výběru větroňů v roce 1938-39 větronem určeným pro Olympiádu. Proto byl přejmenován na Olympia.

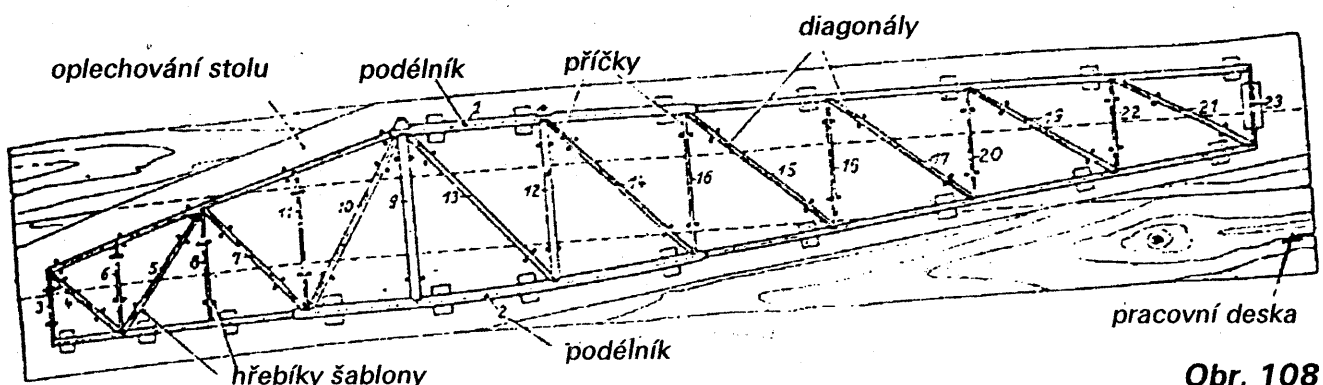
Průlom do této dokonalé konstruktérské Jacobsovi školy z třicátých let udělal v roce 1935 německý konstruktér Egon Scheibe. Přišel se svými větroni smíšené konstrukce, to jest trup ocelotrubkový, křídla dřevěná známé pod názvem Munchen, Mu - 13 Atalanta, Mu - 17 Merle z doby předválečné, ke kterým přidal v roce 1951 typ Bergfalke - II, který konstrukčně a koncepcí vycházel z typu Mu-13e. Tento konstruktér, který zpracoval ještě další typy větroňů smíšené konstrukce, udělal průlom do stavby větroňů použité trubkové konstrukce, která přechází od čistých aerodynamicky dokonalých tvarů, k hranatým tvarům trupu. Navíc v roce 1936 německý plachtař Kurt Schmid vyhrává se svoji Mu-13 Atalantou mistrovství Německa v plachtění, čímž je rozhodnuto o dalším používání ocelotrubkových trupů.

U nás bude patřit dík Ing. L. Štrosovi a jeho konstr. skupině, že přivedl na svět prvního větroně s ocelotrubkovým trupem a to větroně Pionýr. Dnes již tato technologie je ve světě velice rozšířena, hlavně při stavbě lehkých sportovních letadel. K zavádění stavby ocelotrubkové konstrukce (dále jen prutovina), vedou také ekonomické důvody, neboť tento způsob výroby trupů je rychlejší a také lacinější než trup dřevěný.

Jestli se chce amatér zabývat s tímto druhem stavby, musí si vytvořit takové podmínky, aby tento způsob zvládl. Především je to potřeba dobrého svářeče, pokud možno s oprávněním sváření leteckých konstrukcí. Jde o sváření trubek se silou stěny až 0,5 mm a rychlým svářením, aby nedocházelo k ohřátí trubek na velké délce. Vedle řemeslné zručnosti musí být naprostá snaha odvést kvalifikovanou práci. Bude dobře, když si před stavbou ověříme, jak bude práce vypadat. Uděláme si malé cvičení na několika kusech uzlů trubkové konstrukce.

Jako příkladu stavby trupu z prutoviny použijeme nejčastější tvar - čtyřhranný průřez

trupu. Způsob stavby jiných tvarových forem trupu analogicky z tohoto základu odvodíme. Jako pracovní plochu pro sváření budeme muset mít plošinu zbitou z fošen a potaženou plechem, aby nám plošina nemohla od plamene autogenu hořet. Pokud tolik plechu nemáme, pak vystačíme s plechovou deskou o síle 2-3 mm velkou minimálně 60 X 60 cm, kterou budeme pod svařovanou konstrukci podsouvat. Nebude-li plošina pro sváření oplechovaná, bude se nám zase na dřevěnou desku konstrukce z trubek dobře přichytávat. Na pracovní desku nepokrytou plechem si můžeme obrys trupové stěny narýsovat, připravit dorazy ve kterých budou



Obr. 108

uchyceny trubky. V případě, že máme pracovní desku oplechovanou, budeme na plech nuceni nanést plavenou křídu rozmíchanou v nitroředidlu, aby se nám dobře štětcem nanášela. Použití nitroředidla má tu výhodu, že nátěr je ihned suchý, můžeme rýsovat a plech nám nebude rezavět. (**Obr.108**)

Začneme rýsovat od vztažné čáry, od které podle výkresu nanášíme všechny míry. U horní a dolní strany trupu je obvykle vztažnou linií osa trupu. U bočních stěn je obvykle horní hrana trupu vztažnou linií a nebo je tato na výkresu zakreslena. Udané míry se vztahují na středy trubek. Po narýsování dílu trupu vytvoříme pro uložení trubek hřebíkovou šablonu s tím rozdílem, že použijeme silných hřebíků 80 až 100 mm dlouhých, které do šablony zarazíme. Máme-li šablonu oplechovanou, pak pro hřebíky musíme do šablony vyvrtat ruční vrtačkou patřičný otvor. Hlavy hřebíků po zaražení do pracovní desky uštípeme. Zarazíme je tak hluboko, abychom se o příliš vysazené hřebíky nezranili.

Při výrobě trubkového trupu, zhotovíme v šabloně nejprve levou a pravou bočnici trupu. Potom je usadíme pevně na montážním stole do správné polohy, zajistíme proti vyklonění a posunutí a vevaříme mezi obě bočnice horní a dolní stranu. Dostaneme tak v každém případě pevný trup, který může být vyjmut z přípravku pracovní desky. Je také ještě druhá možnost a to že na pracovní desce svaříme horní a dolní stěnu, tyto proti sobě upevníme a vyvaříme příčky a diagonály bočních stěn.

Zda se rozhodneme pro první nebo druhou metodu je závislé od následující rozvahy:

- 1/ Je-li boční stěna vyšší než spodní a horní, což je ve většině případů, pak stavíme nejdříve boční stěny jinak obráceně.
- 2/ Chceme-li stavět jen jeden nejvýše dva trupy, musíme se ještě přesvědčit, na kterém způsobu narazíme na menší těžkosti. Nejjednodušší je vždy šablona ve které může být zhotoven rovný díl, neboť pak může být i šablona rovná. Všechny čtyři stěny bývají však prohnuté, neboť se trup dozadu zužuje. To znamená, že musíme trubky na rovné ploše šablony vypořadit špalíky tak, abychom

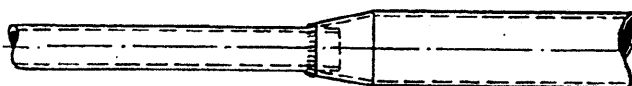
zajistili požadované ohnutí. Jestli že jsou dvě stěny rovné, pak stavíme nejdříve tyto.

