



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

PŘESTAVBA LETOUNU AERO L-60S "BRIGADÝR" NA PŮVODNÍ VERZI L-60

CONVERSION OF THE AERO L-60S "BRIGADYR" TO IT'S ORIGINAL VERSION L-60

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Honzek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Mgr. Pavel Imriš, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Jan Honzek**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Profesionální pilot
Vedoucí práce: **Ing. Mgr. Pavel Imriš, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

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

Přestavba letounu Aero L-60S "Brigadýr" na původní verzi L-60

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je vytvořit teoretický podklad pro přestavbu letounu L-60S na jeho původní verzi L-60. Práce se bude zabývat legislativní a technickou problematikou zpětné přestavby, a potom na základě analýzy možných řešení stanovit optimální postup pro zahájení přestavby a pro její realizaci.

Cíle bakalářské práce:

Cílem práce je sestavit ucelený přehled kroků, které výrobce letounu při přestavbě na verzi L-60S vykonal a popsat veškeré technické úpravy, které letoun v rámci přestavby podstoupil. Hlavním cílem práce pak je, na základě těchto údajů vytvořit teoretický podklad pro zpětnou přestavbu letounu L-60S na jeho původní verzi L-60 s ohledem na současné legislativní a technické možnosti zpětné přestavby a na základě analýzy možných řešení stanovit optimální postup pro zahájení přestavby a pro její realizaci.

Seznam literatury:

TRAINING, Oxford Aviation. Aircraft general knowledge 3 powerplant. Rev. ed. Shoreham, U.K.: Transair (U.K.), 2001. ISBN 978-190-4935-032.

ADAMEC, J., KOCÁB, J. Letadlové motory. Vyd. 2. Praha: Corona, 2008, 175 s. ISBN 978-80-86116-54-9.

Letecké předpisy a ostatní legislativní podklady, týkající se technických otázek konstrukce a provozu letounů.

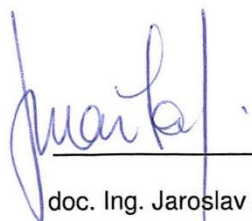
Učební texty dle JAR FCL 1, část 2, hlava J: Všeobecné znalosti letounu.

Technická dokumentace výrobce letounu L 60.

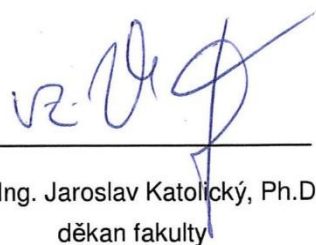
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 15. 11. 2016





doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá možností přestavby letounu Aero L-60S „Brigádýr“ na původní verzi L-60. Práce se zabývá legislativní a technickou problematikou této zpětné přestavby. V první části práce je čtenáři představen samotný letoun Aero L-60 a jeho jednotlivé verze. Následně jsou vyzdvíženy a analyzovány jednotlivé konstrukční odlišnosti obou verzí. V druhé části se práce zabývá problematikou samotné přestavby, jak po stránce administrativní, tak po stránce technické. Stěžejní částí práce je samotný návrh postupu přestavby letounu L-60S na původní verzi L-60.

ABSTRACT

This bachelor thesis researches the conversion of the Aero L-60 “Brigadyr” to its original version the L-60. The thesis focuses on the legislative and technical aspects of this backward conversion. The first part of the thesis introduces the aircraft Aero L-60 and its individual versions to the reader. Further on the differences of both versions are compared and analysed. The second part of the thesis mainly focuses on the conversion, considering the technical approach to the problem and the administrative necessities for the conversion. The focal point of this bachelor thesis is a comprehensible list of steps necessary for the conversion of the Aero L-60S aircraft to its original version the L-60.

KLÍČOVÁ SLOVA

Přestavba letounu, Aero L-60, Aero L-60S, Brigádýr, Praga Doris

KEYWORDS

Aircraft conversion, Aero L-60, Aero L-60S, Brigadyr, Praga Doris

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma PŘESTAVBA LETOUNU AERO L-60S "BRIGADÝR" NA PŮVODNÍ VERZI L-60, na VUT v Brně vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce.

Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Brně dne: 26. 05. 2017

Podpis:



Jan Honzek

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HONZEK, J. *Přestavba letounu Aero L-60S „Brigadýr“ na původní verzi L-60*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Mgr. Pavel Imriš, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto pracovníkům společnosti Evector, spol. s r.o., jmenovitě panu Ing. Miroslavovi Háblvi a Ing. Jiřímu Dudovi, pracovníkům Úřadu pro civilní letectví, kolegům Zdeňkovi Kropáčovi a Milanovi Sochorovi, Vojenskému historickému ústavu a Leteckému ústavu FSI VUT za poskytnutí podkladových materiálů, konzultací a cenných rad při vypracování této bakalářské práce.

Zároveň děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Mgr. Pavlu Imřišovi, Ph.D. za odborné konzultace, cenné připomínky a rady při vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

Úvod.....	8
1 Vývoj a historie letounu	9
2 Obecný popis letounů.....	19
2.1 Technický popis.....	19
2.1.1 Aero L-60	20
2.1.2 Aero L-60S.....	26
2.2 Konstrukční odlišnosti obou verzí letounu	33
2.3 Administrativní zařazení letounu.....	38
2.3.1 Systém periodických prohlídek a prací	39
3 Praktické provedení zpětné přestavby.....	41
3.1 Předpisový základ přestavby	41
3.2 Postup přestavby.....	43
3.2.1 Demontování prvků verze L-60S	43
3.2.2 Příprava požární přepážky a kabiny letounu	44
3.2.3 Instalace pohonné jednotky Praga Doris	45
3.3 Letové zkoušky.....	46
Závěr.....	47
Seznam použité literatury	48
Seznam použitých symbolů a zkratk	49
Seznam obrázků	51
Seznam příloh.....	54

ÚVOD

V červenci roku 2016 uplynulo 60 let od chvíle, kdy prostory choceňské výrobní haly opustil první sériový letoun, který v československém leteckém průmyslu ještě neměl obdoby. Nebyl to letoun, který by předběhl svou dobu, nebo měl velký význam v celosvětovém měřítku. Tento stroj nestál ani na počátku úspěšné vývojové řady jako například letouny řady Z-26 Trenér. Někteří by ho i nazvali slepou vývojovou uličkou československého leteckého průmyslu. Jedná se nicméně o letadlo, které ještě donedávna nesmělo chybět na téměř žádném aeroklubovém letišti na území bývalého Československa. Byl to stroj, na který nedal dopustit žádný parašutista a v jehož pomoc doufal každý plachtař po přistání do pole. Jde o letoun Aero L-60 Brigadýr, který má své nezastupitelné místo v historii českých a slovenských aeroklubů.

Letoun Brigadýr si vskutku mezi československými letci vysloužil jedinečnou reputaci. Někteří na něj nedají dokonce dopustit. Otázkou však je, kolik ze současných pilotů tento letoun pamatuje v jeho původním provedení s plochým motorem Praga Doris československé výroby. V této době je letoun totiž téměř neodmyslitelně spjat s mohutným hvězdicovým motorem a málokdo nezasvěcený si uvědomí, že tomu tak nebylo vždy.

Každý pilot, který měl možnost se proletět v obou verzích letounu Brigadýr jistě připustí, že letové vlastnosti původní verze jsou v mnoha ohledech lepší. Nová pohonná jednotka sovětské konstrukce sice poskytla zvýšený výkon, ale zároveň nepříznivě ovlivnila letové vlastnosti letounu. Jednalo se ale o jedinou možnost, jak využít draky letounu v momentě, kdy přestávaly být k dispozici původní motory a jejich náhradní díly.

V současné době v letuschopném stavu jsou prakticky téměř jenom letouny verze L-60S, v původním vojenském stavu neexistuje ani jeden exemplář. Cílem této práce je dát prvotní impuls k možnosti zachování původních letounů L-60 cestou zpětné přestavby z letounů L-60S. Pro dosažení tohoto cíle autor analýzou technické soustavy jednotlivých verzí letounu a legislativních požadavků stanoví postup pro provedení přestavby. Bude nutné zjistit jaké kroky byly provedeny při přestavbě na hvězdicový motor a zda se nejedná o změny, které by byly nevratného charakteru a znemožnily by zpětnou přestavbu.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. Část první seznamuje s letouny Aero L-60 a L-60S, jejich historií a jejich konstrukčními odlišnostmi.

Druhá část se zabývá již samotnou přestavbou a potřebnými kroky k jejímu docílení. Výstupem této části jsou jednotlivé předpoklady pro provedení přestavby a stručný popis postupu realizace přestavby včetně správného postupu.

1 VÝVOJ A HISTORIE LETOUNU

V roce 1951 vypsal Ministerstvo národní obrany Československa (MNO) soutěž na vývoj nového víceúčelového letounu, který by nahradil velice oblíbený, ale již zastaralý průzkumný a spojovací letoun K-65 Čáp¹. MNO pověřilo Výzkumný a zkušební letecký ústav (VZLÚ) vypracováním tzv. taktickotechnických podmínek (TTP), které měly reflektovat potřeby Československé armády. TTP již od samého počátku poukazyvaly na potřebu vyvinout plnohodnotného nástupce letounu K-65 a nezapřely, že drtivá většina požadavků byla převzata právě z tohoto letounu. Tyto požadavky navíc vyžadovaly pevnou celokovovou konstrukci a použití nově vyvíjeného motoru M-208B se stavitelnou vrtulí V-411. Další parametr, který značně komplikoval zadaný úkol, byl požadavek na střeliště pro obranu zadní polosféry. Tento poslední požadavek se ukázal jako veliký aerodynamický oříšek a později se projevil i nepříznivými důsledky u prototypu.



Obr. 1-1: Letoun K-65 Čáp ve službách Československé armády.

¹ K-65 bylo čs. Označení pro letouny Fieseler Fi 156 Storch, které byly po válce až do roku 1949 licenčně vyráběny v továrnách v Chocni.

Soutěž vyhrál návrh LB-60 šéfkonstruktéra letecké továrny Aero² Ondřeje Němce. Příprava projektu byla dokončena v prosinci roku 1951 a na počátku roku 1952 byla zahájena práce na prototypu XL-60. Vývoj prototypu však od začátku provázely nesnáze. Z důvodu přechodu na licenční výrobu letounů S 103 a B 33³ nebylo možné vyvíjet prototyp v prostorech Aerovky, ani v žádné jiném pražském závodě. Pro výrobu prototypu byl nakonec zvolen národní podnik Orličan Choceň. Jistou výhodou zde byla předešlá zkušenost podniku s letounem K-65, a taktéž jako jediný disponoval volnou kapacitou pro následnou sériovou výrobu.⁴ Projekt se ale záhy dostal na druhou kolej kvůli již zmíněné licenční výrobě. Němcovi tak zbyla jen hrstka konstruktérů a kresličů, zatímco v Chocni netrpělivě čekali na konstrukční výkresy prototypu.

Přes veškeré nesnáze a komplikace, které přinesla tato dislokace personálu, se s mírným zpožděním nakonec v roce 1953 chýlil prototyp k první letuschopné podobě. Dokončení prvního draku⁵ se ale šéfkonstruktér Ondřej Němec nedožil. Jeho život tragicky skončil při jednom služebním letu do Chocně v troskách letounu Ae-45. Vývoj převzal choceňský konstruktér Ing. Zdeněk Rublič. V zimě téhož roku byl prototyp dokončen, ale motor Praga Doris M-208B, vyvíjený inženýrem Krulišem nebyl stále provozuschopný. Z toho důvodu proběhly letové zkoušky prvního prototypu s pohonnou jednotkou⁶ převzatou z letounu K-65 Čáp. Na Vánoce roku 1953 se s prototypem XL-60/01 poprvé vznesl šéfpilot Aerovky Alfons Koblížek, let trval 16 minut a pilot byl s výkonem letounu spokojen. VZLÚ ohodnotil práci choceňského závodu jako vcelku zdařilou, a kromě námitek menšího charakteru, vznesl pouze požadavek na zjednodušení tvaru trupu pro jeho snazší výrobu.



Obr. 1-2: První prototyp XL-60/01 s motorem Argus.

² Založena 1919 v Praze, lidově známá jako Aerovka.

³ Licenčně vyráběný letouny Mig 15 a Il-2.

⁴ Další výhodou choceňské výroby byla zkušenost s vývojem celokového prototypu XLD-40 Mír, předchůdce známého letounu L-40 Meta Sokol.

⁵ Konstrukce letadla (nosná soustava, trup, ocasní plochy, řízení a přistávací zařízení) bez pohonných jednotek a jejich příslušenství, výstroje a instalace.

⁶ Motor Argus As-10 C s pevnou dřevěnou vrtulí Heine.

Vlastní podnikové zkoušky se protáhly až do druhé poloviny roku 1954. V průběhu zkoušek bylo odhaleno mnoho nectností tohoto prototypu, jako například tendence k překlápění na zemi, malá účinnost příčného řízení, neschopnost přistání na tři body a proměnná podélná ovladatelnost při klouzavých letech s vysunutými vztlakovými klapkami. Hlavní příčinou těchto problémů byly horizontální ocasní plochy. Během zkoušek bylo vystřídáno 14 různých alternativ výškových ocasních ploch (VOP).⁷ Problémy s podélnou stabilitou byly vyřešeny až počátkem roku 1955.

Dne 8.6.1954 proběhly první letové zkoušky prototypu s novým motorem Praga Doris M-208B a vrtulí V-411. Šéfpilot Koblížek ale musel let po 3 minutách přerušit z důvodu uvolnění části motorového krytu, i tak byl ale let považován za úspěšný. Dne 29.7.1954 byl projekt definitivně schválen pro sériovou výrobu za předpokladu, že budou odstraněny nedostatky VOP. Mimo ocasních ploch, byla před zahájením výroby velká pozornost věnována pohonné jednotce. Motor v jeho vývojovém stadiu dovozoval pouze 10 hodin provozu, a proto z tohoto důvodu probíhala měření i při technických přeletěch mezi Chocní a Letňany.

Nesnaze s VOP a motorem oddalovaly také zálet druhého prototypu. Ten byl nakonec dokončen dne 22.3.1955. Druhý prototyp, s poznávací značkou OK-JEA⁸, jako první nesl dnes již známé označení Brigadýr. Tento letoun létal v modifikaci pro zemědělské práce, do kabiny byla umístěna nádrž na chemikálie a pod trupem se nacházel rozprašovač sovětské⁹ konstrukce poháněný náporovou vrtulkou nad křídlem.¹⁰ Letové zkoušky v Chocni proběhly úspěšně a pro porovnání výkonů s letounem K-65 Čáp byl pro zkoušky vybrán náročný terén v blízkosti Děčína. Brigadýr se během pozemní fáze zkoušek v terénu nakonec zabořil a překlopil, ale i tak přesvědčivě ukázal svou převahu nad letounem Čáp.



Obr. 1-3: Druhý prototyp XL-60/02 OK-JEA v zemědělském provedení.

⁷ Experimentovalo se například s přidáním slotů na VOP, aplikací nesymetrického profilu či dokonce použití plovoucí VOP.

⁸ Dříve také tzv. *imatrikulace*. Značka pod kterou bylo letadlo uvedené v leteckém rejstříku.

⁹ Svaz sovětských socialistických republik (SSSR), euroasijský stát, který existoval v letech 1922 až 1991.

¹⁰ Rozmetací zařízení české výroby bylo stále ve vývoji.

Na základě doporučení komise¹¹ byl podle návrhu šéfkonstruktéra Rubliče postaven ještě třetí prototyp, a to letoun XL-60/03. Na něm se již podařilo odstranit většinu technických nedostatků předchozích konstrukcí. Mimo jiné byl hlavní podvozek posunut o 100 mm dopředu, aby se zamezilo překlápění na zemi, a byl zjednodušen tvar směrovky pro usnadnění sériové výroby. Poslední prototyp se také lišil tvarem trupu, oválný průřez byl nahrazen obdélníkovým se zaoblenými rohy. Třetí prototyp zalétnul opět šéfpilot Koblížek dne 28.6.1955 a po zdařilém letu byl letoun předán do VZLÚ pro finální státní zkoušku.¹²



Obr. 1-4: Třetí prototyp XL-60/03.

Komisi byl třetí prototyp předveden ve spojovací a sanitní verzi. Součástí výbavy tvořil kulomet vz. 52 ráže 7,29 mm umístěný v zádním střelišti a dva pumové závěsy pod trupem letounu. Zkoušky dokonale prověřily nový letoun, a i přes řadu připomínek konstatovala komise, že letoun splnil TTP, a doporučila pokračovat v dalším vývoji této perspektivní konstrukce. Ústřední správa civilního letectví¹³ vydala typové osvědčení pro letoun Aero L-60 dne 5.3.1956, a tímto byl letoun připraven pro sériovou výrobu.



Obr. 1-5: Uchytení pum pod trupem K-60.



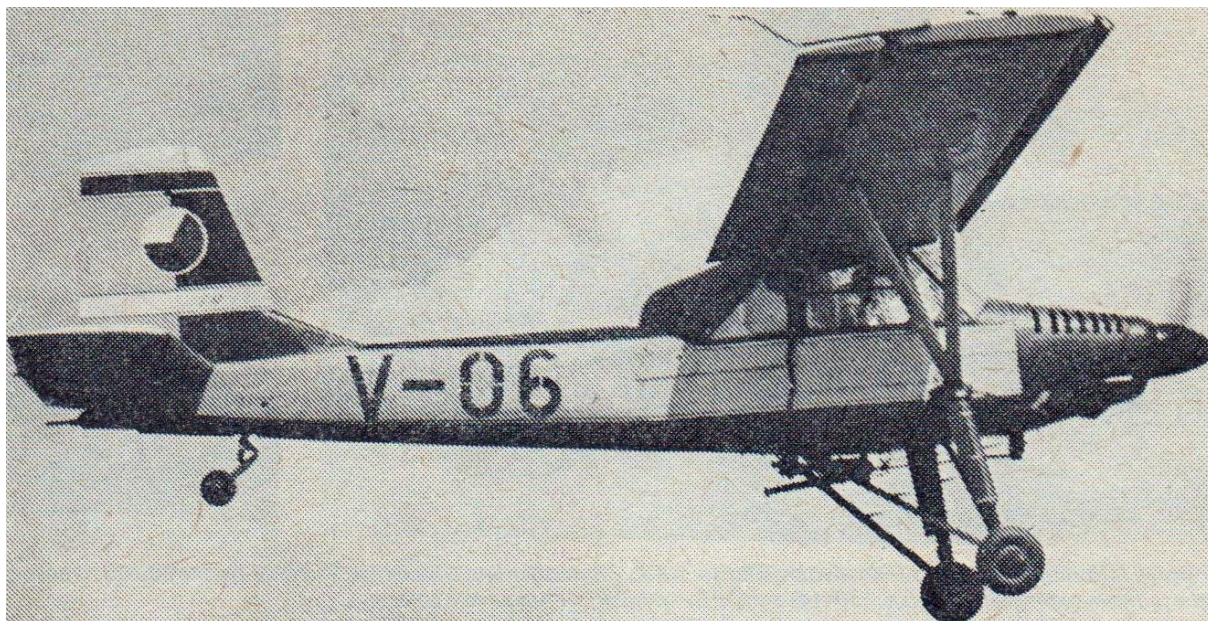
Obr. 1-6: Kulomet vz. 52 v kabině K-60.