Jsou-li všechny čtyři ohnuté, tak stavíme ty dvě, které mají nejmenší ohnutí, a které nám způsobí při stavbě v šabloně nejméně námahy.

Jsou-li obtíže všech čtyř stěn přibližně stejné, pak postupujeme podle bodu 1.

Nyní se vraťme k hřebíkové šabloně. Nejprve zatlučeme hřebíky do šablony podél hlavních trubek. Hřebíky pro příčné a diagonální trubky si zatlučeme vždy až před svařením, protože by jsme je mezi již zatlučené hřebíky nemohli zasunout. Příčky a diagonály budeme muset pro sváření mezi hlavní trubku postupně skládat. Tam kde předpokládáme větší pnutí trubek vlivem sváření, použijeme k pevnému opření trubky dřevěných špalíků, které do pracovní desky šablony uchytíme vruty. Špalíky musí být poněkud vyšší než poloměr trubky, aby se nám trubky ze špalíků nemohly vysunout. Vyjimku tvoří jen ty podélné trubky v přední části trupu, které probíhají více diagonálně. Zde si můžeme během sváření pomoci s upevněním trubek k šabloně opět hřebíky, což je rychlejší než upevňování špalíků.

Jestliže podélníky trupu se budou skládat z různých průměrů trubek, pak je teprve po sváření do sebe můžeme vložit do šablony.



Obr. 109

Sesazování trubek různých průměrů do sebe je umožněno redukováním konce větší trubky. To provedeme na soustruhu, kam trubku upneme a necháme ze sklíčidla vyčnívat v délce asi 10 cm. Malý suport soustruhu natočíme tak, aby byl vůči podélné ose o 15-20°. Na pomalý běh soustruhu ohřejeme konec trubky v potřebné délce (raději menší) a pomoci válečku malým suportem stáhneme na ohřátém konci trubky kužel o takovém průměru konce, aby se mohl zasunout do menší trubky v délce alespoň jednoho centimetru. (**Obr.109**)

Při práci na výrobě trupu se vyvarujeme ohýbání trubek do oblého tvaru. Je lépe, když je změna směru trubky provedena

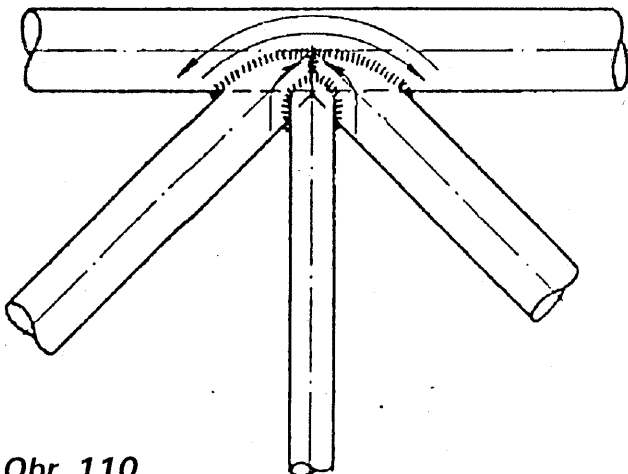
v uzlu, ve kterém trubka končí. Její pokračování navaříme z dalšího kusu. Ohýbané oblé trubky mají sklon k praskání a jsou málo odolné na vzpěr. V tomto směru prohnutá trubka snese menší namáhání, než trubka přímá. Pokud potřebujeme trubku mírně přihnout, pak to můžeme učinit v uzlu, na jehož okraji trubku mírně nahřejeme a přihneme. Nesmíme ohýbat tak ostře, aby se nevytvořila na trubce boule nebo záhyb.

Když máme hlavní podélné trubky připravené a upravené podle výkresu, můžeme je zkrátit na potřebnou délku a vložit do šablony.

Než začneme vkládat do šablony mezi podélné trubky příčky a diagonály, musíme se dobře seznámit se způsobem skládání těchto trubek do jednotlivých uzlů, které mají různé provedení. Nejpracnější bude uzel, ve kterém se na podélné trubce sejde příčná a dvě diagonální trubky z obou stran. Všechny ostatní formy uzlů dají méně práce.

Povšimněme si tří různých možností provedení uzlů :

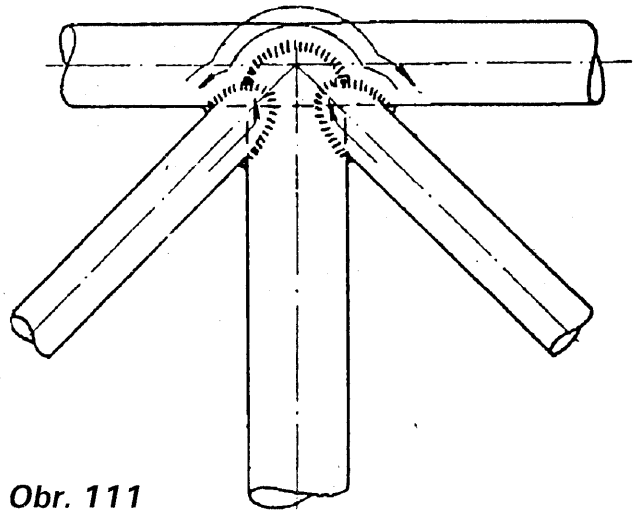
1. Diagonální trubka je právě tak silná jako příčná, což tak většinou bývá. V tom případě budeme nejdříve usazovat a lícovat diagonální trubku a potom příčnou. (**Obr.110**)
2. Příčná trubka je podstatně silnější než diagonální. To se vyskytuje hlavně v místě hlavních závěsů křídel a podvozku. V tomto případě bude dřív zalícovaná a usazená příčná trubka a pak diagonální. (**Obr.111**)
3. V případě 1. a 2. musí se stýkat v uzlovém bodě na ose podélných trubek všechny trubky tak, že jejich osy se setkávají na podélné ose v jednom bodě. To je pravid-



Obr. 110

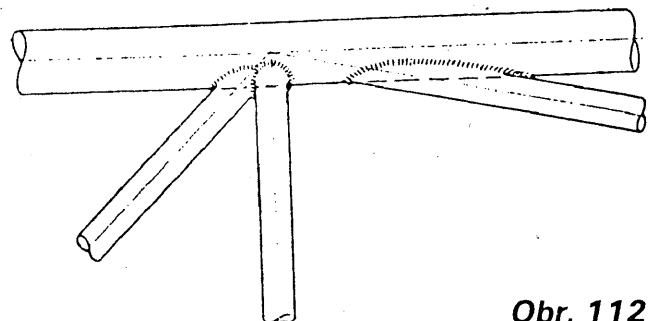
lo. Tím se vyvarujeme možnosti vzniku ohybových momentů v uzlovém bodě.

Vyjimka je možná v tom případě, kdy diagonální trubka svírá s podélnou trubkou malý úhel, což by mělo za následek příliš dlouhý svár a tím značný dilatační průtah podélné trubky dlouhým ohřevem. V tom případě postupujeme tak, že osu diagonální trubky posuneme zalícováním od podélné o tolik, aby svařovací švy na příčné trubce a podélné byly stejně dlouhé. (**Obr.112, 113**)



Obr. 111

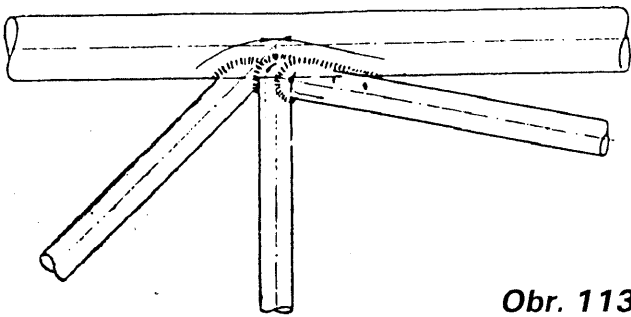
S vkládáním příček a diagonál začínáme v předu konstrukce. Ovšem s přihlédnutím k výše uvedeným zásadám. Na výkresu bývá obvykle pořadí vkládání trubek očíslováno. Ve většině případů, pokud není výslovně uvedeno jinak, je to i shodné s pořadím provádění svárů.



Obr. 112

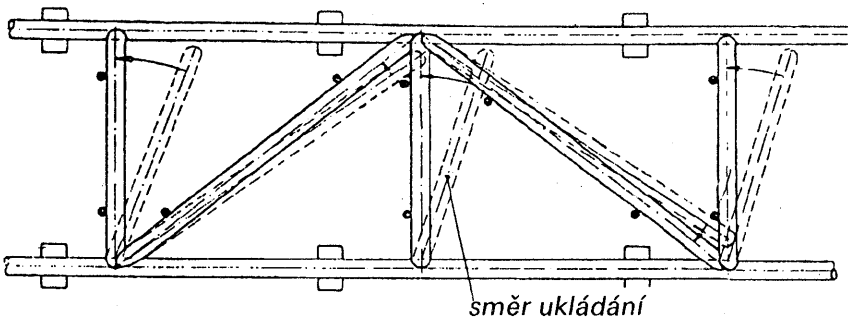
Trubky musejí být na sebe pečlivě zalícované bez mezer ve stycích, kde budeme svářet. Je zásadní chybou chtít případné mezery na uzlech vyplnit svařovacím drátem.

Musíme si uvědomit, že nebudeme moci příčné a diagonální trubky zasazovat mezi podélné zhora. Musíme kvůli zalícovaným



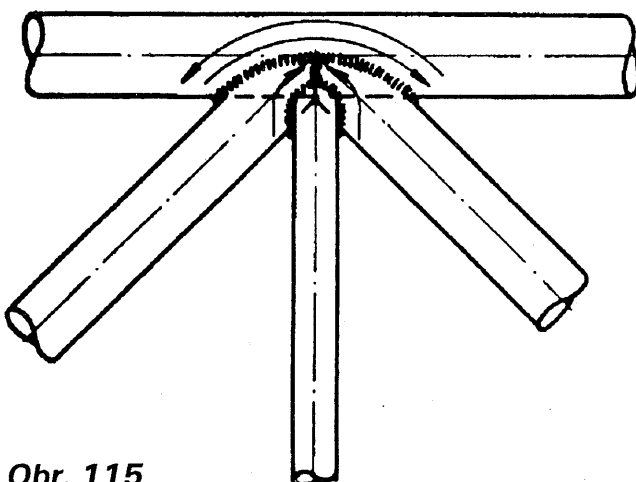
Obr. 113

koncům provádět vkládání trubek v ose podélných trubek. Po vložení jednotlivých trubek je budeme ihned zajišťovat na svém místě hřebíky z jedné strany. Po vložení trubek do šablony provedeme kontrolu sesazení a můžeme všechny uzly spojit jedním malým svárem (stehovat). (Obr. 114) Po sestehování celé bočnice odstraníme všechny hřebíky, které nám sloužily za doraz na příčkách a diagonálách. Při svařování uzlů dojde k tepelné dilataci hlavních podélných trubek a pro tento pohyb musíme konstrukci udělat místo právě vytažením dorazových hřebíků. Zůstávají jen hřebíky na podélných trubkách. Tyto pevně zakotvíme jen vzadu.



Obr. 114

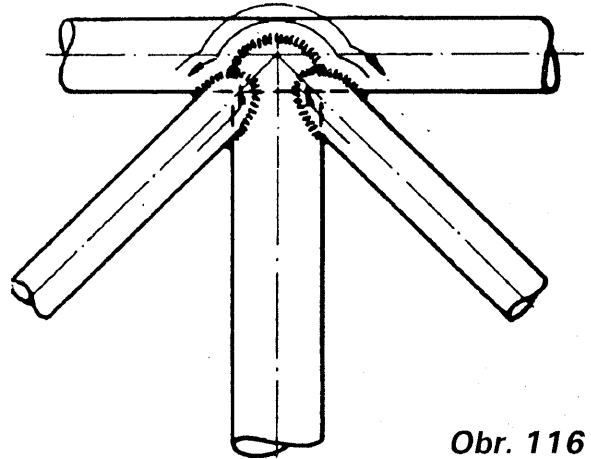
Stěna se při svařování zkrátí a protože jsme jí ukotvili vzadu pevně, bude se při sváření stahovat zpět. Smrštění příček a diagonál svářením je zanedbatelné.



Obr. 115

Konečně můžeme nyní začít s vlastním svářením. Začneme od zadu, kde jsme si konstrukci zakotvili na pevně a postupujeme od uzlu. Musíme postupovat metodou "cik cak", střídavě uzly na každé podélné trubce.

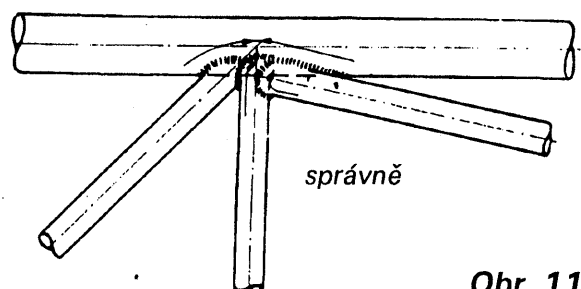
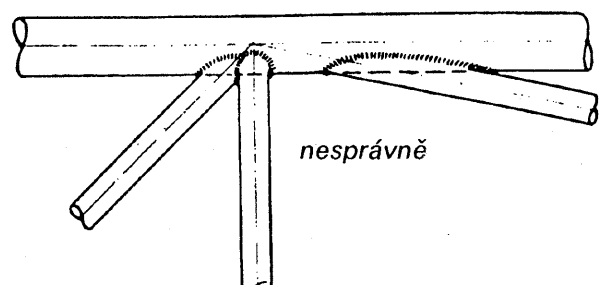
Směr sváření přímé na uzlech je dán vyobrazeními. (Obr. 115, 116, 117)



Obr. 116

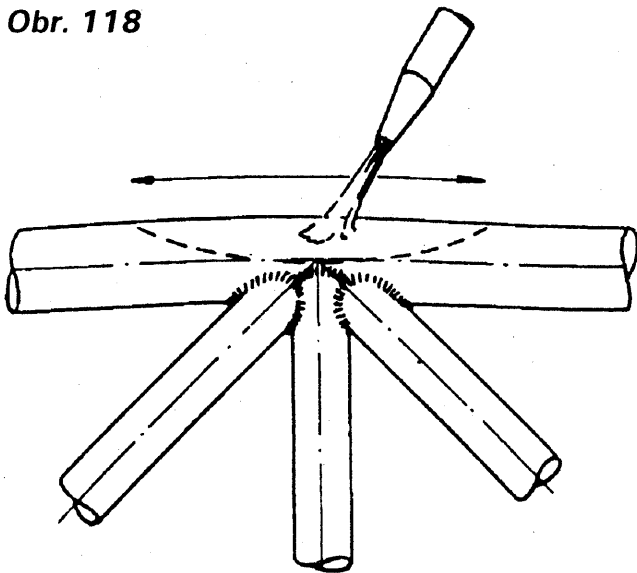
Je dobré, když síla stěn jednotlivých trubek je stejná, nanejvýš rozdíl 0,5 mm. Je-li rozdíl v síle stěn trubek v uzlu větší, pak přivaříme nejdřív trubky se silnější stěnou a pak teprve vaříme trubku tenkostěnnou. Je dobře svár provést co nejvíce na spodní stranu uzlu. Za tím účelem můžeme bočnici trochu nadzvednout, aby se svářeč dostal svářecím drátem dále.