¹¹ Komise byla složena ze členů MNO a VZLÚ.

¹² Státní zkouška, která byla rozkazem MNO, měla prokázat, že se konstruktérům podařilo splnit všechny TTP.

¹³ Předchůdce dnešního Úřadu pro civilní letectví.

První dva letouny opustily choceňskou továrnu v červenci roku 1956, dalších 13 kusů z první série bylo zhotoveno do konce téhož roku. Již během počátečního provozu se u letounu projevila další komplikace s pohonnou jednotkou. Problémy tentokrát působila vrtule V-411. Listy vrtule byly vyrobeny z letitých dřevěných špalků¹⁴, jejichž kvalita už nebyla nejlepší, a tak se tvořily na listech praskliny. Tento problém byl vyřešen definitivně až v roce 1958 s příchodem nové kovové vrtule V-411B. První sériové letouny tak měly motorový resurs¹⁵ pouze 200 hodin.



Obr. 1-7: První sériový Brigádýr vybavený postřikovým zařízením.

V této době bylo nutné učinit důležité rozhodnutí, zda letoun se všemi průběžně řešenými nedostatky vůbec pustit na zahraniční trh. Nakonec bylo rozhodnuto, že část ověřovací série přesto bude uvolněna pro export. Letoun, který dosud nebyl řádně ověřen v domácím provozu, zpočátku neměl úspěch v zahraničí. Tam došlo k několika haváriím, převážně způsobených pohonnou jednotkou, ale i vinou specifických vlastností letounu.¹⁶ Zvláště negativní dopad pro obchodní úspěch letounu byla nešťastná nehoda na území tehdejší Československé republiky v srpnu 1957. Při předvádění letounu zahraniční delegaci došlo kvůli vadě materiálu k destrukci nosné konstrukce za letu. V troskách letounu ze stavu MNO tragicky zahynul šéfpilot VZLÚ Dobrovský.

¹⁴ Byly tvořeny kombinací tvrzeného buku a tzv. letecké borovice.

¹⁵ Technický termín z oboru letecké techniky. Ukazatel praktické použitelnosti letadla nebo jeho součástí zahrnující dobu v letových hodinách, v hodinách chodu motoru atp. do nejbližší generální opravy.

¹⁶ Letoun byl náročný na pilotáž a moc velkou důvěru u zahraničních zákazníků ani nebudil nízký resurs motoru.

Celkově nízká kvalita motoru vedla k četným zákazům létání, a také vojenská komise hodnotila motor jako nevyhovující. Ačkoliv za většinu problémů motoru byli zodpovědní subdodavatelé, faktem zůstávalo, že motor Praga Doris M-208B inženýra Kruliše nebyl stále konstrukčně dořešen. Ke cti inženýra Kruliše je ale nutné zdůraznit, že vývoj motoru od počátku neměl stejně tak jako vývoj celého letounu prioritu.¹⁷ I přes to se až s mimořádným úsilím snažili konstruktéři jednotlivé závady motoru odstraňovat. VZLÚ již v roce 1957 navrhl, zda nepřejít na osvědčený sovětský hvězdicový motor AI-14RA, případně na americké motory Lycoming či Continental, které jsou konstrukčně obdobné jako motor Praga Doris. Návrh byl zamítnut především z prestižních důvodů. Počátkem roku 1958 se podařilo zvýšit resurs motoru na 400 hodin, ale kvůli další sérii závad došlo k úplnému zastavení výroby a zákazu exportu.¹⁸ Po realizaci několika technických opatření a adaptaci nové vrtule V-411B byl zákaz vývozu zrušen, výroba a export tak mohly opět pokračovat. V průběhu sériové výroby bylo provedeno celkem 750 změn na draku a systémech letounu s celkovým počtem modifikovaných položek kolem 10 000. A tak ke konci své výroby v roce 1959 dosáhl Brigadýr již velice vysoké kvality.

Od počátku se plánovala výroba pouze 273 letounů L-60 z důvodu omezeného množství výrobních materiálů. Předpokládalo se totiž, že výroba plynule přejde na výrobu nově vyvíjeného typu letounu L-160. Letoun této nové konstrukce se dokonce dočkal letových zkoušek, ale jeho sériová výroba nebyla schválena.¹⁹ Když v roce 1958 bylo přijato rozhodnutí, že v sériové výrobě a vývoji letounu se již nebude pokračovat, konstrukční tým reagoval okamžitě návrhem letounu L-360. Jednalo se o úpravu původního letounu L-60 instalací motoru AI-14RA. Nebylo nutné provádět rozsáhlejší úpravy draku, a tak nebylo třeba výrobní dokumentace téměř modifikovat. Rozhodnutí o ukončení výroby však bylo definitivní. A tak dne 30. června 1959 opustil choceňskou továrnu poslední letoun Aero L-60 Brigadýr.



Obr. 1-8: Výrobní hala v Chocni.

¹⁷ Srov. MARJÁNEK, P. *L-60 Brigadýr: Monografie. Letectví a kosmonautika*. 1976, 76 (6), str. 27-30.

¹⁸ Tento problém se řešil až na úrovni Předsednictva vlády ČSR.

¹⁹ L-160 měl být nutný vývojový mezistupeň, až do vyvinutí letounu L-260, ten ale nikdy nespáčil světlo světa.

Paradoxně letoun, který byl vyvíjen primárně pro účely Československé armády (ČSA), právě v armádě nakonec nenašel své hlavní uplatnění. Z vyrobených 273 kusů armáda nakonec převzala zhruba jen 20% produkce. Roli, kterou měl letoun K-60²⁰ zastávat v ČSA, pomalu nahrazovaly nově vyvinuté vrtulníky, a tak pro letouny s touto charakteristikou již nebylo uplatnění. K-60 sloužil v ČSA od roku 1956 a poslední letoun ve vojenské úpravě dolétal v roce 1968 na letišti ve Kbelích. Letouny byly většinou provozovány vojenskými útvary v Čechách a sloužily primárně pro spojovací službu, dělostřelecká pozorování a pro záchranné jednotky. Jednalo se převážně o úkoly, které v dnešní době většinou obstarávají vrtulníkové letky. Zajímavostí je, že na těchto letounech rovněž létala naše jediná čistě ženská letka. Po ukončení vojenského provozu byla převedena většina letounů K-60 k civilním provozovatelům, nyní opět pod označením L-60. Několik z těchto letounů bylo exportováno na Kubu.



Obr. 1-9: Roj letounů K-60 při přeletu z továrny do útvaru.

Nemalé množství vyrobených letounů bylo exportováno do zahraničí. Největším odběratelem se stala Německá demokratická republika s celkovým počtem 79 odebraných letounů. Letoun byl celkem exportován do 15 států²¹ a byl většinou využíván pro zemědělské práce. Brigádýr v zahraničí sklízел velký úspěch, a to i přes jeho počáteční nedostatky způsobené převážně problematickou pohonnou jednotkou. O tom svědčí i skutečnost, že ještě řadu let po ukončení výroby přicházely do Aerovky zahraniční objednávky na nové stroje, továrna těmito nabídkám ale již nebyla schopna vyhovět.

²⁰ Vojenské označení letoun Aero L-60.

²¹ Egyptská arabská republika, Bulharská lidová republika, Maďarská lidová republika (MLR), Svaz sovětských socialistických republik, Polská lidová republika, Rumunská socialistická republika, Čínská lidová republika, Švýcarská konfederace, Rakouská republika, Německá demokratická republika, Spolková republika Německo, Syrská arabská republika, Argentinská republika, Ceylon, Kubánská republika.

Poslední část letounů získal tehdejší Agrolet (Slov-Air)²² a Svazarm²³. Agrolet využíval Brigádyry převážně k leteckým zemědělským pracím až do doby, než je zcela nahradil letoun Zlín Z-37 Čmelák. Své největší slávy se Brigádýr ale nakonec dočkal právě ve Svazarmu. Díky jeho velkému výkonu, možnostem provozu z neudržovaných ploch a krátkému vzletu, se L-60 prokázal jako velmi vhodný letoun pro vleky kluzáků z polí.²⁴ Velkým přínosem byl letoun i pro parašutistickou činnost, jeho původní verze s motorem Praga Doris mohla nést dva parašutisty.



Obr. 1-10: L-60 při vleku kluzáku VSB 62 Vega, v pozadí choceňský závod.

Přesto, že první návrh na úpravu letounu instalací motoru AI-14RA byl již konstruktéry VZLÚ navržen v roce 1957, byla poprvé realizována tato modifikace v MLR. Pro přestavbu byla využita pohonná jednotka²⁵ včetně ovládacích prvků z polského letounu PZL-101 Gawron. Důvodem pro přestavbu byl nízký resurs motoru Praga Doris a omezená dostupnost náhradních dílů. Tento problém s nedostatkem dílů brzy dostihl i československé letouny L-60. Z tohoto důvodu byla



Obr. 1-11: OK-MTI.

v sedmdesátých letech vítána iniciativa nově vzniklého uskupení Aerotechnik podnik



Obr. 1-12: úprava v MLR.

ÚV Svazarmu, které navrhlo první československou přestavbu letounu L-60. Koncepce vycházela z návrhu letounu L-360 a snažila se v co největší míře zachovat stávající zavěšení motoru. Řada dílů byla převzata z letounu Z-37, aby se snížily vývojové náklady. Hvězdicový motor s vrtulí byl převzatý z polského letounu PZL-101 Gawron. První takto upravený Brigádýr (OK-MTI) vzlétl v roce 1975. Zástavbou nové pohonné jednotky, tak mohl letoun pod označením L-60S sloužit dál.

²² Agrolet: útvar Československých aerolinií, určený k leteckým pracím, v roce 1961 z tohoto útvaru vznikl podnik Slov-air.

²³ Svaz pro spolupráci s armádou, československá branná organizace ustavená v roce 1951.

²⁴ V českých leteckých předpisech je stále veden jako jeden z doporučených letounů pro tuto činnost.

²⁵ Motor AI-14R s polskou vrtulí US 122 000.

Nově vzniklá modifikace měla velké úspěchy. Jednotlivé aerokluby a spolky již nemusely šetřit každou hodinu resursu původních motorů Praga Doris a díky nové pohonné jednotce se Brigadýr dočkal i zvýšených letových výkonů. Revitalizované letouny tak zahájily novou kapitolu svého života. Místo dvou parašutistů mohly nyní provádět výsadky se třemi a také při vlečení byla znatelná zvýšená výkonnost. Tato přestavba ale neměla pouze pozitivní důsledky. Instalací nové pohonné jednotky se nezanedbatelně změnila letové charakteristiky letounu, především změna polohy těžiště měla negativní dopad na stabilitu letounu. Nejednalo se ale o kritický problém a díky menším modifikacím se podařilo většinu těchto negativních jevů odstranit. I tak je letoun L-60S dodnes známý svou obtížnější pilotáží.



Obr. 1-13: Letoun L-60S OK-MTK na leteckém dni v Liberci.

Přes svůj komplikovaný vývojový cyklus nakonec Brigadýr tvořil, a v některých spolcích stále dosud tvoří, nedílnou součást letového parku. Dnes je letoun důkazem, že československý letecký průmysl dokázal být nesmírně vynalézavý, schopný kompromisu a uměl se vypořádat i se zdánlivě neřešitelnými problémy. Brigadýr dokonce obstál i při srovnání s podobnými letouny jeho éry jako byly například letouny Jak-12, PZL-101 Gawron, Do 27 či PZL-104 Wilga. Za své zásluhy ve vývoji letounu byl šéfkonstruktor Zdeněk Rublič vyznamenán v roce 1956 Řádem práce. Vysokého státního vyznamenání se dočkal i výrobce letounu Orličan n.p. V dnešní době je v České republice a Slovenské republice registrováno celkem 24^{26,27} letounů L-60 a L-60S ve všech verzích a modifikacích. Letouny většinou slouží pro zajištění parašutistického a plachtařského provozu. Z původních 273 vyrobených letounů se jich na území bývalého Československa již mnoho v letuschopném stavu nenachází. Kvůli vysokým provozním nákladům a ubývajícímu zbytkovému resursu draku²⁸ jsou provozovatelé často nuceni hledat levnější alternativy, a tak letouny Aero L-60 pomalu ale jistě mizí z našeho nebe.

²⁶ Srov. ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Letecký rejstřík*. [online]. [zobrazeno 2017-01-18].

Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla/letecky-rejstrik>

²⁷ Srov. DOPRAVNÝ ÚRAD. *Zoznam registrovaných lietadiel*. [online]. [zobrazeno 2017-01-18].

Dostupné z: <http://leectvo.nsat.sk/letova-sposobilost/register-lietadiel-slovenskej-republiky/zoznam-registra/>

²⁸ Drak letounu má životnost 5 000 letových hodin.

Pokud by měl být zachován historický odkaz na doby, kdy bylo československé letectví na vrcholu své slávy, nestačí pouze shromažďovat nefunkční exempláře letounů jako statické ukázky v muzeích. Je nutné, aby byla vynaložena určitá snaha tyto historické skvosty udržovat v letuschopném stavu, protože jen tak je možné dokázat, že chloubu našeho leteckého průmyslu přechká i zkoušku časem. Koneckonců je přeci stokrát krásnější spatřit živého operence za letu než vycpaného ve vitrině, a to samé platí i pro letouny. Z tohoto důvodu by měla být přivítána každá iniciativa k zachování, či navrácení historických československých letounů, jako je právě Brigádýr, do jejich původního letuschopného stavu.



Obr. 1-14: L-60S OK-LKH (původní vojenský letoun K-60 s označením 0729) na leteckém dni v Rakovníku.

2 OBECNÝ POPIS LETOUNŮ

Dříve než se bude možné zabývat samotnou problematikou přestavby, je potřeba projít celkovou stavbu letounu, a především se zaměřit na části letounu, kterých se přestavba týká. Předmětem této kapitoly je stručný popis letounu po technické stránce a zdůraznění rozdílů mezi původním letounem L-60 a jeho nástupcem L-60S. Podstatnou součástí této kapitoly jsou předpisy, které se k letounu a jeho přestavbě vážou, a administrativní zařazení letounu.

2.1 Technický popis

Letoun Aero L-60 (L-60S) je čtyřmístný víceúčelový hornoplošník s pevným ostruhovým podvozkem. Trup je tvořen nosníkovou poloskořepinou, která se v prostoru kabiny rozbíhá do příhradové konstrukce z ocelových trubek, která tvoří nosnou konstrukci pro závěsy křídel a hlavní podvozek. Motor je připevněn přímo k protipožární přepážce pomocí motorového lože svorníků. Křídlo obdélníkového tvaru je potaženo plechem a plátnem. Křídlo je vybaveno sloty po celé délce náběžné hrany a mechanicky spřaženými dvoušterbinovými vztlakovými klapkami ovládanými centrálním elektromotorem. Maximální výchylka vztlakových klapek u původního letounu činila 50°. Křídélka jsou rovněž potažena plátnem a jsou vybavena odlehčovacími ploškami. Při vysouvání vztlakových klapek se křídélka rovněž mírně sklápí, pro zvětšení celkového zakřivení křídla. Ocasní plochy mají smíšený potah, pohyblivé části ocasních ploch jsou potaženy plátnem. VOP s rohovým odlehčením je opatřeno odlehčovacími a vyvažovacími ploškami. Směrové kormidlo je vybaveno pevnou ploškou pro směrové vyvážení.

Při přestavbě letounu na verzi L-60S konstruktéři v co největší míře zachovali původní drak a jeho stávající systémy. Přestavba se dotkla až na ojedinělé výjimky pouze pohonné jednotky a jejich ovládacích prvků.²⁹ Z tohoto důvodu již nejsou v práci zmíněny další konstrukční části, jako například nosné plochy nebo přistávací zařízení, pokud na nich nedošlo taktéž k úpravě.

V následujících kapitolách jsou popsány konstrukční specifikace jednotlivých verzí letounu a tyto následně porovnány. Jak je výše uvedeno, důraz je kladen pouze na prvky, které byly přestavbou letounu dotčeny, tedy na pohonnou jednotku, její upevnění a ovládací prvky.

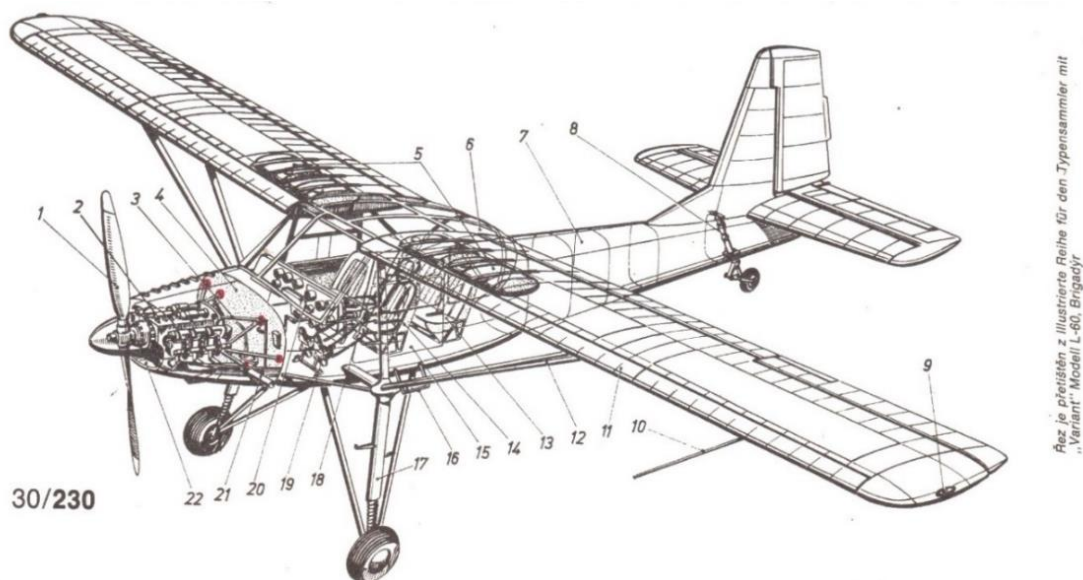
V dalším textu je při popisu umístění prvku vůči požární přepážce nebo draku letounu je vždy brán jako výchozí pohled zezadu, tedy ve směru letu. Tzn. že prvek nacházející se na levé straně požární přepážky, se nachází na stejné straně jako sedí pilot. Přední strana požární přepážky je strana, na které je umístěný motor.

V následujícím textu taktéž bude letoun L-60 označován jako původní. Tzn. že pokud bude prvek označen jako původní, znamená to, že se vztahuje k verzi L-60.

²⁹ Z počátku provozu došlo na letounech L-60 k mnohým změnám, které často zasahovaly i do ostatních drakových systémů. Například původní letoun měl plně stavitelný horizontální stabilizátor sloužící pro podélné vyvážení letounu. Tento systém ale byl nahrazen klasickou vyvažovací ploškou a stabilizátor byl zablokovaný v jedné poloze. Tato úprava byla prováděna na letounech ještě před samotnou přestavbou na hvězdicový motor, z tohoto důvodu nebude v této práci brána v potaz.

2.1.1 Aero L-60

Původní letoun prošel za dobu svého provozu četnými konstrukčními změnami a úpravami. Pro sestavení uceleného přehledu kroků, které byly na letounu při přestavbě letounu na verzi L-60S vykonány, a popis veškerých technických úprav, které letoun v rámci přestavby podstoupil, je popsána konečná verze letounu L-60, ze které původní přestavba vycházela.