Když jsou svářecí práce na bočnici trupu v šabloně ukončeny, můžeme ji ze šablony vyjmout a položit

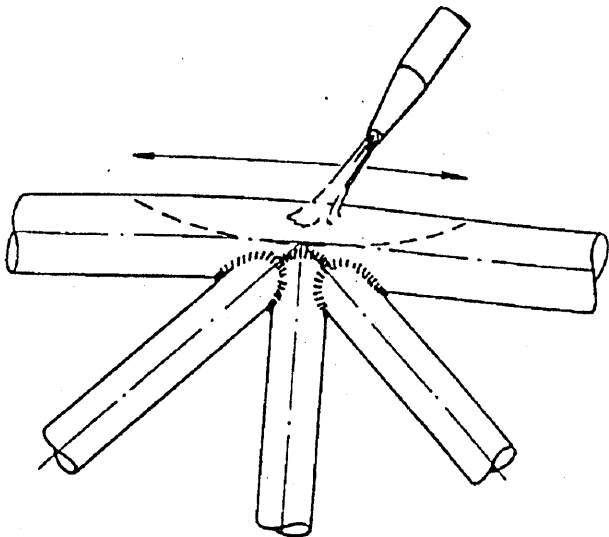


Obr. 117

Obr. 118



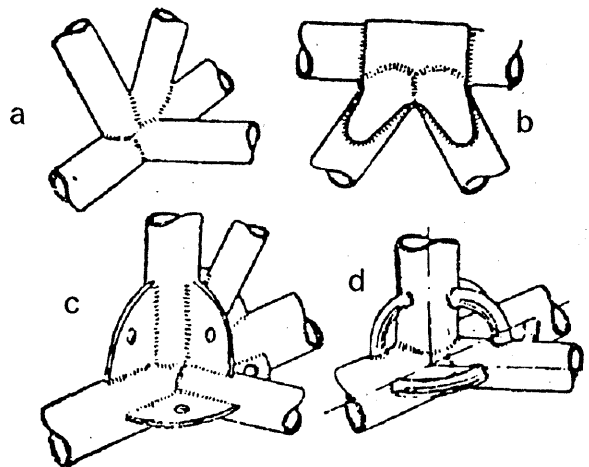
na desku šablony k zavaření druhé strany. Při tom zjistíme, že celá bočnice je prohnutá. To se stalo svářením na jedné straně. Nebudeme se snažit toto prohnutí srovnat. Toho se dosáhne sváry na druhé straně bočnice.



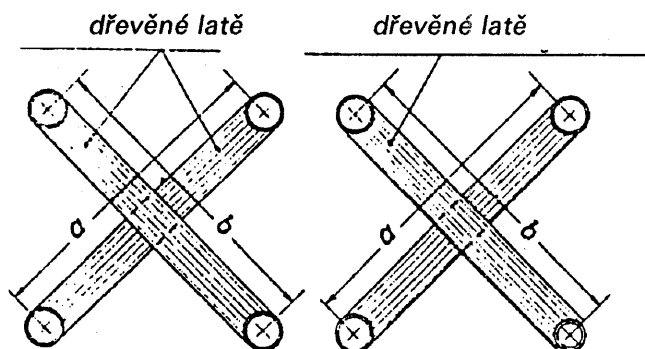
Rovnění trubky podélníku nebo přiohnutí.

Tam postupujeme stejným způsobem jako na první straně.

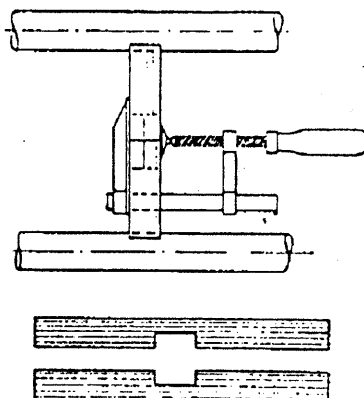
Sváření jsme sice ukončili, ale práce přesto ještě není hotova. Musíme provést ještě další úpravy. Sváření má vždy za následek průtah trubky. U dobrého svařeče je menší, u začátečníka, který dlouho ohřívá, větší. Docela vyhnout se tomuto jevu nelze. Když trubku, která je na koncích pevně ukotvena budeme svárem ohřívát, tak se bude materiál trubky rozpínat, ale důsledkem bude napěchování materiálu v místě ohřevu, protože trubka nemá kam diletovat. Znamená to, že po vychladnutí zjistíme, že se celková délka trubky zkrátila. Je jasné, že toto zkrácení je o to horší, čím byla trubka více zahřáta. Nenechá se tedy zabránit, aby naše trupová stěna byla o 10 - 20 mm kratší. Ale ještě jeden nepříjemný jev se po sváření objeví. Když je na trubce svařováno jen na jedné straně, tak se trubka zkracuje také jen



Uzly svařované konstrukce příhradových trupů.



Rozměr kříže se rovná úhlopříčkám trupu jednotlivých míst



Obr. 119

jednostranně. Znamená to tedy, že hlavní podélné trubky budou mezi jednotlivými uzly prohnuté. Závadu odstraníme tím, že trubky zahřejeme na vypouklé straně také jednostranně. (Obr.118, 119)

Nyní si připravíme kříže ze dřeva. Stačí latě o průřezu 30 x 30 mm. Z těchto zhotovíme několik křížů, jejichž konce opatříme otvory, které se budou rovnat průměru trubek, které budou do nich zasunuty. Proto latě do otvorů prořízneme na jejich koncích.

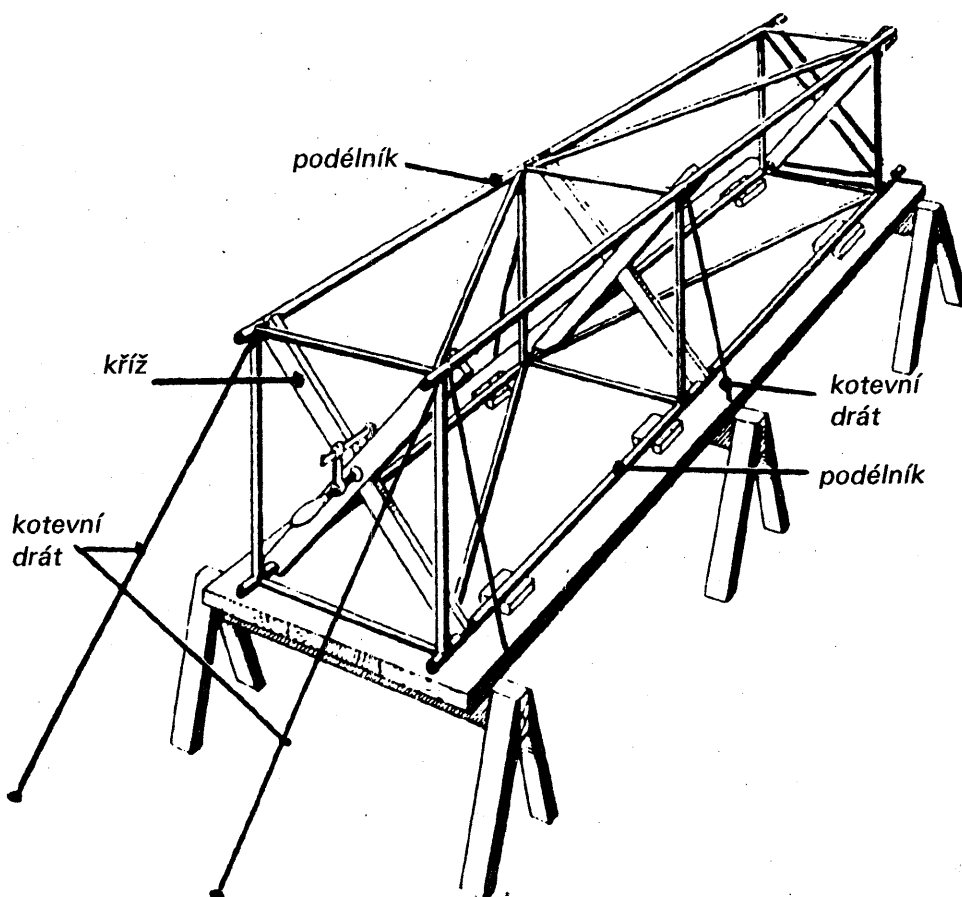
Velikost těchto křížů musí být taková, aby rozměry odpovídaly rozměrům míst průřezu trupu v místě, kam bude kříž vložen. Těchto křížů zhotovíme raději větší počet, aby byl tvar trupu dokonale zachován. Kříže nám tedy musí napomoci zachovat symetrii trupu. Žádný kosočtverec nebo kosodélník průřezu trupu.

Obě bočnice na montážní rovině šablony trupu usadíme do křížů, železným vázacím drátem je mezi sebou stáhneme tak, aby byl jejich správný tvar zachován. Celek dokonale seřídíme buď na osu trupu nebo na vztažnou rovinu. Potom opět železným vázacím drátem takto připravený trup ukotvíme k desce šablony.

Vkládání trubek do konstrukce se provádí opět tím samým způsobem, jako při výrobě bočnic trupu. Jakmile máme trubky slícované v uzlu, ihned si je malým svárem (stehem) přichytíme k podélné trubce. Pak sváříme již popsaným způsobem. Hořejší trupovou stěnu zavaříme zcela, protože je po obvodu přístupná a dolejší, která sedí na šabloně tolik, kolik je možné. Zde dovaříme sváry po vyjmutí svařence z přípravku. V tomto případě však kříže zůstanou stále ještě v konstrukci. (Obr.120)

Nyní musí být svařený trup ještě upraven. Může se lehce stát, že se trup lehce zkroutí. Důvodem je zkrácení podélných trubek díky ohřevu. Nemusí to být u všech. Musíme správně určit, která diagonála může být opravena, aby se skroucení opravilo. Tuto diagonálu při uzlu rozřízneme, trup srovnáme a diagonálu po úpravě zkroutení znovu přivaříme. Když budeme trup přeměřovat, nebudou jeho rozměry zcela souhlasit. S tolerancí 10-20 mm na délce trupu budeme počítat již při počátku výroby a o tuto míru ponecháme hlavní podélné trubky delší.

Sohledem k tomu, že se při výrobě prvního trupu naučíme všechny úskoky a vady poznávat, doporučuje se zhotovit ještě jeden trup, na kterém se již nedostatků při výrobě můžeme vystříhat. Náklady uneseme dobře s vědomím, že si uděláme rezervní trup, který můžeme později použít, nebo se o náklady podělíme s přítelem, který trup využije pro svoji stavbu. V tomto případě přinese práce ve dvou užitek.



A ještě dodatkem několik rad z dílny pro inspiraci stavitelům

Nikdy se stavbou nespěchej. V létání, stavbou počínaje, je spěch největším nepřítelem rozvážnosti. Nad výkresy svého letadla, které budeš stavět, musíš prosedět řadu večerů. Před zahájením stavby by jsi měl konstrukci dokonale znát.

Se stavbou začni, až budeš mít materiál opatřený alespoň ze tří čtvrtin. Budeš-li materiál obstarávat až v průběhu stavby, prodloužíš dobu potřebnou k dokončení díla. Používej již osvědčených postupů. Když nebudeš vědět jak dál, poraď se s technikem, který je k tomu kvalifikovaný. Nedej na rady těch, kteří ještě nic neudělali. Letecký technik, který pracuje jen s kovem, těžko ti poradí při práci se dřevem.

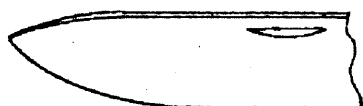
Zaveď si stavební deník. Budeš se sám podívat, kolik práce strávíš na stavbě svého letadla. Ten bude dobrý i pro technika, který ti bude velmi platný jako stavební dozor. O kontrolu jej požádej:

1. stavebního materiálu
2. hotových detailů, žebra, přepážky, nosníky, kování
3. při dokončení kostry před potažením
4. po dohotovení letadla před zalétáním.

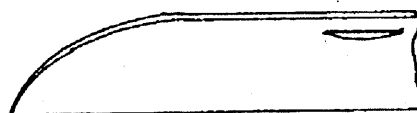
Tím si ušetříš mnoho nepříjemností s opravami vadně vyrobených dílů.

Nevymýšlej již vymyšlené. Technologie stavby letadla ze dřeva má mnohaletou tradici a byla dovedena na vysokou úroveň. Zde platí: Nic nového pod sluncem, to vše již tady bylo.

Nůž pro řezání překližky. Překližku je nejlépe dělit nožem, který si k tomu účelu upravíme dle obrázku. Ocelové pravítko nám zajistí rovný řez.



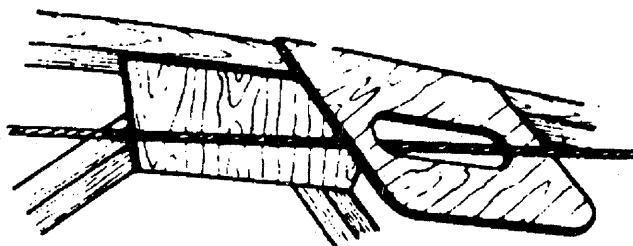
chybně



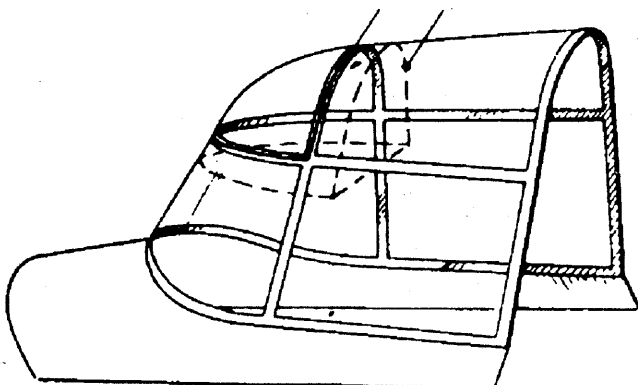
správně

Průchod lan potahem udělej z překližky. Na tuto překližku přilepíš plátěný potah.