Legenda: 1 - stavitelná kovová vrtule V-411B 2 – šestiválcový vzduchem chlazený motor M-208B 3 – motorové lože 4 - protipožární přepážka 5 – palivové nádrže 6 – horní průhledný kryt kabiny 7 – poloskořepinový trup 8 – tlumič zadového podvozkového kola 9 – červené polohové světlo 10 - pitotova trubice 11 – slot na náběžné hraně křídla 12 - vzpěry křídla 13 – sedadlo pro cestující 14 – pilotní sedadlo 15 – vstupní dveře do kabiny (na obou stranách) 16 - stupáčka 17 – podvozková noha 18 – volantové řízení 19 – šlapky nožního řízení 20 – přístrojová deska 21 – sběrač výfukových plynů 22 – vzduchový vstup do motorového prostoru

Obr. 2-1: Perspektivní řez letounem L-60.³⁰

Srdcem pohonné jednotky u původního letounu je zážehový motor M-208B Praga Doris. Přes to, že vývoj motoru byl provázen mnohými nesázemi, byla jeho konstrukce velice ambiciózní a dobře promyšlená. Motor je kompaktní, všechny součásti systému přípravy směsi, mazací a zapalovací soustavy jsou nainstalovány přímo do motoru nebo na motor. Na požární přepážce se tím pádem nachází minimum prvků. Motor je pístový, vzduchem chlazený, karburátorový, plochý šestiválec, s rozvodem OHC³¹, bez kompresoru. Vrtule je od klikové hřídele motoru poháněna přes planetový reduktor otáček. Podle provozní příručky letounu L-60 dosahuje maximální vzletový výkon motoru 220 KS³² při 3 000 ot./min a nejvyšší trvalý výkon činil 190 KS při 2 850 ot./min. Celková hmotnost suchého motoru včetně nainstalovaných součástí je 198 kg ± 3%. Hmotnost prázdného letounu L-60 je 912 kg.³³

³⁰ Za povšimnutí stojí, že na tomto nákresu, je letoun vybaven volantovým řízením. Jednalo se o jedinečnou úpravu, kterou nesl letoun L-60 v. č. 150002 přezdívaný „Argentina“. Tato úprava vznikla pro zákazníka z Argentinské republiky. Mimo instalace volantového řízení byla kabina speciálně na žádost zákazníka upravena, aby bylo možné převážení pohřebních rakví. Úsměvná je skutečnost, že konstruktéři Aerovky si samy museli obstarat přesné rozměry argentinských rakví. Samotnou úpravu letounu pak zvládli za 3 dny.

³¹ Over head camshaft. Typ ventilového rozvodu, u kterého je vačková hřídel umístěna přímo nad ventily válců.

³² Koňská síla, dříve používána jednotka výkonu. 1 KS ≈ 0,745 kW.

³³ Hmotnost prázdného letounu s nevyčerpatelným množstvím oleje a benzínu.

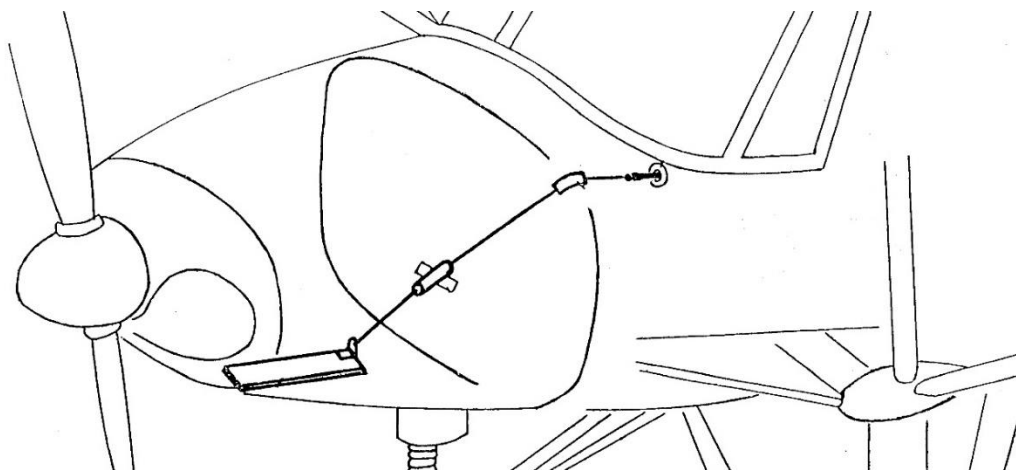
Tlakový olejový mazací systém motoru má olejovou nádrž o objemu 14 l umístěnou ve spodním víku klikové skříně. Motorový olej je podáván tlakovými čerpadly kanály v klikové skříně přes chladič k hlavním mazacím místům. Chladič oleje je pevnou součástí motoru, průtok vzduchu chladičem je u některých modifikací regulován klapkou ovládanou z pilotní kabiny.³⁴ Zapalování je nezávislé, dvojitě. zapalovací magneta³⁵ jsou připevněna na přední straně skříně pohonu, která je namontovaná vzadu na motoru.³⁶ Motor je spouštěn elektrickým startérem, který je také namontován na skříně pohonu.



Obr. 2-2: Motor Praga Doris.
Otvor pro plnění oleje na přední straně skříně.



Obr. 2-3: Motor Praga Doris zespedu. Na snímku je vidět vzduchový vstup do karburátoru a chladič oleje.



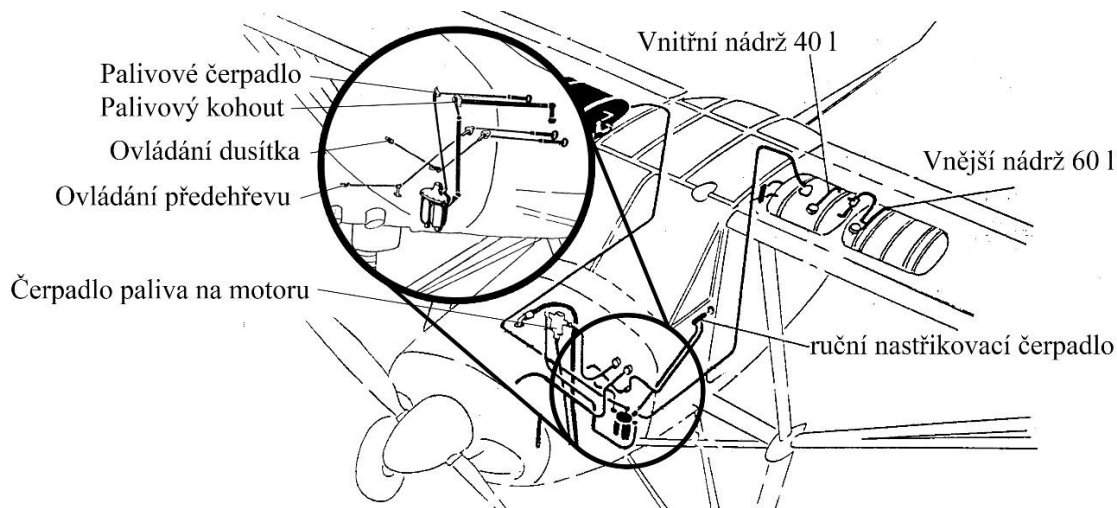
Obr. 2-4: Schéma klapky chladiče oleje.³⁴

³⁴ Klapka chladiče oleje je u většiny letounů L-60 odinstalovaná a otvor pro chlazení je ponechán zcela otevřený. Modifikace s klapkou sloužila v oblastech s nízkými teplotami.

³⁵ Magneto je generátor elektřiny sloužící u leteckých pístových motorů pro poskytování el. energie svíčkám.

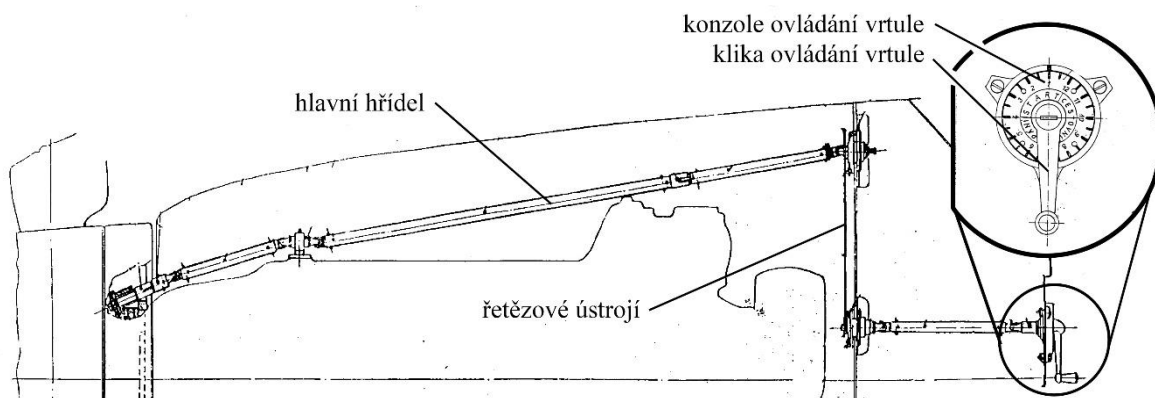
³⁶ Původní magneta jsou typu PALAX vybavena tzv. odtrhovou spojkou, která zajišťuje při spouštění motoru dostatečně silné nabuzení primárního okruhu zapalování. Alternativně lze použít magneta zn. Vertex, tento typ magneta je vybaven bzučákovým zařízením pro spouštění.

Palivo je ze čtyř nádrží v křídlech o celkovém objemu 200 l přiváděno spádem do palivového filtru na levé straně požární přepážky a odtud je vedeno dál do motorového prostoru. Letoun je vybaven ručním nastříkovacím čerpadlem, do kterého je palivo přivedeno přímo z filtru, při nastříkování se palivo přivádí do sacího potrubí za škrťací klapku karburátoru. Z filtru je palivo do karburátoru dopravováno čerpadlem umístěným na skříní pohonu. Zaplavení plovákové komory před spouštěním je zajištěno ručním palivovým čerpadlem ovládaným táhlem z pilotní kabiny. Na pravé straně požární přepážky je upevněna tlaková láhev s hasivem systému hašení motoru spolu s rozvodem, přičemž hasící systém je ovládán táhlem z kabiny.



Obr. 2-5: Schéma palivové instalace.

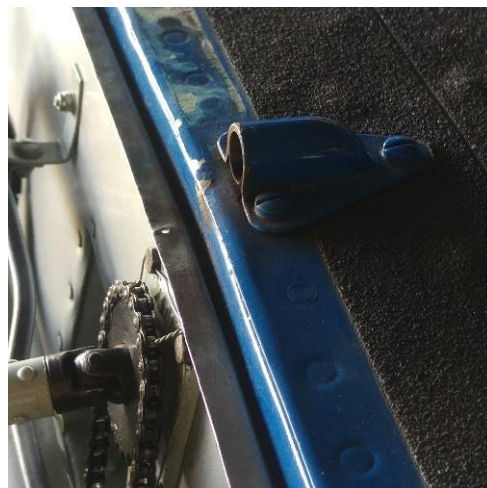
Pro přeměnu točivého momentu na tah je využita u letounu L-60 vrtule V-411B, která je za letu mechanicky stavitelná v rozsahu 8° nastavení listů. Část ovládacího prvku vrtule je připevněn na požární přepážku. Pilot nastavuje úhel náběhu listů vrtule kličkou v pilotní kabině, která je umístěna uprostřed palubní desky na ovládací konzole. Rotace kličky je přes hřídel přenášena na řetězový převod, který přenáší otáčivý pohyb pomocí Gallova řetězu na hlavní hřídel, která je vedena nad klikovou skříní ke stavěcímu mechanismu vrtule. Kompletní vrtule včetně příslušenství váží $37,2 \text{ kg} \pm 2\%$.



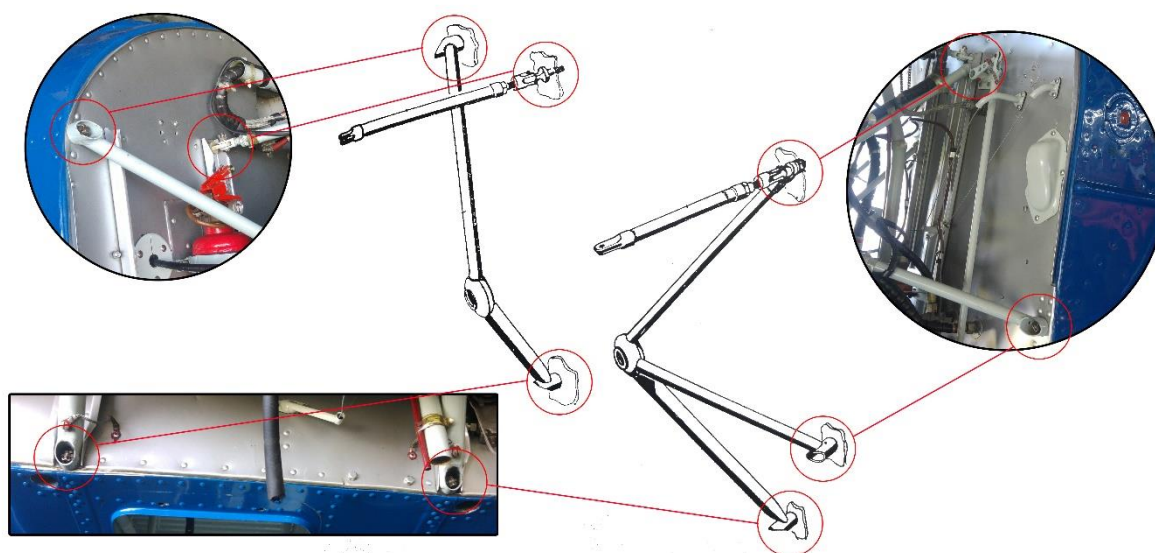
Obr. 2-6: Schéma ovládání vrtule.

Elektrická instalace letounu je jednovodičová se stejnosměrným napětím 24 V. Instalace je rozdělena na 6 okruhů: 1. okruhy zdroje proudu (generátor/akumulátor/vnější zdroj), 2. spouštění a zapalování, 3. osvětlení, 4. kontrolní přístroje motoru, letové přístroje, vytápění hubice³⁷ rychloměru, 5. přistávací klapky a 6. napájení radiostanice. Na levém boku letounu je umístěna zdířka pro vnější zdroj, který se využívá především pro dobíjení akumulátoru a spouštění po delším stání. Skříň pro akumulátor se nachází za požární přepážkou v ose letounu pod podlahou pilotní kabiny. Stejnosměrný proud je v letounu rozváděn vodiči o průřezu 0,75 mm² až 10 mm². Vodiče v motorovém prostoru a vodiče, které by mohly rušit radiostanici, jsou stíněné

Motor je k trupu připevněn pomocí motorového lože. Samotné lože je svařeno z ocelových trubek vysoké pevnosti. Motor je k loži uchycen čtyřmi čepy uloženými v tlumících vložkách. Lože je upevněno přes požární přepážku k trupu pomocí šesti svorníků. Kapotáž motorového prostoru je upevněna přímo na motoru s výjimkou jednoho montážního bodu, který se nachází přímo uprostřed horního okraje požární přepážky. Letoun není vybaven žádnou klapkou pro regulaci chlazení motoru.



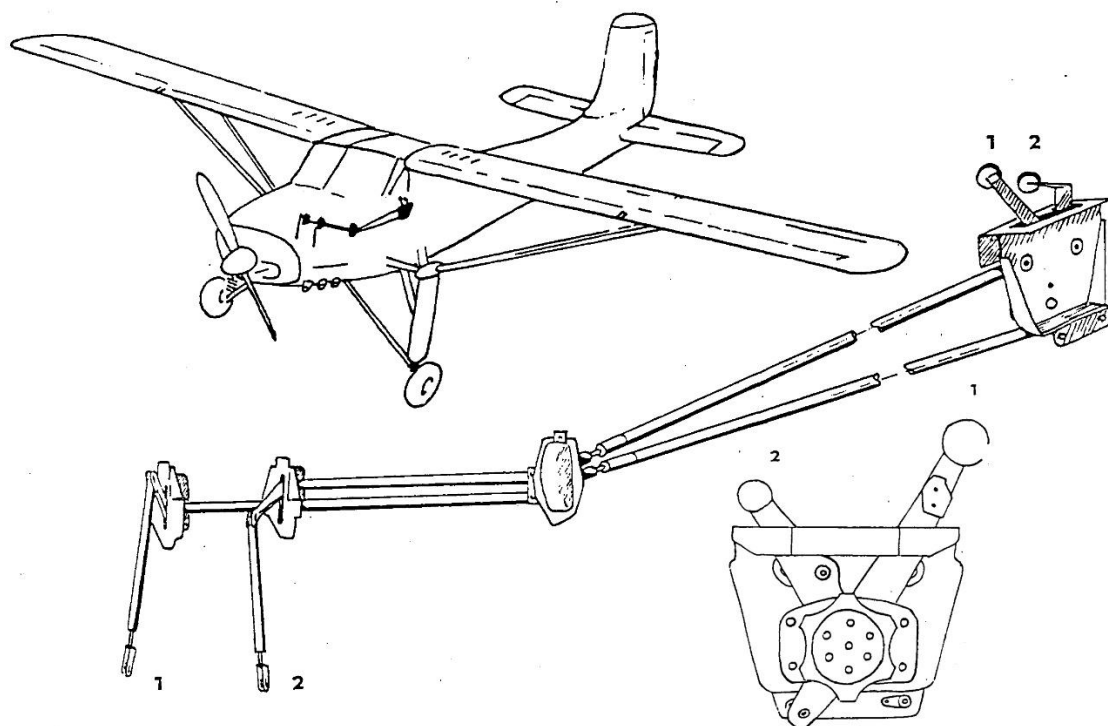
Obr. 2-7: Montážní bod horního krytu.



Obr. 2-8: Motorové lože včetně jednotlivých montážních bodů.

³⁷ Zastaralé označení pitotovy trubice, slouží ke snímání celkového tlaku nabíhajícího proudu vzduchu.

Palubní deska letounu je na straně pilota vybavena potřebnými letovými přístroji, navigačními přístroji a přístroji pro kontrolu motoru. Ostatní místo může být využito pro instalaci radiostanice nebo ovládání zemědělského vybavení. Ve většině úprav je letoun koncipován jako jednopilotní, s řízením pouze na levé straně. U letounů s dvojitým řízením lze jednoduše odstranit řídicí páku na pravé straně, pokud to situace vyžaduje. Motor je ovládán dvěma pákami, umístěnými po levé ruce pilota. V případě dvojího řízení má druhý pilot tyto páky k dispozici po jeho pravé ruce. První páka, vzdálenější od pilota, slouží pro ovládání přípusti motoru, vnitřní páka slouží pro ovládání výškové korekce motoru³⁸. Páka přípusti ovládá přímo škrťací klapku v karburátoru, který je rovněž vybaven akcelerační pumpičkou³⁹. Obě dvě páky jsou pomocí systému táhel spojeny přímo s karburátorem. Kohout palivové instalace je součástí filtru paliva a je v kabině ovládán pomocí páky umístěné vlevo na palubní desce. Pohyb páky je k filtru přenášen pomocí hřídele a táhel. Ruční palivové čerpadlo je k filtru připojeno pomocí lanka a jeho ovladač se nachází na levé straně palubní desky. Ruční nastříkovací pumpička se nachází na levém kraji palubní desky. Předehřev karburátoru je pilotem ovládán z kabiny a pomocí páčky a bowdenu ovládá polohu klapky předehřevu na spodní straně motorového prostoru. Při vytažení páčky je klapka předehřevu zavřena a tím je do karburátoru přiváděn teplý vzduch z motorového prostoru. Posledním ovládacím prvkem motoru v kabině je ovladač tzv. dusítka. Dusítko slouží k rychlému zastavení motoru. Při jeho zatažení se uzavře tryska volnoběhu v karburátoru. Ovládání dusítka je ke karburátoru vedeno přes požární přepážku pomocí bowdenu.