Kryt pilotního prostoru zhotovíš z překližky a slabých trubiček, na které přinýtuješ nebo přišroubuješ plexi. Mezi kostru a plexi přilep proužek gumového pásku, aby plexi nepraskalo. Tvar kabiny vol tak, aby jsi měl co nejvíce rovných ploch.

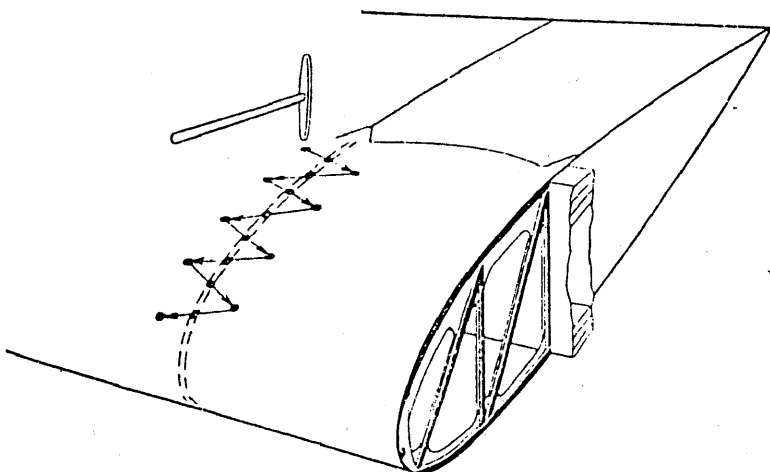


Kvalitu při klížení potahu zkontroluješ malým kladívkem v místě žebra torsní skříně nebo přepážky trupu. Správně přilepená překližka vydává při poklepu tvrdý zvuk.



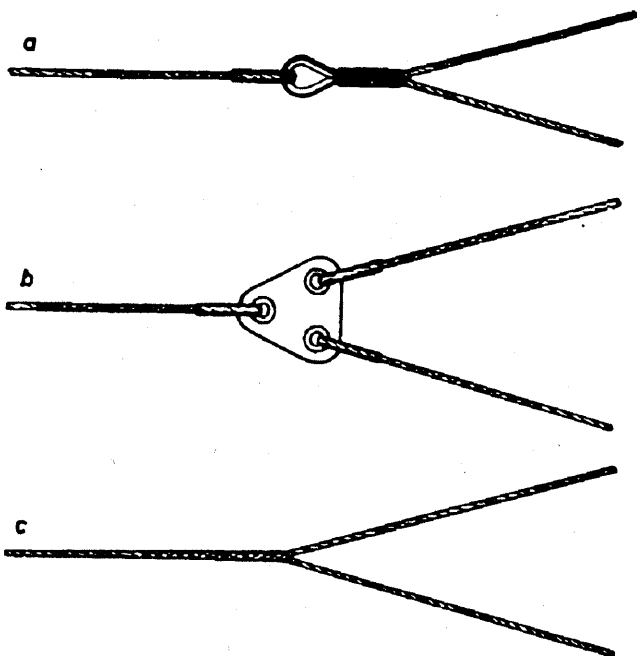
Diferenciální řízení zlepší vlastnosti letadla v zatáčkách. Křidélko na vnější straně zatáčky se vychýlí méně než uvnitř zatáčky. Letadlo bude v zatáčkách jemné.

Předohnutý překližkový potah náběžné hrany křídla nebo kormidla opatříme

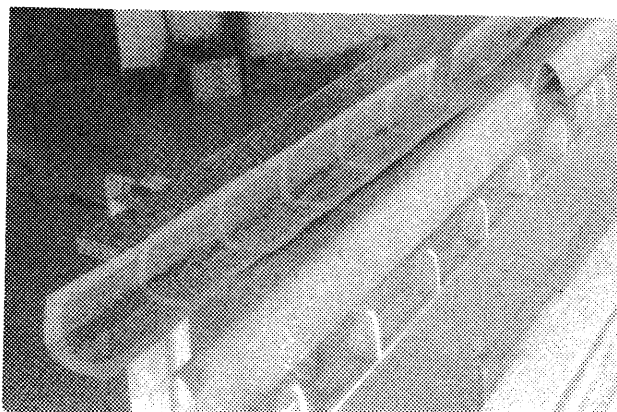
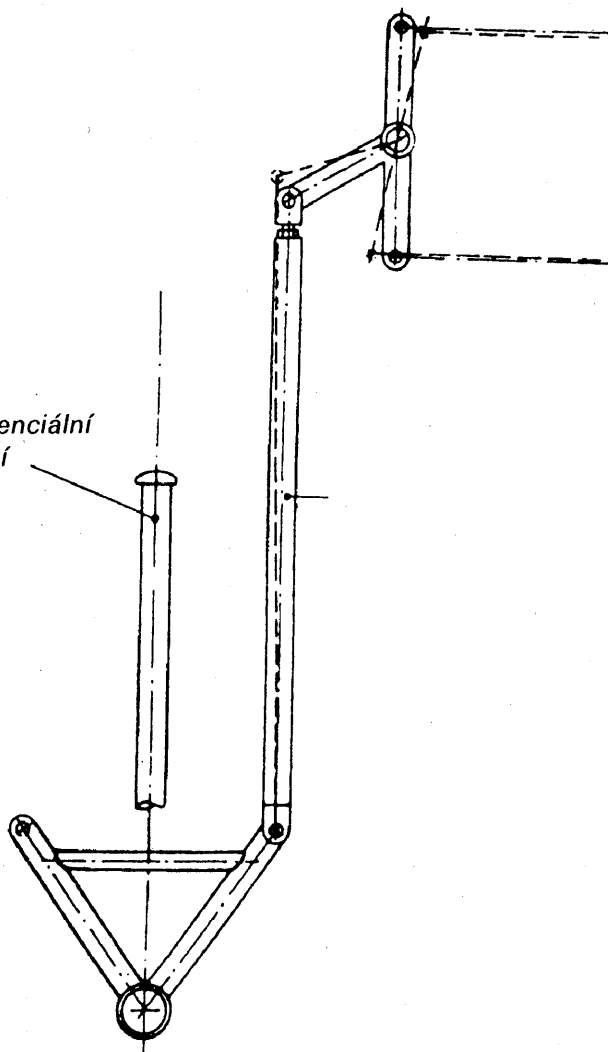


izolačním nátěrem proti vlhku. V případě, že žebírka jsou plná (např. balsa), musíme do nich vyvrtat otvor o průměru asi 6 mm na vyrovnání tlaku vzduchu. Prostor, který zakrejeme překližkou, musíme rovněž opatřit nátěrem proti vlhku. Pozor, ať si plochy, které budeme klížit, nenatřeme izolačním lakem. Tam by nám žádný klič nedržel.

Rozdvojení lan:
a - nesprávně
b, c - správně



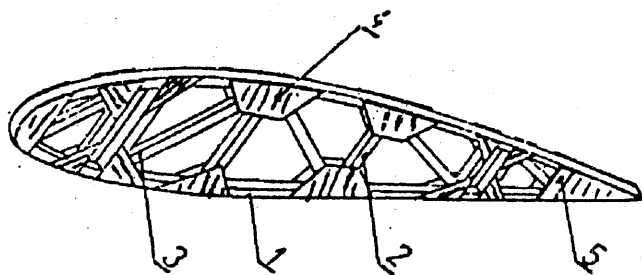
diferenciální řízení



I náklížky na žebru musí být umístěny správně podle let.