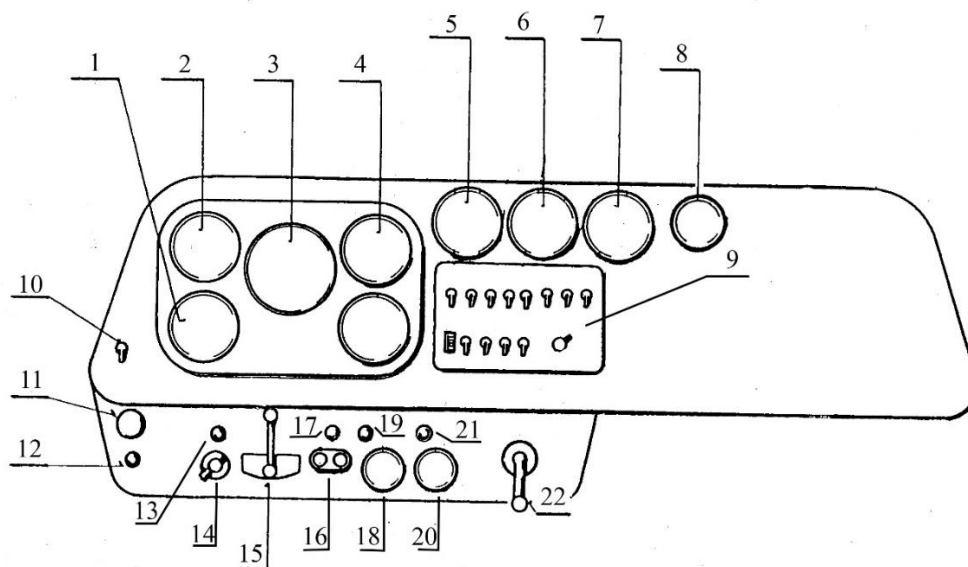


Obr. 2-9: 1. ovladač přípusti 2. ovladač korekce.

³⁸ Výšková korekce slouží k manuálnímu ochuzování směsi, aby ve všech výškách letu byl udržen ideální poměr paliva a vzduchu. Vhodný poměr směsi pro letecké motory odpovídá zhruba 13:1 (vzduch ku palivu).

³⁹ Při rychlém pohybu páky přípusti dopředu je do difusoru karburátoru přivedeno vyšší množství paliva, aby se zamezilo přílišnému ochuzení směsi v momentu otevření škrťací klapky.

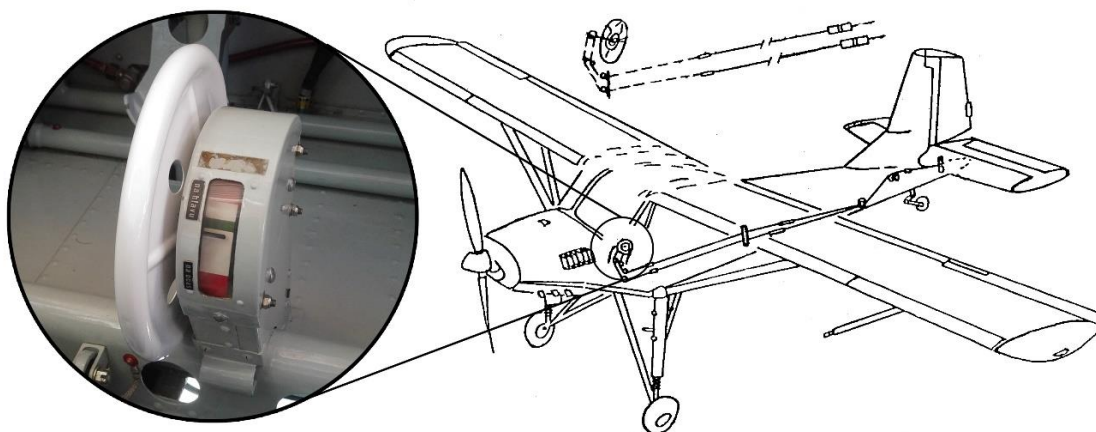
Kromě ovladačů motoru jsou přes požární přepážku do kabiny vedeny i snímače jednotlivých hodnot motoru, táhlo hasícího systému a část ovládacího systému stavění vrtule. Konzola ovládání vrtule se nachází uprostřed palubní desky, aby byla dostupná jak pro pilota sedícího vlevo, tak i pro případného druhého pilota sedícího vpravo. Při pohybu klíčky po směru hodinových ručiček se úhel nastavení vrtule zmenšuje a otáčky motoru se zvyšují.



Legenda: 1 – výškoměr, 2 – rychloměr, 3 – umělý horizont, 4 – indikátor vertikální rychlosti, 5 – otáčkoměr, 6 - trojnásobný indikátor, 7 – hodiny, 8 – ukazatel teplot hlav válců, 9 – spínače, 10 – přepínač přistávacích klapek, 11 – ruční nastříkovací pumpička, 12 – ovladač dusítka, 13 – ovladač předehřevu, 14 – přepínač magnet, 15 – přepínač palivového kohoutu, 16 - startér, 17 – ruční pumpa, 18 – indikátor polohy klapek, 19 – ovladač hasícího přístroje, 20 – voltampérmetr, 21 – indikátor zvýšené teploty v motorovém prostoru, 22 – konzola ovládání vrtule.

Obr. 2-10: Palubní deska letounu L-60.

Pro ovládání podélného vyvážení letounu slouží konzola umístěna mezi předními sedadly. Výchylky vyvažovací plošky u letounu L-60 jsou $12^{\circ} \pm 1^{\circ}$ nahoru a $35^{\circ} \pm 1^{\circ}$ dolů.

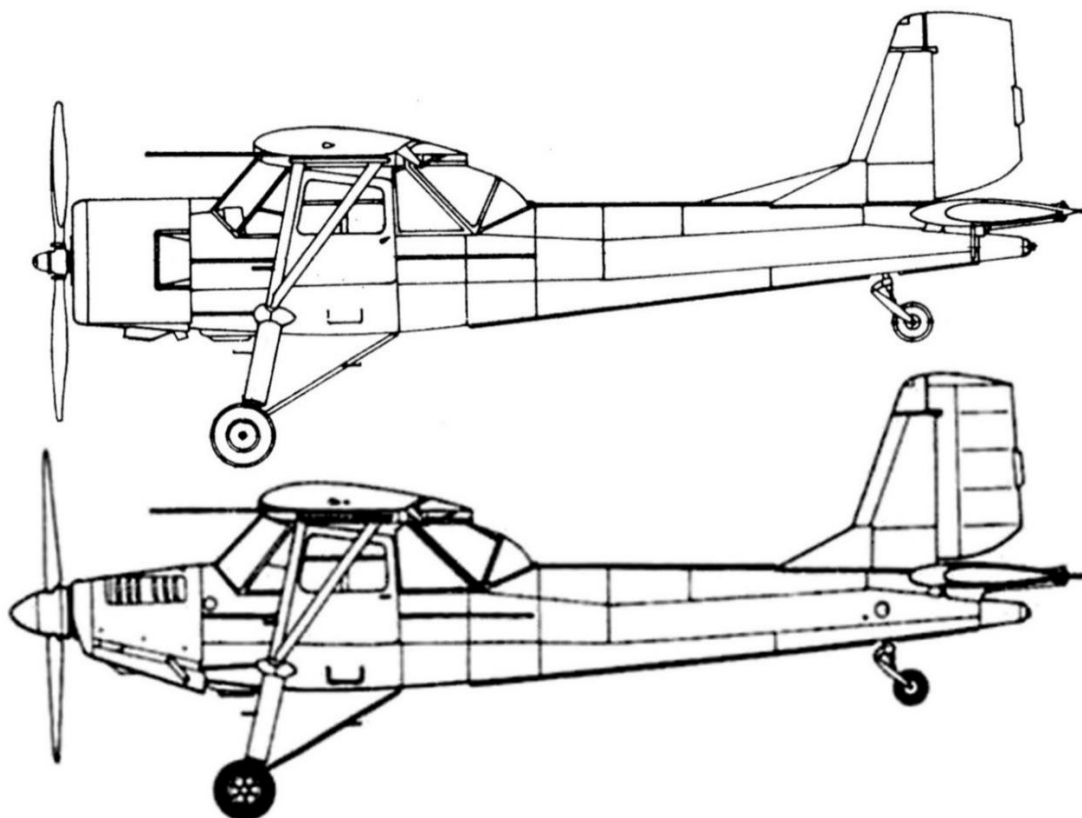


Obr. 2-11: Schéma vyvážení letounu a konzola ovládání.⁴⁰

⁴⁰ Na schématu je vyobrazena původní verze vyvážení se stavitelným stabilizátorem, který se již nepoužívá. Způsob ovládání ale zůstal totožný.

2.1.2 Aero L-60S

Projektů na instalaci hvězdicového motoru do letounu L-60 existovalo více. První takováto přestavba byla realizována v MLR a brzy poté následoval nerealizovaný český projekt L-360. Avšak pro v této práci popisovanou přestavbu je základem verze letounu L-60S (L-60SF), protože v dnešní době většina letounů L-60 letá právě v této verzi a je to jediná certifikovaná verze letounu s hvězdicovým motorem.



Obr. 2-12: Letoun Aero L-60S (nahore) a letoun Aero L-60 (dole).

Na obr. 2-12 je patrný rozdíl mezi letounem L-60S a původním letounem L-60. Před letounu je oproti jeho předchůdci kratší a má větší čelní plochu. Změna tvaru přední části letounu je způsobena konstrukcí instalovaného hvězdicového motoru AI-14RA. Konstrukce plochého a hvězdicového motoru je rozměrově velmi odlišná.

Instalace nové konstrukčně zcela odlišné pohonné jednotky do stávajícího draku by se mohla jevit jako velmi komplikovaná. Konstrukteři spolku Aerotechnik však využili zkušenosti z minulosti, kdy byly podobné přestavby již provedeny nebo alespoň vyprojektovány. Z tohoto důvodu se konstrukční práce na instalaci nového motoru omezily převážně na sjednocení dosud aplikovaných řešení. Postupem času se dočkaly všechny letouny L-60 ve flotile Svazarmu této přestavby. Pro letouny Agroletu byla určena výkonnější modifikace se zástavbou upraveného motoru AI-14RA (M426RF⁴¹), převzatého z letounu Z-37 Čmelák. Takto upravený letoun nese označení L-60SF.

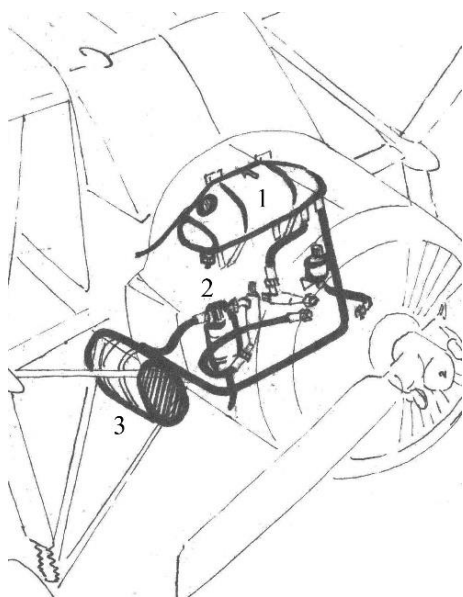
⁴¹ Motory Avia M426-RF nebyly v české Avii vyráběny, ale pouze se jednalo přestavbu dodaných polských motorů AI-14RA instalací nového reduktoru.

Technická a provozní příručka pro letoun L-60S často využívá odkazů na původní příručku. Samotní autoři v ní přiznávají, že kromě instalace pohonné jednotky a sdružených systémů nebyly na letounu provedeny jiné změny. Části a součásti, které byly na nové verzi letounu přidány nebo upraveny, jsou popsány v následující kapitole.

Základem nové pohonné jednotky je zážehový motor Ivčenko⁴² AI-14RA. Motor je pístový, vzduchem chlazený, karburátorový, hvězdicový devítiválec, s rozvodem OHV⁴³ a jednostupňovým radiálním mechanickým kompresorem. Jednotka byla původně vyráběna přímo v Sovětském svazu, ale v roce 1956 byla zahájena licenční výroba motoru v polské Kališi⁴⁴. Maximální vzletový výkon motoru je 260 KS při 2 350 ot./min, přičemž nominální výkon⁴⁵ 220 KS dosahuje při 2 050 ot./min. Ačkoliv je patrný velký rozdíl výkonu oproti československému motoru Praga Doris, tento nárůst je vykoupen vyšší hmotností. Váha suchého motoru je 200 kg ± 2%. Mechanický radiální kompresor je trvale propojen přes převod klikovou hřídelí. Hmotnost prázdného letounu L-60S je 1 030 kg.



Obr. 2-13: Hvězdicový motor AI-14RA.



Legenda: 1 – nádrž, 2 – filtr, 3 – chladič.

Obr. 2-14: Motorová olejová instalace.

Tlakový olejový mazací systém motoru má na rozdíl od motoru Praga Doris samostatnou olejovou nádrž o objemu 13 l (minimum 6 l).⁴⁶ Olejová nádrž je upevněna pod horní hranou požární přepážky. Olej je chlazen olejovým chladičem, který je upevněn na pravém boku letounu a regulace průtoku vzduchu chladičem je řešena klapkou ovládanou táhlem z pilotní kabiny. Olejová nádrž je vybavena ventilem, který lze při nečinnosti motoru z kabiny uzavřít, aby se zamezilo k samovolnému zatékání oleje do motoru a jeho shromažďování ve spodním válci.⁴⁷ Mazací okruh motoru je vybaven filtrem, který je samostatně umístěn ve spodní části požární přepážky v motorovém prostoru.

⁴² Ivčenko-Progress, ukrajinská státní konstrukční kancelář vyvíjející motory, sídlí v Záporoží.

⁴³ Over head valve. Typ ventilového rozvodu, u kterého je vačková hřídel umístěna v bloku motoru.

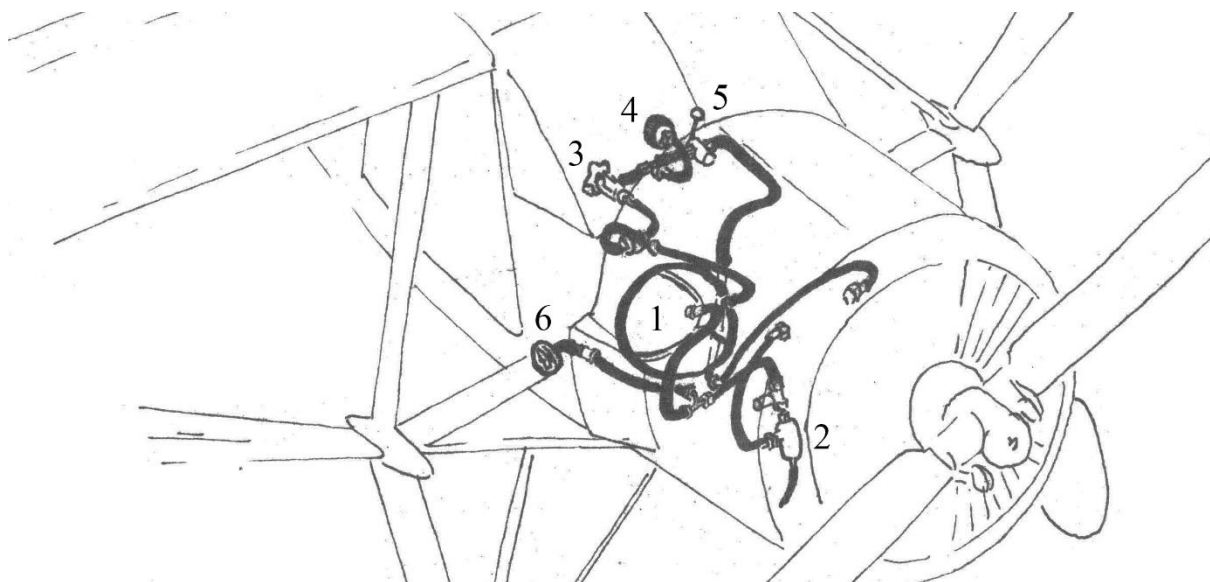
⁴⁴ PZL-Kalisz, motory zde byly vyráběny až do roku 2007.

⁴⁵ Maximální trvalý výkon.

⁴⁶ U hvězdicových motorů je tlakové mazání podmíněno konstrukcí motoru s tzv. suchou skříní. Tzn. že olej z klikové skříně a hlav válců je odsáván do samostatné nádrže odkud je tlakovým čerpadlem přiváděn zpět do motoru.

⁴⁷ Shromažďování olej protéká přes pístní kroužky do kompresního prostoru, který může zaplnit tak, že při roztáčení motoru, může dojít k tzv. hydraulickému bloku, který může vážně poškodit klikový mechanismus.

Zvláštností motoru AI-14RA je, že je spouštěn pomocí stlačeného vzduchu z pneumatické instalace. Z tohoto důvodu musela být na letoun nainstalována nová vzduchová soustava. Kulový tlakový vzduchový akumulátor je umístěn v motorovém prostoru při levém horním okraji požární přepážky. Soustava je rovněž vybavena vzduchovým kompresorem, který při chodu motoru doplňuje vzduch spotřebovaný při spouštění. Tlakový vzduch je možné doplnit z pozemního zdroje ventilem, který je umístěn na pravé straně letounu. Pneumatická soustava je vybavena odlučovačem oleje a vody.



Legenda: 1 – Kulová nádrž stlačeného vzduchu, 2 – odlučovač oleje, 3 – hlavní kohout, 4 – manometr, 5 – spouštěcí ventil, 6 – přípojka vnějšího zdroje vzduchu.

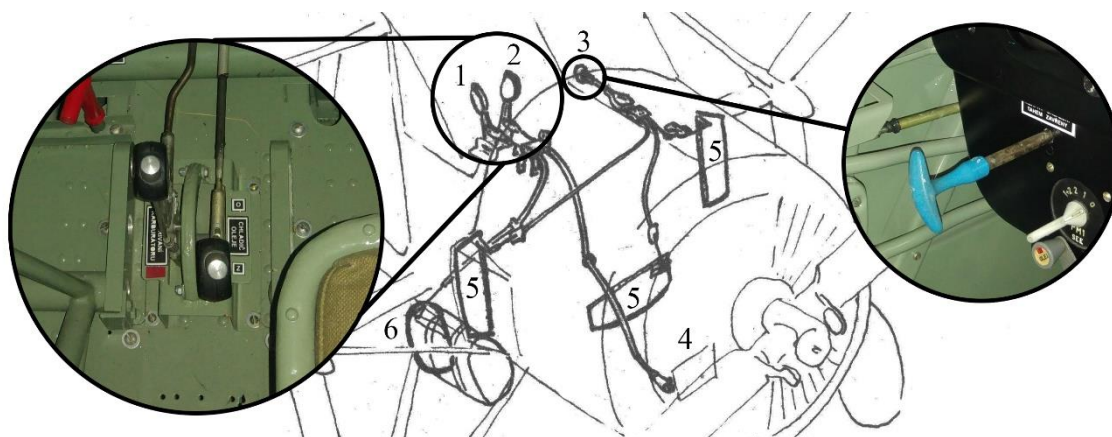
Obr. 2-15: Schéma pneumatická instalace.

Elektrická instalace letounu je jednovodičová se stejnosměrným napětím 24 V. Instalace je rozdělena na 6 okruhů: 1. okruh zdroje proudu (generátor/akumulátor/vnější zdroj), 2. spouštění a zapalování, 3. osvětlení, 4. kontrolní přístroje motoru, letové přístroje, vytápění hubice⁴⁸ rychloměru, 5. přístávací klapky a 6. napájení radiostanice. Elektrická soustava byla při přestavbě upravená s tím že tyto okruhy byly dotčeny: A (1.) (zdroj el. energie), D (2.) (spouštění a zapalování) a M (4.) (kontrola motoru).⁴⁹ U okruhu zdroje elektrické energie byla odstraněna zásuvka vnějšího zdroje, zbytek okruhu zůstal nedotčen. Baterie se nachází na stejném místě. Elektrický spouštěcí systém není díky pneumatickému startéru u letounu L-60S potřeba, na požární přepážce je pouze nainstalován bzučák pro nabuzení okruhu zapalování při startování. Přístroje pro kontrolu chodu motoru byly pochopitelně instalací nové pohonné jednotky také pozměněny.

⁴⁸ Pitotova trubice.

⁴⁹ Okruhy mají v příručce nová označení, místo řadových číslic jsou zvolena písmena, obsah a sled okruhů ale zůstal totožný.

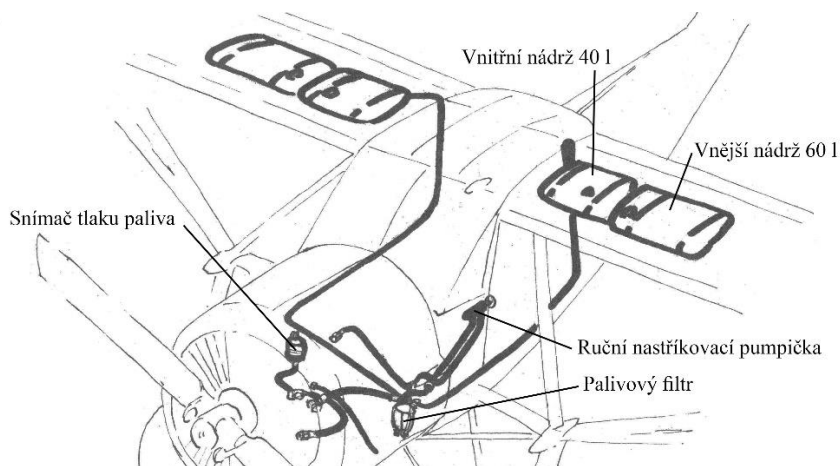
Motor letounu L-60S je chlazen náporovým vzduchem. Konstrukční uspořádání válců umožňuje ve všech fázích letu dostatečné chlazení. Při rychlém klesání se sníženým výkonem, například po výsadku nebo aerovleku, přesto dochází k prudkému poklesu teplot válců. Konstrukce motoru byla v důsledku teplotních dilatací neúměrně zatěžována, a proto byl letoun L-60S vybaven efektivní regulací chlazení. Kvůli větší čelní ploše motoru AI-14RA přesahuje kapotáž motoru drak na všech okrajích. Tento fakt umožnil realizaci výše zmíněného systému regulace chlazení. Místo pevných záplat, byl letoun vybaven sklopnými klapkami po bocích a na dolní hraně požární přepážky. Tyto klapky pilot ovládá přímo z kabiny letounu a může tak ovlivňovat míru chlazení motoru. Na horní hraně požární přepážky byl umístěn pevný štítek, aby nedocházelo ke znečištění čelního štítku kabiny motorovým olejem. Samotná kapotáž motoru je na požární přepážce uchycena ve třech bodech, jeden na horní straně a dva na spodní straně požární přepážky. Na spodní straně motorového krytu je umístěna klapka pro předehřev karburátoru.



Legenda: 1 – páka ovládání olejového chladiče, 2 – páka ovládání předehřevu, 3 – Táhlo klapek regulace chlazení motoru, 4 – klapka předehřevu, 5 – klapky regulace chlazení motoru, 6 – klapka chladiče oleje.

Obr. 2-16: Schéma chlazení motoru.

Palivový systém je proveden stejně jako u původního letounu L-60. Soustava je identická od nádrží až k palivovému filtru. Oproti Verzi L-60 přibyl na požární přepážce pouze snímač tlaku paliva.



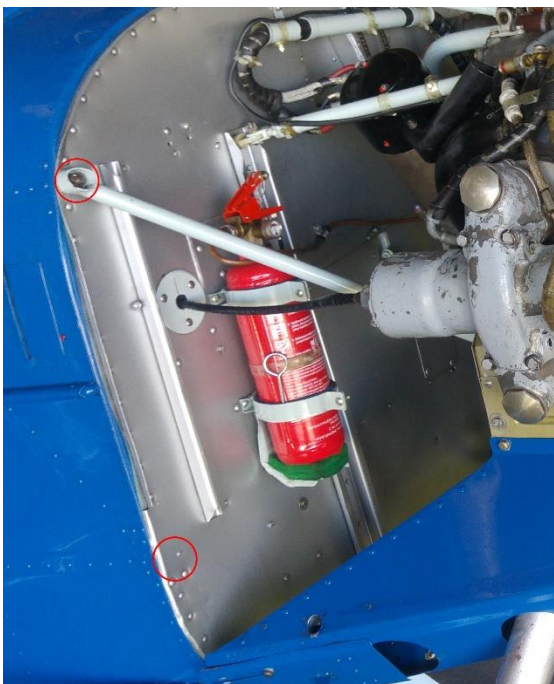
Obr. 2-17: Schéma palivové instalace.

Pro pohonnou jednotku s motorem AI-14RA se používají dva typy vrtulí. Pevná dřevěná vrtule a plně hydraulicky stavitelná vrtule stálých otáček z tvrzeného dřeva s označením US 122 000. V současné době jsou v provozu výhradně letouny s vrtulí US 122 000 o průměru 2,65 m. Vrtule US 122 000 pracuje s přímou funkcí, tzn. že otáčení listů na větší úhel náběhu je způsobeno odstředivými silami protizávaží. Menší úhel listů vrtule se nastavuje pomocí hydraulického systému, který využívá tlaku motorového oleje. K ovládání regulátoru otáček slouží páka umístěná v kabině vedle páky přípusti a korekce. Páka je spojena s regulátorem pomocí bowdenu. Hmotnost vrtule včetně oleje činí 41 kg ± 2%.



Obr. 2-18 : Vrtule US 122 000.

Motor je k trupu připevněn pomocí kruhového motorového lože. Motor je v loži uložen pomocí tlumících vložek. Samotné lože je přes požární přepážku k trupu letounu upevněno svorníky v šesti bodech, z toho pět montážních bodů je původních od zástavby motoru Praga Doris. Šestý montážní bod byl dodělán na pravém okraji požární přepážky, symetricky s opačnou stranou.



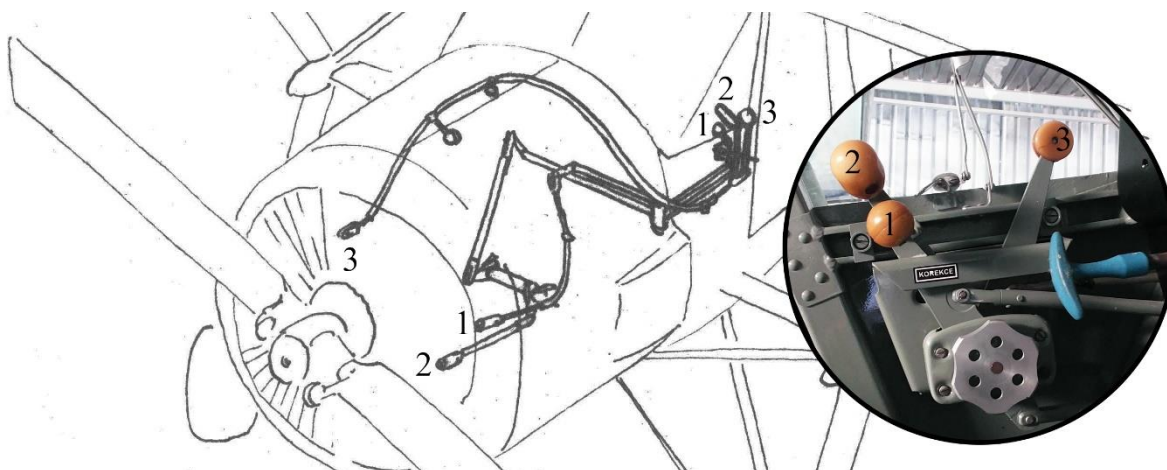
Obr. 2-19: Montážní body pravé strany L-60.



Obr. 2-20: Montážní body pravé strany L-60S.

Vyšší hmotnost nové pohonné jednotky letounu L-60S si vynutila umístění motoru co nejbližší k požární přepážce, aby nedošlo k výraznějšímu posunu těžiště prázdného letounu. I tak se ale nepodařilo zamezit překročení přední mezní centráže⁵⁰ pro všechny varianty obsazení kabiny. Z tohoto důvodu byla zadní lavice v kabině posunuta směrem dozadu. Dále pro zachování příznivých letových vlastností byly upraveny maximální výchylky vyvažovací plošky na VOP a maximální výchylka vztlakových klapek byla omezena na 30°. Výchylky vyvažovací plošky u letounu L-60S jsou 13°±1° nahoru a 23°±1° dolů. K ovládání slouží konzola mezi sedačkami.

Palubní deska letounu je na straně pilota vybavena potřebnými letovými přístroji, navigačními přístroji a přístroji pro kontrolu motoru. Na levé straně palubní desky jsou umístěny ovládací prvky spouštěcí pneumatické soustavy. Ve většině úprav je letoun koncipován jako jednopilotní, s řízením pouze na levé straně. Páky pro ovládání motoru, tedy přípusti a výškové korekce, jsou zachovány z původní verze L-60. Vedení táhel je identické s původní verzí až k požární přepážce. Z důvodu jiné konstrukce motoru bylo nutné na požární přepážku namontovat konzolu, přes kterou vedou táhla ke karburátoru. Kohout palivové instalace je součástí filtru paliva a je v kabině ovládán pomocí páky umístěné vlevo na palubní desce. Na palubní desce přibyl přepínač ventilu oleje, který je umístěn přímo pod přepínačem magnet zapalování, aby nedošlo k nechtěnému spuštění motoru se zavřeným olejem. Pohyby ovladačů ventilů jsou k jednotlivým kohoutům přenášeny pomocí hřídelí a táhel. Ruční palivové čerpadlo je k filtru připojeno pomocí lanka a jeho ovladač se nachází na levé straně palubní desky. Ruční nastříkovací pumpička byla přesunuta z palubní desky na podlahu do prostoru před levou sedačkou. Ovládání predehřevu rovněž doznalo značných změn. Z palubní desky bylo přesunuto do prostoru mezi předními sedačkami a nachází se vedle páky chladiče oleje, viz. obr. 2-16. Motor AI-14RA není vybaven dusítkem, a proto dusítko ani nelze najít na palubní desce. Na vnější stranu konzoly pro ovládání motoru je nainstalována páka pro ovládání vrtule. Páka je pomocí bowdenu spojena přes požární přepážku s regulátorem otáček. Při pohybu páky dopředu se zmenšuje úhel nastavení listů vrtule a zvyšuje se tak počet otáček.

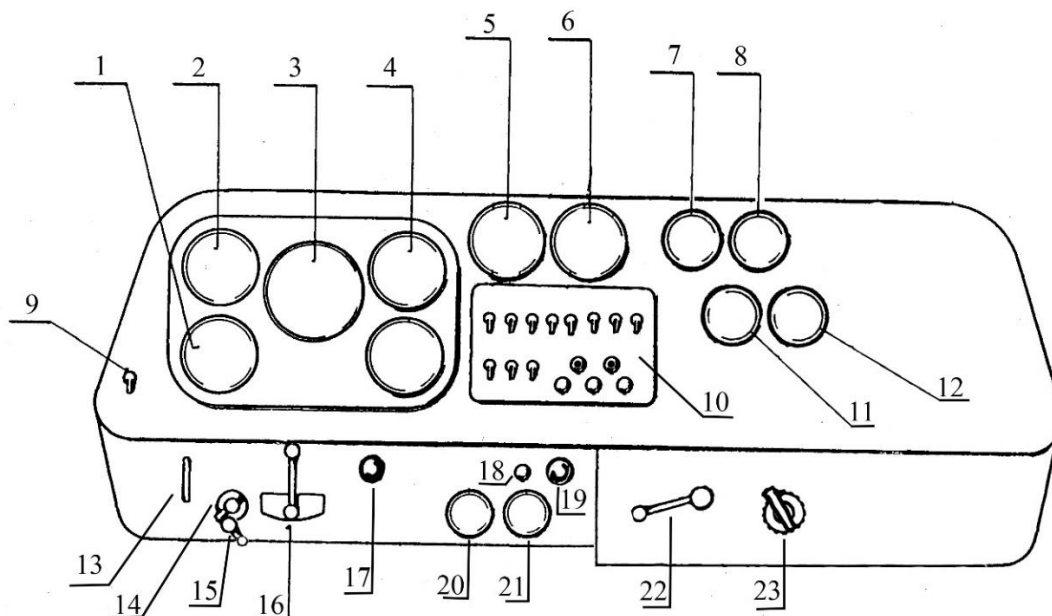


Legenda: 1 – ovladač korekce, 2 – ovladač přípusti, 3 – ovladač vrtule.

Obr. 2-21: Schéma ovládání motoru.

⁵⁰ Vzdálenost těžiště letadla křídla vyjádřená v procentech délky střední aerodynamické těživy. Přední mezní centráž udává maximální přední polohu těžiště.

Kromě ovladačů motoru jsou přes požární přepážku do kabiny vedeny signální vodiče snímačů jednotlivých hodnot motoru, táhlo hasícího systému a ovládací prvky chlazení motoru, viz. obr. 2-16. Konzola a klička původního stavění vrtule byla odstraněna. Radiostanice bývá většinou instalována pod umělý horizont.



Legenda: 1 – výškoměr, 2 – rychloměr, 3 – umělý horizont, 4 – indikátor vertikální rychlosti, 5 – otáčkoměr, 6 – trojnásobný indikátor, 7 – plnicí tlak, 8 – ukazatel teplot hlav válců, 9 – přepínač přistávacích klapek, 10 – spínače a kontrolky palubní sítě, 11 – ukazatel teploty v karburátoru, 12 – tlak akumulátoru pneumatické soustavy, 13 – táhlo klapek chlazení, 14 – přepínač magnet, 15 – přepínač olejového kohoutu, 16 – přepínač palivového kohoutu, 17 – ruční pumpa, 18 – indikátor zvýšené teploty v motorovém prostoru, 19 – ovladač hasícího přístroje, 20 – voltampérmetr, 21 – ukazatel polohy klapek, 22 – spouštění motoru, 23 – hlavní ventil vzduchu.

Obr. 2-22: Palubní deska letounu L-60S

2.2 Konstrukční odlišnosti obou verzí letounu

Porovnáním jednotlivých konstrukčních prvků obou verzí letounu je zjevné, že se celá přestavba dotýká především tří základních oblastí, a to:

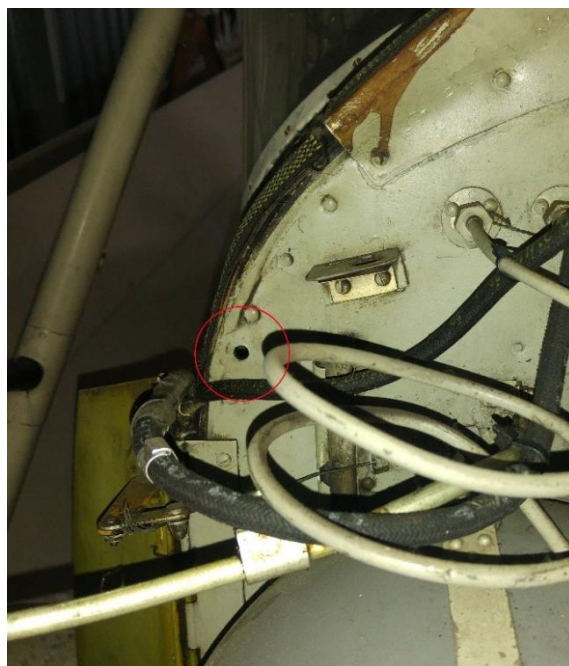
- zástavba pohonné jednotky včetně kapotáže,
- úpravy motorového prostoru (požární přepážka),
- úpravy v pilotní kabině.

Výchozím dokumentem pro identifikaci všech odlišností obou verzí letounu je přehled skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF⁵¹ (viz. příloha 1). Tento dokument zahrnuje všechny výkresy, podle kterých se při přestavbě postupovalo. Dále jako referenční materiál poslouží letová příručka a provozní návod letadla L-60 a technický popis a návod k obsluze letounu L-60S. V této kapitole jsou podrobně popsány jednotlivé konstrukční odlišnosti letounů a jaký by mohly mít vliv na případnou zpětnou přestavbu.

Největším zásahem do konstrukce letounu byla změna způsobu uchycení motoru. Pro závěs lože hvězdicového motoru bylo nutné připravit šestý montážní bod vyvrtáním otvoru do požární přepážky v místě podélného nosníku symetricky se stávajícím montážním bodem na druhé straně. Ostatní montážní body jsou identické s původními body (dva na straně levé, tři na pravé). Důležité je, že původní šestý montážní bod, který není u verze L-60S využitý, zůstal zachován, jak je patrné na obr. 2-23 a obr. 2-24, a to je pro účely přestavby příznivá okolnost. Příslušný výkres pro tuto úpravu je označen L60S.6150 motorové lože⁵².



Obr. 2-24: Původní montážní bod letounu L-60.



Obr. 2-23: Zachovaný otvor u letounu L-60S.

⁵¹ Držitelem tohoto přehledu je držitel typového certifikátu letounů řady L-60.

⁵² Je součástí přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF.