Diagonální vyztužení dvounosníkového křídla můžeme provést:

- a. s diagonálami
- b. se skříženými lany
(viz obrázek)



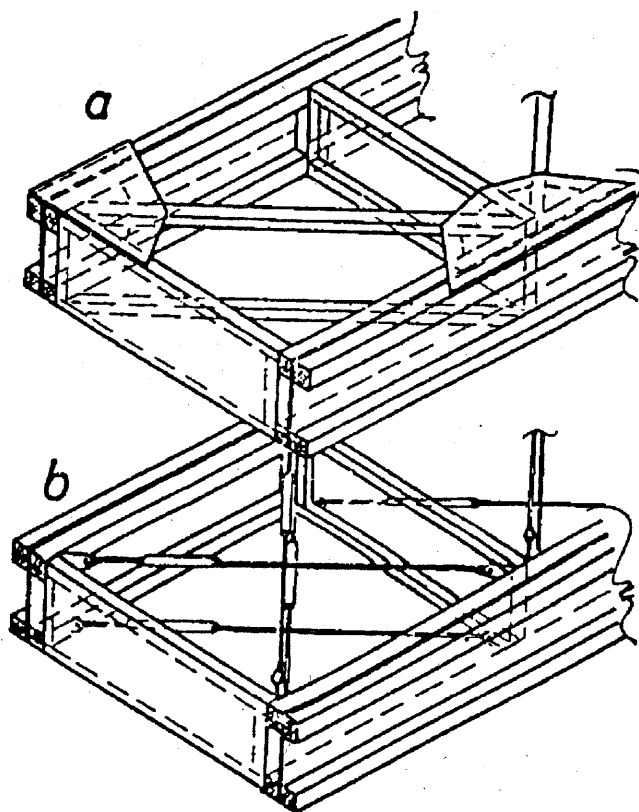
Dřevěné příhradové žebro

- 1 - pásnice
- 2 - rozpěrka
- 3 - diagonála
- 4 - náklížek
- 5 - výklížek

Diagonální vyztužení dvounosníkového křídla:

a - s diagonálami

b - se skřížnými lany



Nakonec ještě tabulky. Jsou informační. Některé druhy materiálu se změnilly a nebo se používají podnikové normy.

Jsou přiloženy i tabulky ve staré soustavě norem pro ty, kteří si na nové míry ještě nezvykli. Věřím že amatérům, stavitelům malých letadel a kluzáků poslouží.

Pevnost dřeva se udává v kg/cm^2 , tento počet kg označujeme číslem, které nazýváme koeficientem pevnosti. Koeficient pevnosti v tahu se u smrku udává 453 - 1684 kg/cm^2 , v tlaku 280 - 620 kg/cm^2 .

Koeficienty pevnosti dřeva podle Baumana (II značí ve směru vláken, jinak kolmo k vláknům)

Dřevo	Pevnost v tahu II kg	Pevnost v tlaku II kg	Pevnost v tlaku kg	Pevnost v ohybu kg	Specifická váha kg/dm^3	Modul pružnosti
Smrk, spruce	453-1684	280-620	29-95	450-1160	0,36-0,65	79,000-182,000
Borovice	640-1800	325-766	22-187	540-2050	0,38-0,77	87,000-200,000
Jasan	750-1180	360-850	86-191	730-1780	0,53-0,86	95,000-179,000
Lípa	696-1747	392-710	38-106	-	0,45-0,58	140,000-172,000
Bříza	1077-2670	623-864	-	1198-1276	0,63-0,68	170,000-171,000
Jedle	475-1180	445-910	22-85	881-950	0,41-0,57	90,000-163,000

Pevnost průměrně dobrého konstrukčního dřeva při vlhkosti 15%

(Při pečlivém výběru a stálé kontrole materiálu lze počítati s hodnotami vyššími)

Materiál	spruce, smrk	jasan
Pevnost v tahu podélně	700/ kg/cm	1,000/ kg/cm
v tlaku	3600	4500
v tlaku napříč	500	1300
ve smyku podélně	400	950
Modul pružnosti v ohybu	95,000	105,000
Minimální specifická váha	0,4	0,65

Podle ČSN se trubky dělí na tyto druhy:

Druh	Použití a vlastnosti	Mez průtažnosti	Mez pevnosti	Tažnost v celku	Tažnost v pásku	Označení barevné
I.	Trubky nýtovací, opracovatelné za studena, nekalitelné	17 kg/mm^2	28-35 kg/mm^2	25%	28%	bílá
II.	Trubky svařovací, zprac. za studena, nekalitelné.....	40 kg/mm^2	45-60 kg/mm^2	6%	7%	modrá
III.A.	Trubky tvrdé, nesvařitelné, lesklé tažené	50 kg/mm^2	58-70 kg/mm^2	5%	6%	červená
III.B.	Trubky tvrdé popouštěné, nesvařitelné.....	50 kg/mm^2	58-70 kg/mm^2	5%	6%	červená

Tabulka ocelových trubek okrouhlých

Průměr v mm	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Síla stěny	0,5	0,5 0,75 1	0,5 0,75 1	0,5 0,75 1	0,5 0,75 1	0,5 0,75 1	0,5 0,75 1 1,5	0,5 0,75 1 1,5	0,5 0,75 1 1,5 2	0,5 0,75 1 1,5 2
Váha běžného metru	0,019	0,031 0,042 0,050	0,043 0,060 0,074	0,056 0,079 0,099	0,068 0,097 0,123	0,080 0,115 0,148	0,093 0,134 0,173 0,240	0,105 0,152 0,197 0,277	0,117 0,171 0,222 0,315 0,395	0,142 0,208 0,272 0,388 0,493
Průměr v mm	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28
Síla stěny	0,5 0,75 1 1,5 2	0,5 0,75 1 - -	0,5 0,75 1 1,5 2	0,5 0,75 1 1,5 2	0,5 0,75 1 1,5 2	0,5 0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2
Váha běžného metru	0,166 0,245 0,320 0,462 0,592	0,179 0,264 0,345	0,192 0,282 0,370 0,536 0,691	0,216 0,318 0,419 0,611 0,789	0,240 0,357 0,469 0,685 0,888	0,265 0,392 0,518 0,751 0,987	0,430 0,568 0,833 1,09	0,448 0,592 0,869 1,13	0,467 0,616 0,907 1,18	0,503 0,666 0,981 1,28
Průměr v mm	30	32	34	35	36	38	40	42		
Síla stěny	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	0,75 1 1,5 2	1 1,5 2	1 1,5 2	1 1,5 2	1 1,5 2		
Váha běžného metru	0,542 0,715 1,05 1,38	0,578 0,765 1,13 1,48	0,615 0,814 1,203 1,579							

Mechanické vlastnosti ocelí používaných v letectví

Druh oceli		Specifická váha gr ³ cm ³	Chemické složení						Pevnost v tahu kg/mm ²	Pevnost v smyku kg/mm ²	Modul pružnosti v tahu E kg/mm ²	Modul pružnosti v smyku G kg/mm ²
ČSN	GOST		Uhlík C %	Mangan Mn %	Křemík Si %	Chrom Cr %	Nikl Ni %	Síra+fosfor S+P %				
12 010 12 021	10	7,83	0,05 0,15	0,35 0,65	0,17 0,37	max. 0,25	max. 0,30	0,08	32 42	24 29	20 000	7 800
N 2024	20	7,82	0,15 0,25	0,35 0,65	0,17 0,37	max. 0,30	max. 0,30	0,07	40 50	28 35	21 000	7 800
12 050	45	7,81	0,40 0,50	0,50 0,80	0,17 0,37	max. 0,30	max. 0,30	0,08	60 70	42 49	20 000	7 800
14 331	30ChGSA	7,85	0,28 0,35	0,80 1,10	0,90 1,20	0,80 1,10	max. 0,40	0,06	55 75 160	38 52	20 000	7 700
pružinová	VS OVS	7,85	0,65 0,75	0,45 0,75	0,15 0,30	max. 0,30	max. 0,30	0,06	110 220	66 130	21 500	
17 246	AKVS 1Ch18N9T	7,88	max. 0,12	max. 2,00	max. 1,00	17 20	8 11	0,065	65 85			