Motorové kryty letounu L-60S nutně doznaly význačných změn oproti předešlé verzi. Nové kryty byly v podstatě modifikací standardních motorových krytů Z-37 Čmelák. Kvůli přesahu kapotáže přes průřez draku v místě požární přepážky a potřeby regulace chlazení motoru byly na požární přepážku verze L-60S připevněny tři mechanicky stavitelné klapky a jeden pevný štítek na horním okraji požární přepážky před čelním štítkem kabiny. Klapky byly na požární přepážku připevněny šrouby a horní pevný štítek včetně zpevnění byl přinýtován. Mechanické klapky jsou ovládány pomocí ohebných táhel z pilotní kabiny. Kladky ovládacího mechanismu klapek byly připevněny šrouby vedle samotných klapek, táhla jsou následně vedena přes požární přepážku k ovladači v pilotní kabině. U verze L-60S je také ve spodní části motorového krytu nainstalován náporový sběrač vzduchu do filtru sání a mechanicky ovládaná regulační klapka předehřevu karburátoru. Příslušné výkresy pro tyto úpravy jsou L60S.6200 až 6250 motorové kryty a L60S.6260 až 7000 chlazení motoru⁵³.

Původní motorové kryty verze L-60 byly připevněny k trupu pouze v jednom bodě uprostřed horního okraje požární přepážky. Jednalo se o objímku připevněnou třemi šrouby. Na verzi L-60S otvory těchto šroubů nelze nalézt pouhým pohledem. Je pravděpodobné, že otvory pro šrouby byly u verze L-60S zachované a jsou pouze překryty nanýťovaným pevným štítkem. Po demontáži chladících klapek a pevného štítku bude možné namontovat zpět původní kapotáž.

Na požární přepážce u verze L-60S přibyly prvky soustavy mazání motoru. Samostatná olejová nádrž a filtr jsou k požární přepážce připevněny na držácích, které jsou k přepážce připevněny pomocí šroubů. Na pravém boku draku se nachází olejový chladič, který je rovněž připevněn pomocí šroubů. Olejová nádrž je vybavena uzavíratelným kohoutem, který zabraňuje samovolnému přetékání oleje z nádrže do motoru. Ovladač kohoutu byl u verze L-60S umístěn na palubní desce pod přepínačem magnet zapalování. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.6320 olejová instalace⁵³. Při přestavbě bude muset být celá olejová instalace verze L-60S demontována.

Prvky pneumatické soustavy jsou u verze L-60S k požární přepážce připevněny obdobným způsobem jako prvky olejové soustavy. Držáky tlakového akumulátoru a odlučovače kapalin jsou k požární přepážce připevněny šrouby. Pro plnicí vzduchový ventil byl na pravém boku draku vytvořen otevírací poklop. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.4610 pneumat. instal⁵³. Potřeba pneumatické soustavy u letounu L-60 zcela odpadá, jelikož je motor Praga Doris vybaven elektrickým spouštěčem. Z tohoto důvodu může být zcela demontována.

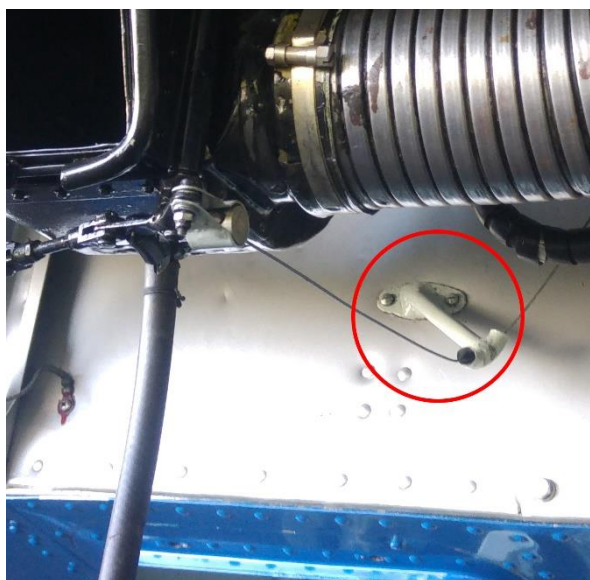
Elektrická instalace je u obou verzí letounu odlišná. Podle technické a provozní příručky letounu L-60S se změny dočkaly pouze okruhy A (zdroj el. energie), D (spouštění a zapalování) a M (kontrola motoru). Z původní konstrukce byla zachována pouze úložná skříň baterie a část elektrických vodičů a konektorů. Otvor pro zástrčku pozemního zdroje byl odstraněn a na letounu L-60S je pouze zakrytý našroubovanou krytkou. Letoun L-60S byl navíc pro účely spouštění vybaven bzučákem, na rozdíl od letounu L-60, který používá pro spouštění odtrhovací spojku na magnetu zapalování. Při přestavbě bude pravděpodobně nutné navrhnout novou elektrickou instalaci, odvozenou od původní. Průřezy a stínění kabeláže musí být zachováno.

⁵³ Je součástí přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF.

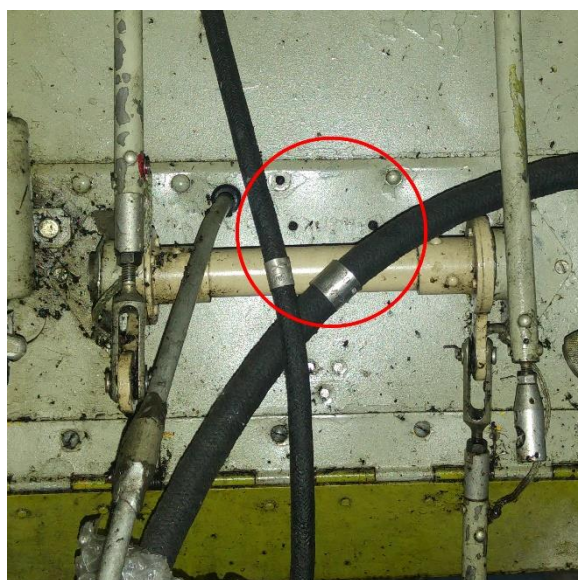
Palivová soustava zůstala od nádrží až k palivovému filtru totožná. Liší se pouze přívod paliva ke karburátoru. U obou verzí letounu je do pilotní kabiny vyvedeno ovládání palivového kohoutu, ruční pumpa a ruční nastříkovací pumpa. U verze L-60S byla přemístěna nastříkovací pumpa z přístrojové desky na podlahu před sedačku pilota. Nicméně toto přemístění nemá vliv na její funkci. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.6100 palivová instalace⁵⁴. Při zpětné přestavbě nebude nutné nijak upravovat palivovou soustavu.

Ovládání motoru bylo u letounu L-60S zachováno z velké části původní. Páky korekce a přípusti byly zcela zachovány a liší se pouze jejich části od požární přepážky dopředu. U původního letounu L-60 jsou od prostupů v požární přepážce vedena dvě jednoduchá táhla přímo ke karburátoru. Letoun L-60S využívá stejné prostupy, ale kvůli odlišné konstrukci motoru jsou použita jiná táhla. Táhlko výškové korekce u letounu s hvězdicovým motorem je jednoduché a vedeno přímo do karburátoru obdobně jako u původního letounu, táhla jsou ale odlišných rozměrů. Pro ovládání přípusti je u verze L-60S použita složitější zástavba táhel na přední straně přepážky. Částí této zástavby je zpevněná ploška na spodní straně požární přepážky, na které je uchycena konzola, která převádí pohyb táhel přípusti ke karburátoru, viz. obr. 2-25. U verze L-60 vede od požární přepážky ke karburátoru pouze jednoduché táhlko. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.8000 ovládání motoru⁵⁴. Při zpětné přestavbě bude nutné pouze demontovat konzolu táhel přípusti, zbytek soustavy ovládání nedoznal změn.

Ovládání přehřevu karburátoru je u obou letounů také odlišně. U původní verze L-60 slouží k ovládání klapky přehřevu lanko tažené od palubní desky přes kladky před vstup karburátoru. U verze L-60S slouží k ovládání páka umístěná mezi sedačkami, pohyb páky je ke klapce přenesen pomocí bowdenu. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.8000 ovládání motoru⁵⁴. Při přestavbě bude páka mezi sedačkami demontována. Původní otvory pro vedení lanka ovládání klapky jsou zachovány, včetně montážních bodů držáků kladek.



Obr. 2-26: Kladka táhla na verzi L-60.



Obr. 2-25: Konzola a zachované otvory u verze L-60S.

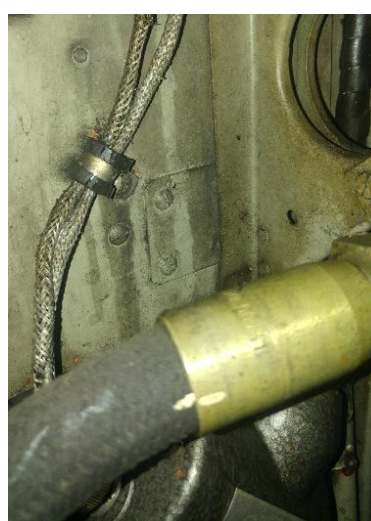
⁵⁴ Je součástí přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF.

Hasící systémy obou verzí jsou obdobné, ale přestavba se jich také dotkla. Hlavním rozdílem je umístění láhve hasícího přístroje. U letounu L-60 je láhev umístěna před požární přepážkou a u verze L-60S za ní, a to z důvodu nedostatku prostoru na požární přepážce. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.6330 hasící instalace⁵⁵. Změna hasícího systému by neměla být komplikovaná, jelikož všechny montážní otvory na požární přepážce jsou zachovány.

Stavěcí prvek vrtule doznal význačných změn. Původní letoun L-60 využíval mechanické stavění vrtule pomocí systému hřídelí a řetězu. U verze L-60S slouží ke stavění úhlu listů vrtule regulátor otáček, který k tomu využívá tlak motorového oleje. Pilot ovládá regulátor pomocí páky a bowdenu. Z tohoto důvodu byl při přestavbě zcela odstraněn původní hřídelový mechanismus s řetězem z požární přepážky a palubní desky. Otvory po řetězovém ústrojí byly zachovány a jsou pouze překryty našroubovanou ploškou. Po odinstalování všech prvků z požární přepážky, bude možné zpětně instalovat řetězový systém původního stavění vrtule.



Obr. 2-27: Spodní úchyt řetězu. Z druhé strany přepážky je hřídel vedena do konzole ovládání.



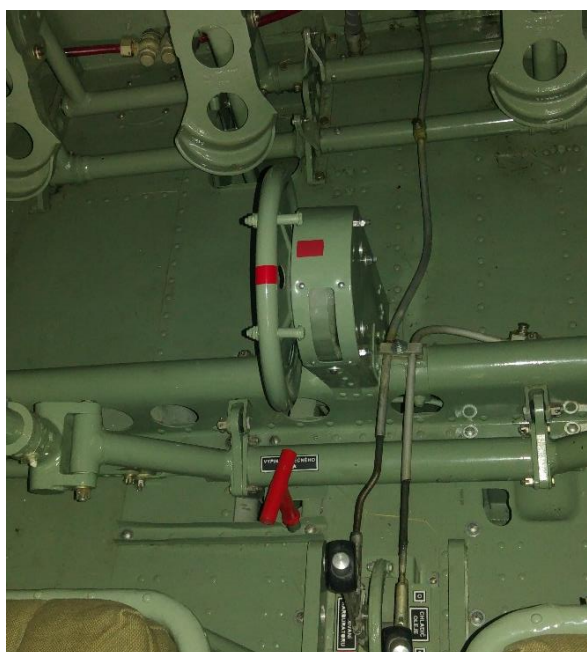
Obr. 2-28: Ploška zakrývající původní otvor pro hřídel s řetězem.

V prostoru kabiny byly u letounu L-60S provedené převážně úpravy palubní desky a mezi přední sedadla byly nainstalovány ovladače chladiče oleje a předehřevu karburátoru. Většina ovladačů a spínačů se nachází na obdobném místě u obou verzí letounu. Při pohledu na palubní desku je patrné, že u letounu L-60S chybí táhlo dusítka a předehřevu karburátoru (motor AI-14RA není vybaven dusítkem a předehřev byl přemístěn mezi sedačky). Prvky elektrického spouštění motoru byly rovněž odstraněny. Dále byla u letounu L-60S přemístěna ruční nastříkací pumpa do prostoru pod levou nohu pilota. Kromě nových přístrojů přibýly u letounu L-60S na palubní desce následující prvky: táhlo klapky chlazení motoru, olejový kohout, hlavní ventil vzduchu a páka pro pneumatické spouštění motoru. Změny pochopitelně doznaly i elementy stavění vrtule. Konzola s kličkou byla odstraněna a přibýla páka regulace otáček vedle páky přípusti. Příslušné výkresy pro tyto úpravy jsou L60S.6900 příslušenství motoru, L-60S.7000 ovládání chladiče a L-60S.8000 ovládání motoru⁵⁵. Při přestavbě bude nutné demontovat páky mezi sedačkami, páku regulace otáček, táhlo klapky chlazení a ovladač pneumatického systému.

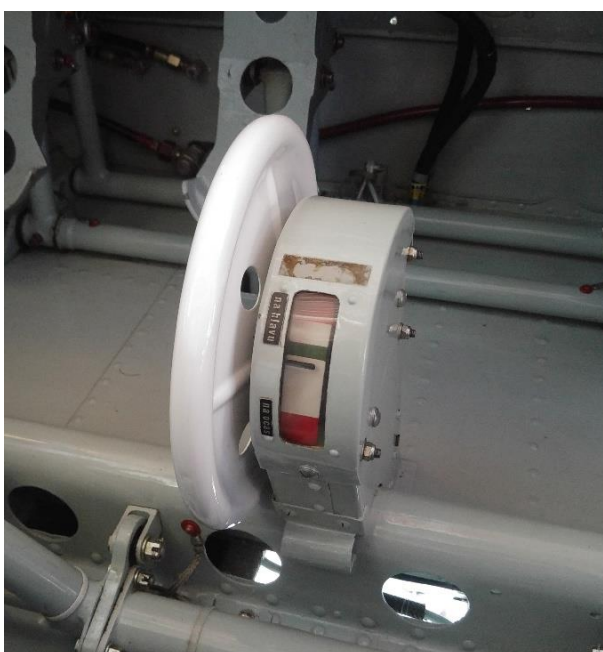
⁵⁵ Je součástí přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF.

Na letounu při přestavbě proběhly ještě další změny, které nejsou přímo spojeny s pohonnou jednotkou. Mezi tyto změny patří omezení výchylek vztlakových klapek na 30° a posunutí zadní lavice dozadu.⁵⁶ Dále došlo k záměně kol hlavního podvozku, ale tato úprava nemá zásadní vliv na letové vlastnosti letounu. Příslušný výkres pro tuto úpravu je L60S.500.09 úprava kola Z37 pro L60⁵⁷. Při přestavbě bude nutné odblokovat vztlakové klapky, aby jejich maximální výchylka byla rovna 50° a v případě že letoun bude vybaven zadní lavicí, bude nutné tuto lavici posunout zpátky dopředu.

Posledním zásadním zásahem do konstrukce letounu je změna ovládání vyvažovací plošky výškového kormidla. Výchylky vyvažovací plošky u letounu L-60S jsou jinak omezeny z důvodu změny centráže. Této úpravy bylo docíleno pouhou modifikací konzoly podélného vyvážení v kabině. Výchylka vyvažovací plošky u původního letounu L-60 je $12^\circ \pm 1^\circ$ nahoru a $35^\circ \pm 1^\circ$ dolů. Výchylka vyvažovací plošky u přestavěného letounu L-60S je $13^\circ \pm 1^\circ$ nahoru a $23^\circ \pm 1^\circ$ dolů. Tato úprava je popsána výkresem L60S.407 stavění výšk. plochy⁵⁷. Při přestavbě bude možné docílit navrácení do původního stavu dvěma způsoby. První, obtížnější, by spočívala v upravení konzoly do původního stavu. Problémem je, že výkresová dokumentace je v tomto případě nekompletní. Druhý, jednodušší, způsob spočívá pouze v upravení krajních výchylek podélného vyvážení. Ovladatelnost letounu by touto jednodušší úpravou nebyla dotčena.



Obr. 2-30: Konzola letounu L-60S.



Obr. 2-29: Konzola letounu L-60.

⁵⁶ V přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF nemají tyto úpravy vlastní výkresy.

⁵⁷ Je součástí přehledu skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF.

2.3 Administrativní zařazení letounu

Důležitou a nedílnou součástí případné přestavby musí být získání platného osvědčení letové způsobilosti pro upravený letoun a zajištění, že přestavba proběhne v souladu s předpisy a požadavky výrobce letounu, neboť je dáno zákonem, že bez odpovídajících dokladů, nemůže létat žádné letadlo. Před zahájením řešení administrativních podkladů přestavby, je nutné definovat do které z kategorií letoun spadá, a určit jaké předpisy jsou pro něj a pro jeho případnou přestavbu směrodatné.

Veškerý letecký provoz, a tím pádem i letadla která jsou provozována v Evropské unii, podléhají evropskému nařízení (ES) č. 216/2008. Tento dokument byl vydán Evropským parlamentem s cílem sjednotit pravidla v oblasti civilního letectví v zemích Evropské unie. Nicméně toto nařízení připouští možnost, že mohou existovat letadla nebo létající zařízení, která nejsou schopna plnit požadavky tohoto nařízení. Pro tyto případy byla vydána k nařízení Příloha II, která popisuje tzv. annexovaná letadla. Annexovaná letadla podléhají pouze národním předpisům. Zde popisovaný letoun spadá mezi tuto kategorii letadel, neboť splňuje podmínku 1.a Přílohy II:

letadla historického významu, která splňují následující kritéria:

nesložité letadla, jejichž původní návrh byl před 1. lednem 1955 a jejich výroba byla ukončena před 1. lednem 1975.

Na provoz a údržbu těchto letadel dohlíží státní orgán pomocí národních předpisů a pověřených organizací. Směrodatným legislativním dokumentem pro civilní letectví v České republice je zákon č. 49/1997 Sb. Hlavním orgánem pro spravování civilního letectví v České republice je Úřad pro civilní letectví (ÚCL).

Samotné praktikování leteckého zákona probíhá podle jednotlivých předpisů řady L, které vycházejí z ÚMCL⁵⁸. Do předpisů řady L jsou implementovány z velké části dodatky z ÚMCL a další mezinárodní dohody. Pro účely přestavby a provozu letounu jsou zásadní následující předpisy řady L:

- L6 – Provoz letadel (část II)
- L8/A – Letová způsobilost letadel a postupy
- L16 – Ochrana životního prostředí (svazek I a II)

Požadavky na letovou způsobilost letounu jsou v souladu s předpisem o letové způsobilosti BVF z roku 1936 a BCAR z roku 1951. Přes existenci nových stavebních předpisů není potřeba, aby letoun certifikovaný podle historických požadavků musel přejít na novou předpisovou základnu pro zachování letové způsobilosti. Obě dvě verze letounu L-60 jsou vedeny v kategorii normální⁵⁹.

⁵⁸ Úmluva o mezinárodním civilním letectví (ÚMCL), vydána ICAO a podepsána v Chicagu v roce 1944.

⁵⁹ Kategorie normální (normal) je povolena pouze pro neakrobatický druh provozu. Tento provoz povoluje obraty, které jsou spojeny s běžným létáním, navíc povoluje některé kladné obraty jako například přetažení (nikoliv strmé přetažení), vodorovné osmy, svičky, strmé zatačky a další obraty, při kterých není úhel příčného náklonu více než 60 stupňů.

Výrobce letounu Aero L-60 je Orličan n.p. a výrobcem verze L-60S je Aerotechnik, podnik ÚV Svazarmu. Ani jeden z těchto podniků v dnešní době neexistuje a z toho důvodu je dnes držitelem typového osvědčení (TC)⁶⁰ firma Evektor, spol. s r.o. Držitel TC je povinen mít zavedený systém sběru a rozboru hlášení a informací o závadách nebo jiných událostech, které by mohly mít nepříznivý vliv na zachování letové způsobilosti letadla. Tyto informace musí poskytovat všem provozovatelům daného letadla. V případě zjištění závad na samotné konstrukci letounu vydává držitel nápravná nařízení formou bulletinů⁶¹ nebo příkazů k zachování letové způsobilosti (PZZ). Držitel TC rovněž musí mít založenou veškerou aktuální dokumentaci k danému typu.

Jako směrodatné dokumenty pro přestavbu letounu poslouží: letová příručka a provozní návod letadla L-60, technický popis a návod k obsluze letounu L-60S, příloha k typovému osvědčení letounu L-60 (TCDS 27323-1958), přehled skupin výkresové dokumentace pro L-60S a SF, výkresová dokumentace pro L-60S, katalog náhradních dílů L-60S, výkresová dokumentace pro L-60, přehled součástí draku K-60 (L-60) a technologický postup přestavby letounu.

2.3.1 Systém periodických prohlídek a prací

Aby mohl být zaručen bezproblémový zpětný přechod letounu z verze L-60S na původní verzi L-60, je potřeba prověřit, zda neexistuje rozdíl mezi periodickými prohlídkami a pracemi, které jsou po určitých intervalech na letounech prováděny. Dále je potřeba zjistit, zda nebyly vydány bulletiny nebo PZZ u letounu L-60S, které by mohly ovlivnit zpětnou přestavbu letounu.

Systémy periodických prohlídek jsou pro oba letouny definované v bulletinech L60-004a a L60S-015a. Oba tyto bulletiny byly vydány 6.2.1998 a ruší platnost předchozích bulletinů, které rovněž definovaly systém periodických prací. Bezpečná životnost draku letounu je definována na 4 000 hodin provozu⁶². Tuto životnost lze prodloužit u obou verzí letounu na 5 000 hod. provozu provedením rozšířené opravy.⁶³ Po prodloužení životnosti draku je nutné provádět každých 300 hod. provozu (nebo každých 5 let, podle toho co nastane dříve) komisionální prohlídku, která je definována bulletiny L60-009a a L60S-022a.⁶⁴

⁶⁰ Typové osvědčení je souhrn dokumentace nutné k provozu a údržbě letounu. Mimo jiné obsahuje typový návrh letounu, jeho provozní omezení, požadavky předpisové základny atd. Typové osvědčení je pro annexovaná letadla vydáváno ÚCL.

⁶¹ Pravidelně vydávána úřední zpráva.

⁶² Od odlepení letounu od zemi při vzletu až po dosednutí letounu při přistání.

⁶³ Tuto opravu lze uskutečnit mezi 3 600 až 4 000 hod. provozu (může být součástí střední opravy).

⁶⁴ Každá druhá prohlídka musí být provedena držitelem TC – firmou Evektor spol. s r.o. a musí být doplněna o defektoskopickou kontrolu.

Pro obě verze letounu jsou dále uvedeny prohlídky po 50+5⁶⁵ hod. provozu, 100+10 hod. provozu a roční prohlídky. Jednotlivé položky uvedené u těchto prohlídek jsou u obou verzí letounu zcela totožné, s výjimkou položky 5.8 u verze letounu L-60S. Položka 5.8 u verze L-60S žádá, aby při každé prohlídce byla zkontrolována a odzkoušena pneumatická instalace, včetně jejího upevnění, a také deflektory motorového prostoru (viz. příloha 2), tato položka je u verze L-60 nadbytečná (viz. příloha 3). Systém periodických prohlídek také definuje střední opravy draku letounu po 600+20 hodinách provozu (u verze letounu L-60S je tato prohlídka nazvána *částečná revize*) a generální revizi po 1200+20 hodinách provozu. Obě revize musí provádět držitel TC, tedy firma Evector, spol. s r.o.

Nejstarší dohledatelný bulletin vydaný pro obě verze pochází z roku 1979. Lze předpokládat, že v minulosti bylo podobných bulletinů vydáno více, ale pravděpodobně byly nahrazeny novějšími, nebo byly pouze informativního charakteru a ne závazného.⁶⁶ Ani jeden z vydaných bulletinů se netýká samotné zástavby pohonné jednotky a jejího vlivu na konstrukci letounu. Lze tedy předpokládat, že přestavba neměla žádné důsledky, které by vyžadovaly zvláštní prohlídky draku letounu. Obdobně to platí i pro PZZ, které je pro oba letouny vydané pouze jedno (CAA-AD-001-2009) a týká se trasy řízení směrového kormidla, která při přestavbě nedoznala změn. Lze tedy předpokládat, že po úspěšném provedení zpětné přestavby nebudou nutné žádné zvláštní prohlídky draku letounu a v provozu bude možné využít stávající systém periodických prohlídek a prací na verzi letounu L-60. Nicméně definitivní rozhodnutí v této věci přísluší výhradně ÚCL⁶⁷.

⁶⁵ V některých případech je možné stanovené prohlídky provést při pokročilejším počtu hod. provozu.

⁶⁶ Bulletinů budou pravděpodobně někde dochované, ale kvůli různým relokacím a zánikům spolků je nelze snadno dohledat.

⁶⁷ Jelikož jsou letouny Aero L-60 a jeho modifikace považovány za annexovaná letadla, spadá toto rozhodnutí na národní agenturu, která je v tomto případě Úřad pro civilní letectví.

3 PRAKTICKÉ PROVEDENÍ ZPĚTNÉ PŘESTAVBY

Následně po definování odlišností konstrukcí obou verzí letounu L-60 v předchozích kapitolách lze konstatovat, že všechny úpravy provedené na draku letounu L-60 při jeho přestavbě na verzi L-60S jsou návratného charakteru. Z toho vyplývá, že do samotné nosné konstrukce letounu nebylo nijak zasaženo a konstruktéři při přestavbě na draku letounu neprovedli žádné markantní a nenávratné úpravy. Díky tomuto faktu nebude zpětná přestavba vyžadovat žádný zásah do nosné konstrukce (draku) letounu, který by mohl mít vliv na bezpečnost a letuschopnost.

Realizace případné přestavby má tři základní etapy. Jako první je potřeba vytvořit potřebný předpisový základ. Druhá etapa přestavby bude spočívat v samotných pracích na letounu a třetí, poslední etapa by měla být zálet přestavěného letounu.

Před zahájením samotných prací na letounu je nezbytné nejprve zajistit předpisový základ, který zaručí, že letoun po přestavbě splní všechny potřebné legislativní podmínky pro získání osvědčení o letové způsobilosti (OLZ). Dále je nutné definovat jednotný postup provedení zpětné přestavby letounu verze L-60S na verzi L-60, který bude splňovat všechny podmínky stanovené leteckými předpisy a zaručí, že budou zachovány všechny letové vlastnosti letounu. Jako poslední bude potřeba stanovit v jakém rozsahu bude provedena letová zkouška po přestavbě. Teprve po vypracování těchto tří bodů předpisového základu bude možné uvažovat nad samotnou praktickou přestavbou konkrétního letounu.

3.1 Předpisový základ přestavby

Každá úprava konstrukčních rysů letounu nebo jeho výkresové a provozní dokumentace vyžaduje změnu typového návrhu (TN)⁶⁸. Změny TN se klasifikují podle jejich závažnosti a dopadu na konstrukční a provozní charakteristiky letounu. Klasifikace těchto změn u annexovaných letadel je prováděna podle národního předpisu L8/A. Tento předpis rozlišuje dvě základní úrovně změn typového návrhu, změny významné a změny nevýznamné. Změny významné mohou být dále posuzovány jako důležité nebo nedůležité. V případě přestavby letounu z verze L-60S na původní verzi L-60 dochází k změně hmotnosti a změně letových a provozních charakteristik. Z tohoto důvodu je tato změna TN klasifikována jako významná. Změna je dále klasifikována jako důležitá, pokud je potřeba využití odlišné letové příručky, což v případě této přestavby je. Věc ulehčující v případě této přestavby je fakt, že změna proběhne formou návratu do původního stavu, který již byl v minulosti certifikovaný. Přesto ale je nutné na změnu nahlížet jako významnou důležitou. Takováto změna TN u annexovaných letadel musí být schválena ÚCL.

Zažádat o schválení významné změny může pouze držitel TC. Ten ale může následně vydat bulletin, který povoluje, aby tuto přestavbu mohly provádět například i letecká servisní střediska. Pokud žadatel není držitelem TC, může požádat o vydání doplňkového typového certifikátu (supplemental type certificate, STC). Třetí možností je pak žádost o modifikaci, kterou lze také získat schválení významné změny TN.

⁶⁸ Typový návrh lze definovat jako soubor dokumentace, která se skládá z výkresů a specifikací, nutných pro vymezení konfigurace a konstrukčních rysů výrobku.

V případě že významnou změnu TN provádí držitel TC nebo STC, tak musí být zároveň držitelem Oprávnění pro projektování (design organisations approval, DOA). V případě, že držitel TC provede změnu TN, je povinen dále shromažďovat data o letounech dotčených touto změnou a poskytovat nápravná nařízení, pokud se naskytnou závady spojené s provedenou změnou. V případě že změna TN bude provedena vydáním STC, spadá povinnost shromažďování a vydávání nápravných nařízení na tohoto držitele. Tedy lépe řečeno, povinnosti držitele TC přechází na nového držitele STC. V obou zmíněných případech může být změna neboli přestavba, provedena na libovolném počtu letounů, pokud budou dodrženy postupy definované držitelem TC nebo STC. Významná změna TN formou modifikace může být provedena jakýmkoliv leteckým servisním střediskem, pokud bude jejich žádost o modifikaci schválena. Pokud je změna TN provedena formou modifikace, přestane být držitel TC zodpovědný za shromažďování provozních dat z provozu modifikovaného letounu a tato povinnost přechází na fyzickou nebo právnickou osobu, která změnu TN provedla. Modifikace může být provedena pouze na jediném konkrétním kusu letadla. Značnou výhodou ale je, že žadatel o provedení modifikace nemusí být držitelem DOA.

Postup schválení změny TN je ve všech třech případech téměř identický. Jako první je potřeba podat žádost o změnu TN na ÚCL, v případě že žadatel není držitelem TC, tak žádá o změnu TN formou vydání STC nebo o schválení modifikace. Součástí žádosti musí být tzv. definiční dokument, kontrolní seznam plnění tzv. Compliance Checklist (CCL), postup provedení změny/přestavby a provozní dokumentace letounu (maintenance documents). Druhý krok je samotná realizace změny, na kterou si ÚCL vyhraduje právo dohlížet, aby bylo zaručeno správné dodržování postupů. Po přestavbě obvykle následuje letová zkouška. Pokud budou všechny předešlé kroky splněny a přestavěný letoun získá OLZ, tak bude změna TN schválena ÚCL. V případě žádosti o STC bude toto vydáno a v případě žádosti o modifikaci bude tato modifikace schválena.

Výše zmíněný definiční dokument je stěžejní součástí vstupní dokumentace při zahájení jakékoliv přestavby. Jeho úkolem je přesně a podrobně specifikovat předmět projektu. Dále popisuje změnu TN a její samotnou realizaci. Tento dokument je tzv. živý to znamená, že se v něm v průběhu projektu mohou provádět změny nebo úpravy. Do jisté míry může tato práce sloužit jako výchozí bod pro sestavení definičního dokumentu.

K žádosti musí žadatel také doložit kontrolní seznam plnění. CCL obsahuje souhrn jednotlivých požadavků předpisové základny. CCL také obsahuje označení letadla, na kterém je průkaz plnění požadavků prováděn a názvy bodů předpisu, pro které je plnění požadováno. Jsou zde uvedeny způsoby průkazu těchto požadavků, tzv. means of compliance (MoC) a vyjádření, zda bylo plnění požadavků prokázáno. MoC mohou mít formu výpočtu, simulace, zátěžových zkoušek, prokazování podle výkresů, a další. U přestavby letounu L-60S na L-60 bude nejvhodnější prokázat plnění předpisových požadavků pomocí výkresů. Bude nutné dokázat, že během přestavby byl letoun navrácen do původního stavu, který odpovídá původní výkresové dokumentaci, čímž bude zaručeno, že letoun splňuje požadavky předpisové základny. Jako předpisová základna by měl být použitý původní předpis BCAR z roku 1951.

Provozní dokumentace letounu neboli maintenance documents se skládá z technických příruček letounu, provozních příruček letounu a z výkresové dokumentace. V případě přestavby letounu L-60S na L-60 budou potřebné tyto dokumenty: letová příručka a provozní návod letadla L-60, technický popis a návod k obsluze letounu L-60S, výkresová dokumentace pro L-60, výkresová dokumentace pro L-60S, přehled součástí draku K-60 (L-60) a katalog náhradních dílů L-60S. Tuto dokumentaci je potřeba doložit při podávání žádosti o schválení změny TN. Dále musí žadatel předložit letovou příručku a příručku pro údržbu, podle kterých bude letoun po změně provozován. V případě této přestavby bude možné použít původní příručky letounu L-60. Příručka obsahuje mimo jiné i provozní omezení letounu, v případě této přestavby bude přestavěný letoun omezen stejně jako původní letoun L-60.

Nedílnou součástí žádosti o schválení změny TN musí být popis postupu, jakým bude změna realizována. V dalším textu je uveden konkrétní návrh postupu pro přestavbu. Uvedený návrh vychází z předpokladu, že středisko provádějící přestavbu bude do hloubky seznámeno s letouny L-60, L-60S a jejich konstrukcí.

3.2 Postup přestavby

Samotná fyzická přestavba může být rozdělena na tři části. První část spočívá v odinstalování a demontáži všech soustav a prvků, které přibyly u verze L-60S a jsou u původní verze L-60 nepotřebné. Druhý krok popisuje přípravu požární přepážky a kabiny pro instalaci původní pohonné jednotky a jejího ovládání. Poslední částí je samotná instalace původní pohonné jednotky a ovládacích prvků.

3.2.1 Demontování prvků verze L-60S

Pro postup demontáže prvků verze L-60S bude použita výkresová dokumentace pro letoun L-60S a SF. Při každém kroku bude nutné odstranit všechny prvky, které byly na letoun podle výkresové dokumentace nainstalovány. Pro tuto část je navrhován následující postup:

Demontáž motoru

1. Vypusťte všechny provozní kapaliny z letounu a vyprázdněte pneumatickou soustavu.
2. Demontujte vrtuli US – 122 000 podle příslušné dokumentace⁶⁹.
3. Odpojte ovladače klapky předehřevu na spodním krytu motoru.
4. Sejměte motorové kryty.
5. Odpojte táhla ovládání motoru (táhla přípusti a korekce).
6. Odpojte ovladač regulátoru otáček vrtule.
7. Odpojte hadice olejové, palivové a pneumatické soustavy od motoru.
8. Odpojte vedení snímačů motorových hodnot od motoru.
9. Demontujte motor z motorového lože podle příslušné dokumentace⁷⁰.
10. Demontujte motorové lože z požární přepážky.

⁶⁹ Technický popis, návod k použití, návod pro provádění oprav vrtule W-530-D 11/N a US 122000.

⁷⁰ Směrnice pro obsluhu a provádění periodických prohlídek motorů AI-14 R 6. série a AI-14 RA

Demontáž prvků na požární přepážce

1. Demontujte všechny prvky olejové instalace včetně chladiče (výkres olejová instalace L60S.6320).
2. Demontujte všechny prvky pneumatické soustavy (výkres pneum. instal. L60S-4610).
3. Demontujte všechny prvky chlazení motoru (výkres chlazení mot. L60S.6260 a 7000).
4. Demontujte táhla pro ovládání přípusti a výškové korekce na přední straně požární přepážky. Nanýtovaná zpevňovací ploška pro konzoly ovládání přípusti může být zachována (výkres ovládání motoru L60S.8000).
5. Demontuje hasící instalaci (výkres hasící instalace L60S.6330).
6. Demontuje zbylé úchyty motorového krytu (výkresy mot. kryty L60S.6200 až 6250).

Demontáž prvků v kabině letounu

1. Demontujte páku ovládání vrtule (výkres ovládání motoru L60S.8000).
2. Demontujte ovládací páky olejového chladiče a přehřevu (výkres ovládání motoru L60S.8000).
3. Odstraňte z kabiny ovládací prvky pneumatické soustavy, přepínač kohoutu oleje a táhlo chladících klapek (výkres pneum. Instal. L60S-4610).

3.2.2 Příprava požární přepážky a kabiny letounu

Po demontáži všech prvků verze L-60S musí být požární přepážka a kabina letounu připravena pro montáž původní pohonné jednotky. Všechny otvory v požární přepážce, které nebudou u přestavěného letounu potřeba, musí být překryty, ideálně návratným způsobem.

V kabině letounu je nutné upravit palubní desku, aby bylo možné nainstalovat potřebné přístroje a ovladače. Pokud nebude možné získat původní palubní desku, lze upravit stávající nebo vyhotovit novou podle původních konstrukčních výkresů. Ruční nastříkovací pumpa může zůstat pod palubní deskou, jelikož její umístění nemá vliv na její funkčnost. Je také potřeba nainstalovat zpátky konzolu ovládání vrtule, včetně její řetězové části před požární přepážkou a posunout zadní lavici v kabině dopředu do původní polohy.

Je potřeba odstranit blokaci vztlačových klapek, která u letounu L-60S omezovala maximální výchylku klapek na 30°. Po odstranění mechanické blokace vedle elektromotoru klapek musí být maximální výchylka klapek 50°.

Poslední zásadní úpravou v prostoru kabiny, potažmo v trupu, je navrácení podélného vyvážení do původního stavu. Výchylka vyvažovací plošky u původního letounu L-60 je 12°±1° nahoru a 35°±1° dolů, zatímco výchylka vyvažovací plošky u přestavěného letounu L-60S je 13°±1° nahoru a 23°±1° dolů. Tato úprava je popsána výkresem L60S.407 stavění výškové plochy. Existují dvě možná řešení navrácení do původního stavu. První jednodušší spočívá pouze v úpravě zarážek v chodu vyvážení, tak aby bylo docíleno původních výchylek. Druhé řešení spočívá v úpravě samotné vyvažovací konzoly porovnáním výkresových dokumentací obou letounů.

Elektrická soustava může být řešena individuálně podle konkrétních požadavků. Většina prvků zůstane zachována. Do letounu je možné na levý bok zpětně nainstalovat zásuvku pro externí zdroj. Absence zásuvky však nijak neovlivní letové vlastnosti letounu, nicméně může být potřeba při spouštění pohonné jednotky po delší době stání nebo při nižších teplotách. Zásadní pro elektrickou soustavu je při přestavbě výběr magnet zapalování. Pokud budou použita původní magneta typu PALAX s tzv. odtrhovou spojkou, bude možné odstranit tzv. bzučákové zařízení na požární přepážce. Kvůli horší dostupnosti původních magnet a jejich vyšší poruchovosti bude pravděpodobně vhodnější použít magneta typu Vertex. Magneta Vertex mohou pro spouštění využít již nainstalované bzučákové zařízení na požární přepážce. Zbytek elektrické soustavy musí dodržet potřebné průřezy vodičů a jejich stínění. Pro instalaci elektrické soustavy je doporučeno vycházet ze schématu elektrické instalace uvedených v letové příručce a provoznímu návodu letadla L60.