Mechanické vlastnosti letecké překližky

Třída a tloušťka překližky mm	Počet vrstev	Specifická váha gr cm ³	Pevnost v tahu			Pevnost v smyku			Modul pružnosti v tahu E kg/cm ²			Modul pružnosti v smyku G kg/cm ²	
			Podél vláken	Pod úhlem 45°	Napříč vláken	Podél vláken	Pod úhlem 45°	Napříč vláken	Podél vláken	Pod úhlem 45°	Podél vláken	Pod úhlem 45°	
I. třída													
1	3	0,80	750	300	450	200	450	250	130 000	28 000	65 000	8 000	42 000
1,5 - 2,5	3	0,80	750	250	450	150	400	200	130 000	28 000	65 000	8 000	42 000
2,5	5	0,80	750	300	600	200	400	200	120 000	30 000	80 000	9 000	45 000
3	3	0,80	750	250	410	150	350	200	130 000	28 000	65 000	8 000	42 000
3,0 - 4,0	5	0,80	750	300	600	150	350	200	120 000	30 000	80 000	9 000	45 000
5	5	0,77	750	300	500	150	350	200	120 000	30 000	80 000	9 000	45 000
II. třída													
1,0 - 3,0	3	0,8	550	200	250	120	280	160	120 000	26 000	55 000	7 500	36 000
2,5 - 6,0	5	0,8	550	250	350	120	280	160	105 000	27 000	70 000	8 000	40 000

Mechanické vlastnosti leteckého řeziva

Druh dřeva	Specifická váha kg/cm^3	Pevnost v tahu a tlaku kg/cm^2			Pevnost v smyku kg/cm^2		Rázová pevnost $\text{kg} \times \text{cm} \text{cm}^3$	Modul pružnosti kg/cm^2	
		Tah podél vláken	Tlak podél vláken	Tlak napříč vláken	Štípnání podél vláken	Kroucení		Podél vláken E v tahu	G v smyku
Borovice I	0,70	900	450	50	50	80	0,40	110 000	5 500
Borovice II	0,65	800	400	45	50	80	0,30	110 000	5 500
Borovice III	0,60	700	350	40	50	80	0,35	110 000	5 500
Smrk I	0,50	800	400	40	50	80	0,40	110 000	5 500
Smrk II	0,45	700	350	35	50	80	0,35	110 000	5 500
Jasan	0,80	1 100	450	80	85	120	0,55	120 000	6 500
Jasan II	0,71	1 100	400	80	85	120	0,40	120 000	6 500
Buk I	0,70	930	450	60	75	120	0,60	100 000	6 500
Buk II	0,65	930	390	60	75	120	0,50	100 000	6 500
Bříza	0,73	1 200	450	65	80	130		100 000	6 500
Lípa	0,48	600	270	40	50	75		90 000	4 500
Balsa	0,18 0,27	150 240	94 220		38			68 000 96 000	

Mechanické vlastnosti lehkých kovů používaných v letectví

Lehká slitina podle ČSN a GOST	Specifická váha gr/cm ³	Chemické složení								Pevnost v tahu kg/mm ²	Pevnost v smyku kg/mm ²	Modul pružnosti v tahu E kg/mm ²	Modul pružnosti v smyku G kg/mm ²
		Hliník Al %	Hořčík Mg %	Křemík Si %	Zinek Zn %	Mangan Mn %	Měď Cu %	Nikl Ni %					
424201.1 424251.1 D 1 M	2,8		0,40 0,80	max. 0,7	max. 0,3	0,40 0,80	3,8 4,8	max. 0,1	max. 23		7 200	2 700	
424201.6 424251.6 D 1 T	2,8		0,40 0,80	max. 0,7	max. 0,3	0,40 0,80	3,8 4,8	max. 0,1	38		7 200	2 700	
424203.1 424253.1 D 16 M	2,8		1,20 1,80	max. 0,5	max. 0,3	0,30 0,90	3,8 4,9	max. 0,1	max. 23		7 200	2 700	
424203.6 424253.6 D 16 T	2,8	zbytek	1,20 1,80	max. 0,5	max. 0,3	0,30 0,90	3,8 4,9	max. 0,1	42 45		7 200	2 700	
424432 AMC	2,8		max. 0,05	max. 0,6	max. 0,1	1,00 1,60	max. 0,2		13 17 22	8 10 11	7 100		
424412 AMG	2,8		2,00 2,80	max. 0,4		0,15 0,40	max. 0,1		19 25 27	15	7 000	2 700	
D 18 na nýty	2,8		0,20 0,50	max. 0,5	max. 0,1		2,2 3,0		16 30	19	7 100	2 700	
AK 6 na odličky	2,8		0,40 0,80	0,7 1,2	max. 0,3	0,40 0,80	1,8 2,6	max. 0,1	36 38		7 100	2 700	

Obsah :

Úvodem	3
Dřevo	4
Překližka	8
Lepidla	9
Zkoušení materiálu	13
Další materiály	16
Výroba dílů	22
Žebra	24
Nosníky	28
Přepážky trupu	32
Kování, jeho výroba a použití	33
Sestava křídel, trupu a kormidel	39
Stavba křídel	39
Stavba trupu	43
Stavba kormidel	47
Hrubá montáž	49
Potahování konstrukce plátnem	50
Vybavení dílny pro stavbu	53
Technologie stavby ocelotrubkových trupů	53
Několik rad závěrem	60
Příloha	63

Použitá literatura:

Hans Jacobs: Werkstattpraxis

Ing Woloszczuk: Stavba údržba oprava větroňů

WI. Humen: Plachtařství

Polské normy pro stavbu ITS

M. N . Šulženko: Konstrukce letadel

B . Vrzal a kol.: Strojnické tabulky

Jan Hrbek: Stavba kluzáků a větroňů

M . Staněk jun.: Kresby

E . Petraňová: Přepočty tabulek

**Stavba lehkých letadel
Miloslav Staněk**

Pro Leteckou amatérskou asociaci
vydalo jako svou 9. publikaci
nakladatelství letecké literatury Svět křídél

odpovědný redaktor Arnošt Moucha
obrazová část převzata z použité literatury
kresby P. Staněk
foto autor

sazba Reprint a. s. Cheb
tisk TYPOS a. s. Cheb

vydání 1.
rok vydání 1992
náklad 8 000 výtisků

ISBN - 80-85280-08-6



Technická knihnice

Letecké amatérské asociace ČSFR

Připravujeme:

ULTRALIGHTY od A do Z

Je to překlad francouzské učebnice, kde se dozvíte

- co je to letadlo
- o aerodynamice
- v konstruktérském minimu pak
 - a) základní výpočet
 - b) materiály a konstrukční prvky
 - c) praktická stavba
 - d) provoz a údržba
- palubní přístroje
- typy ULL
- praktické létání
- meteorologie
- navigace

Objednávky zasílejte: Letecká amatérská asociace ČSFR
P. O. BOX 44
100 05 PRAHA 10