Při úpravách požární přepážky a ostatních prvků je nutné, aby se vycházelo z původní výkresové dokumentace letounu, aby bylo možné docílit původního stavu.

3.2.3 Instalace pohonné jednotky Praga Doris

Po přípravě požární přepážky a kabiny letounu bude drak letounu prakticky v původním stavu a v této fázi může být již považován za původní letoun L-60. Proces instalace pohonné jednotky bude tím pádem proveden obdobným způsobem, jak je stanoveno v letové příručce a provozním návodu letadla L 60. Všechny následující kroky jsou přímo převzaté z této příručky a v nutných případech upraveny pro účely

1. Zvedněte ocas letounu, aby se drak nacházel ve vodorovné poloze, podepřete pod ostruhou a na ocas umístěte závaží. Kola hlavního podvozku zepředu i zezadu zajistěte.
2. Nainstalujte držáky a rozvody pro hasící přístroj na přední stranu požární přepážky.
3. Připevněte součásti ovládání motoru a vrtule a kladky vedení ovládacích lanek.
4. Připevněte motorové lože k draku letounu pomocí 6 svorníků.
5. Zvedněte motor a přisad'te ho k motorovému loži. Zasuňte závěsné čepy a zajistěte pomocí matek a pojistek.
6. Na pravé straně karburátoru připojte táhlo přípusti. Na levou stranu připojte táhlo výškové korekce. Oba čepy táhel zajistěte závlačkami. K páčce dusítka připojte konec ovládacího lanka. K vstupnímu hrdlu karburátoru připevněte potrubí nasávání vzduchu, které je spojeno s předehřevem. Ke klapce předehřevu připojte konec ovládacího lanka.
7. K palivovému čerpadlu na motoru připojte hadici přívodu paliva. Pokud motor není vybaven palivovým čerpadlem, připojte přívod paliva přímo na vstupní šroubení karburátoru.
8. Na potrubí nastříkovacích trysek do sacího potrubí motoru připojte vedení paliva od nastříkovací pumpy.
9. Zapojte příslušné olejové potrubí k olejovému tlakoměru, který je umístěn na levé polovině zadní části olejové vany motoru.
10. Zapojte elektrickou soustavu podle schématu elektrické instalace. V případě použití magnet využívajících bzučákové zařízení, propojte toto zařízení podle elektrického schématu letounu L-60S.

11. Připojte hřídel stavění vrtule k řetězovému ústrojí na požární přepážce.
12. Na přípojku odvodušnění na horní straně skříně motoru připojte odvodušňovací potrubí.
13. Na nátrubek v horní části dynamospouštěče připojte vzduchové potrubí chlazení.
14. Připojte snímače tlaku paliva, provozních hodnot motoru a otáček vrtule k příslušným indikačním přístrojům.
15. Upevněte na motor výfukové potrubí včetně jeho krytů.
16. Nasad'te a připevněte vrtuli V-411B podle předpisu výrobce.
17. Našroubujte na horní okraj požární přepážky objímku pro čep horního motorového krytu a namontujte zbývající kryty motoru.
18. Naplňte motor maximálně 16 kg čerstvého oleje, který odpovídá požadavkům provozní příručky.
19. První spuštění motoru proved'te v souladu s pokyny uvedenými v letové příručce a provozním návodu letadla L60.

Výše uvedené postupy jsou spíše teoretického charakteru. V případě provádění praktické přestavby bude vhodné brát na zřetel konstrukci některého z původních letuschopných letounů L-60, jelikož výkresová a technická dokumentace původního letounu může být v některých částech nekompletní nebo nepřesná.

3.3 Letové zkoušky

Při schvalování změn TN se obvykle provádí letové zkoušky. Nicméně v případě popisované přestavby se vychází z předpokladu, že po dokončení potřebných prací bude mít přestavěný letoun letové vlastnosti totožné s původním letounem Aero L-60. Tyto letové vlastnosti již byly v minulosti ověřeny a z tohoto důvodu se mohou letové zkoušky pouze omezit na ověřování správné instalace pohonné jednotky, případně lze ověřit správné fungování podélného vyvážení letounu. Dále je letoun doporučené před prvním letem převážít a ověřit polohu těžiště. Po úspěšném složení letových zkoušek, je žádost o změnu TN schválena.

Rozsah letových zkoušek navrhuje žadatel o změnu TN, tedy v případě této přestavby například, držitel TC, společnost Evektor spol. s r.o.⁷¹ Žadatel ÚCL předloží program letových zkoušek, ke kterému se ÚCL následně vyjádří.

Rámcově by letové zkoušky měly obsahovat:

- důslednou motorovou zkoušku prověřující všechny režimy motoru,
- pojížděcí zkoušku (kontrola říditelnosti na zemi, akcelerace motoru do vzletového režimu, vliv vibrací způsobených pojížděním na motor),
- letová zkouška (kontrola podélného vyvážení a říditelnosti letounu, kontrola motorových režimů za letu, kontrola funkčnosti vzletových klapek v krajní poloze 50°).

⁷¹ Nevylučuje se, že by se projektu nemohl ujmout jiný subjekt formou žádosti o STC nebo o modifikaci, odborné konzultace v tomto ohledu však probíhaly převážně pouze se zástupci společnosti Evektor spol. s r.o.

ZÁVĚR

Projekt přestavby letounu L-60S na původní verzi L-60 se již od samého počátku jevil jako schůdný, nicméně existovalo hodně neznámých faktorů, které musely být v průběhu práce prozkoumány. Po prozkoumání celé problematiky lze říct, že tato přestavba je reálná.

Největším úskalím této práce byl nedostatek podkladových materiálů, které by definovaly přímo rozdíly obou verzí a postup původní přestavby. Lze předpokládat, že tyto materiály a dokumenty stále existují, ale je velice obtížné je dohledat v archivech. Jednotlivé dokumenty, které se autorovi podařilo shromáždit pro účely této práce, často nebyly v některých oblastech shodné ani kompletní. Například se jedná o technický popis a návod k obsluze letounu L-60S, kde při popisu změn provedených během přestavby není jediná zmínka o úpravě podélného vyvážení nebo posunutí zadní lavice v kabině. Samotná instalace pohonné jednotky byla z velké části zdokumentována správně, přesto v mnoha oblastech nejsou informace vždy jasné.

Z tohoto důvodu nemohl autor spoléhat pouze na dostupnou dokumentaci a musel sám ověřit konstrukční rozdíly obou verzí přímo na letounech. Kombinaci těchto obou postupů se autorovi podařilo určit, které konstrukční části letounu byly upraveny nebo předělány.

Relativně komplikovanou problematikou je postup administrativního schválení přestavby, a to přesto, že obě verze letounů mají vydané platné typové certifikáty. Z hlediska platných předpisů se jedná o významnou změnu typového návrhu, a protože jsou oba letouny annexované, musí tuto změnu schválit ÚCL. Z tohoto důvodu autor práce definoval správný postup, kterým by bylo možné postupovat, a to ať už formou žádosti o změnu typového návrhu, žádostí o vydání doplňkového typového certifikátu nebo žádostí o schválení modifikace.

V práci se autor pokusil do jisté míry překročit stanovené cíle tím, že navrhnul nejen teoretický postup provedení celé přestavby, ale zároveň nastínil ucelený a základní postup samotné přestavby. Z tohoto důvodu by práce mohla být využita ne jenom jako prvotní impuls k přestavbě, ale také jako určité vodítko pro realizaci přestavby.

Autorovi se podařilo doložit, že přestavba je proveditelná. Praktické provedení přestavby tak již není otázkou, zda je to vůbec možné, ale spíše otázkou financí. Autor práce vycházel z předpokladu, že budou k dispozici původní díly, a především funkční motor Praga Doris. V praxi je to s dostupností těchto dílů komplikovanější a případná generální oprava motoru Praga Doris je značně nákladná.

Autor práce věří, že jeho práce měla smysl a že v budoucnu spatříme na nebi alespoň o málo víc letounů Brigadýr s motorem Praga Doris.

Seznam použité literatury

ADAMEC, J., KOCÁB, J. *Letadlové motory*. Vyd. 2. Praha: Corona, 2008, 175 s. ISBN 978-80-861-6-54-9.

MARJÁNEK, P. *L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika*. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.

NĚMEČEK, Václav. *ČESKOSLOVENSKÁ LETADLA*. 1983. Praha: Naše vojsko, 1983. ISBN 28-122-84.

TRAINING, *Oxford Aviation. Aircraft general knowledge 3 powerplant*. Rev. ed. Shoreham, U.K: Transair (U.K.), 2001. ISBN 978-190-4935-032.

SOUKUPOVÁ, J. *Způsoby prokazování způsobilosti při provádění změn na letadlech dle Annex II Nařízení (ES) 216/2008 ve vztahu k národním předpisům*. Praha, 2015. Diplomová práce. ČVUT. Vedoucí práce Ing. Vít Zárýbnický.

Katalog náhradních dílů L-60S.

Letová příručka a provozní návod letadla L-60.

Přehled skupin výkresové dokumentace pro L-60S a SF.

Přehled součástí draku K-60 (L-60).

Příloha k typovému osvědčení letounu L-60 (TCDS 27323-1958).

Technický popis a návod k obsluze letounu L-60S.

Výkresová dokumentace pro L-60S.

Výkresová dokumentace pro L-60.

Seznam internetových zdrojů

ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Letecký rejstřík*. [online]. [zobrazeno 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla/letecky-rejstrik>

LIS ŘLP. *Letová způsobilost letadel – postupy L8/A* [online]. [zobrazeno 2017-02-23]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>

ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Základní informace k nařízením EU*. [online]. [zobrazeno 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/predpisy/zakladni-informace-k-narizenim-eu>

DOPRAVNÝ ÚŘAD *Zoznam registrovaných lietadiel*. [online]. [zobrazeno 2017-01-18]. Dostupné z: <http://letectvo.nsat.sk/letova-sposobilost/register-lietadiel-slovenskej-republiky/zoznam-registra/>

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka	Význam anglicky	Význam
atd.		A tak dále
atp.		A tak podobně
apod.		A podobně
BCAR		Předpis letové způsobilosti z roku 1951
BVF		Předpis letové způsobilosti z roku 1936
CCL	Compliance Checklist	Kontrolní seznam plnění
č.		Číslo
ČSA		Československá armáda
DOA	Design Organisation Approval	Oprávnění pro projektování
GO		Generální oprava
ICAO	International Civil Aviation Authority	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
MLR		Maďarská lidová republika
MNO		Ministerstvo národní obrany Československa
MoC	Means of Compliance	Způsoby průkazu plnění požadavků
n.p.		Národní podnik
obr.		Obrázek
OHC	Over head camshaft	Typ ventilového rozvodu
OHV	Over head valve	Typ ventilového rozvodu
OLZ		Osvědčení letové způsobilosti
PZZ		Příkaz k zachování letové způsobilosti
spol.		Společnost
srov.		Srovnej
spol. s r.o.		Společnost s ručením omezeným
STC	Supplemental type certificate	Doplňkový typový certifikát
TC	Type certificate	Typový certifikát
TN		Typový návrh
TTP		Taktickotechnické podmínky
tzn.		To znamená
tzv.		Takzvaně
US	Uniwersalny śmigło (pol.)	Univerzální vrtule
ÚCL		Úřad pro civilní letectví
ÚMCL		Úmluva o mezinárodním civilním letectví
ÚV		Ústřední výbor
v. č.		Výrobní číslo
VOP		Výškové ocasní plochy
viz.		Vizte
VZLÚ		Výzkumný a zkušební letecký ústav
vz.		Vzor

Značka / jednotka	Význam
%	Procenta
°	Stupeň, úhlová míra
hod.	Hodina/hodiny
kg	Kilogram
km	Kilometr
km/h	Kilometr za hodinu
kW	Kilowat
KS	Koňská síla (1 KS \approx 0,745 kW)
l	litr
mm	Milimetr
mm ²	Milimetr čtvereční
ot./min	otáčky za minutu
V	Volt

Seznam obrázků

- Obr. 1-1:** Letoun K-65 Čáp ve službách Československé armády. 9
Zdroj: OK-BZI. In: Valka.cz [online]. [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: http://fdn.valka.cz/attachments/3136/K-65_BL_OK-BZI.jpg
- Obr. 1-2:** První prototyp XL-60/01 s motorem Argus. 10
Zdroj: Historie letiště Choceň. In: Rajce.net [online]. 2008 [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: <http://letistechocen.rajce.idnes.cz/Historie/#>
- Obr. 1-3:** Druhý prototyp XL-60/02 OK-JEA v zemědělském provedení. 11
Zdroj: Historie letiště Choceň. In: Rajce.net [online]. 2008 [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: <http://letistechocen.rajce.idnes.cz/Historie/#>
- Obr. 1-4:** Třetí prototyp XL-60/03. 12
Zdroj: MARJÁNEK, P. L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.
- Obr. 1-6:** Kulomet vz. 52 v kabině K-60. 12
Zdroj: Autor
- Obr. 1-5:** Uchycení pum pod trupem K-60. 12
Zdroj: Autor
- Obr. 1-7:** První sériový Brigádýr vybavený postřikovým zařízením. 13
Zdroj: MARJÁNEK, P. L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.
- Obr. 1-8:** Výrobní hala v Chocni. 14
Zdroj: Historie letiště Choceň. In: Rajce.net [online]. 2008 [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: <http://letistechocen.rajce.idnes.cz/Historie/#>
- Obr. 1-9:** Roj letounů K-60 při přeletu z továrny do útvaru. 15
Zdroj: Historie letiště Choceň. In: Rajce.net [online]. 2008 [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: <http://letistechocen.rajce.idnes.cz/Historie/#>
- Obr. 1-10:** L-60 při vleku kluzáku VSB 62 Vega, v pozadí choceňský závod. 16
Zdroj: Historie letiště Choceň. In: Rajce.net [online]. 2008 [cit. 2017-05-13].
Dostupné z: <http://letistechocen.rajce.idnes.cz/Historie/#>
- Obr. 1-11:** OK-MTI. 16
Zdroj: MARJÁNEK, P. L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.
- Obr. 1-12:** Úprava v MLR. 16
Zdroj: MARJÁNEK, P. L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.

Obr. 1-13: Letoun L-60S OK-MTK na leteckém dni v Liberci.	17
Zdroj: Autor	
Obr. 1-14: L-60S OK-LKH na leteckém dni v Rakovníku.	18
Zdroj: VILDMAN. OK-LKH. In: Planes.cz [online]. 2016 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: http://www.planes.cz/cs/photo/1217054/l60s-brigadyr-ok-lkh-private-rakovnik	
Obr. 2-1: Perspektivní řez letounem L-60.	20
Zdroj: MARJÁNEK, P. L-60 Brigádýr: Monografie. Letectví a kosmonautika. 1976, 76 (6-7), str. 27-30 a 28-30.	
Obr. 2-2: Motor Praga Doris. Otvor pro plněný oleje na přední straně skříně.	21
Zdroj: Autor	
Obr. 2-3: Motor Praga Doris zespodu.	21
Zdroj: Autor	
Obr. 2-4: Schéma klapky chladiče oleje.	21
Zdroj: Autor	
Obr. 2-5: Schéma palivové instalace.	22
Zdroj: Autor	
Obr. 2-6: Schéma ovládání vrtule.	22
Zdroj: Autor	
Obr. 2-7: Montážní bod horního krytu.	23
Zdroj: Autor	
Obr. 2-8: Motorové lože včetně jednotlivých montážních bodů.	23
Zdroj: Autor	
Obr. 2-9: 1. ovladač přípusti 2. ovladač korekce.	24
Zdroj: Autor	
Obr. 2-10: Palubní deska letounu L-60.	25
Zdroj: Autor	
Obr. 2-11: Schéma vyvážení letounu a konzola ovládání.	25
Zdroj: Autor	
Obr. 2-12: Letoun Aero L-60S (nahore) a letoun Aero L-60 (dole).	26
Zdroj: Autor	
Obr. 2-13: Hvězdicový motor AI-14RA.	27
Zdroj: Autor	
Obr. 2-14: Motorová olejová instalace.	27
Zdroj: Autor	

Obr. 2-15: Schéma pneumatická instalace.	28
Zdroj: Autor	
Obr. 2-16: Schéma chlazení motoru.	29
Zdroj: Autor	
Obr. 2-17: Schéma palivové instalace.	29
Zdroj: Autor	
Obr. 2-18 : Vrtule US 122 000.	30
Zdroj: VONDRÁČEK. OK-NNG. In: Planes.cz [online]. 2016 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: http://www.planes.cz/cs/photo/1129355/160s-brigadyr-ok-nng-aeroklub-cr-usti-nad-orlici-lkuo	
Obr. 2-19: Montážní body pravé strany L-60.	30
Zdroj: Autor	
Obr. 2-20: Montážní body pravé strany L-60S.	30
Zdroj: Autor	
Obr. 2-21: Schéma ovládání motoru.	31
Zdroj: Autor	
Obr. 2-22: Palubní deska letounu L-60S.	32
Zdroj: Autor	
Obr. 2-23: zachovaný otvor u letounu L-60S.	33
Zdroj: Autor	
Obr. 2-24: Původní montážní bod letounu L-60.	33
Zdroj: Autor	
Obr. 2-25: Konzola a zachované otvory u verze L-60S.	35
Zdroj: Autor	
Obr. 2-26: Kladka táhla na verzi L-60.	35
Zdroj: Autor	
Obr. 2-27: Spodní úchyt řetězu.	36
Zdroj: Autor	
Obr. 2-28: Ploška zakrývající původní otvor pro hřídel s řetězem.	36
Zdroj: Autor	
Obr. 2-29: Konzola letounu L-60.	37
Zdroj: Autor	
Obr. 2-30: Konzola letounu L-60S.	37
Zdroj: Autor	

Seznam příloh

Příloha 1: Přehled skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF

Zdroj: Evekter, spol. s r.o.

Příloha 2: Periodické prohlídky a práce L-60S

Zdroj: Technický popis a návod k obsluze letounu L-60S.

Příloha 3: Periodické prohlídky a práce L-60

Zdroj: Letová příručka a provozní návod letadla L-60.

Přehled skupin výkresové dokumentace pro L60S a SF				
		scatavy		
L60S a SF				
1 Stavění výšk. plochy	L60S-407	A2		
2 Pneumat. Instal.	L60S-4610	A2		
3 Motorové lože	L60S.6000	A2		
4 Unašeč vrtule	L60S.606	A2		
5 Palivová instalace	L60S.6100	A2		
6 Motorové lože	L60S.6150	A1		
7 Motorové kryty	L60S.6200 až 6250	A2, A3		
8 Chlazení motoru	L60S.6260 a 7000	A3, A3		
9 Olejová instalace	L60S.6320	A2, A2		
10 Hasicí instalace	L60S.6330	A2		
11 Výfukové potrubí	L60S.6500	ROZP.		
12 Příslušenství motoru	L60S.6900	A2, A2		
13 Ovládání motoru	L60S.8000, L60SF.8000	A2		
L60				
14 Zástavba AKU GILL G-243	L60.821-00AT	A2		
L60, L60S, L60SF				
15 Nezařazené	různé	A2, A2		
LP L60S	51 listů + 18 detailů			
TP L60S	30 listů + 22 detailů			
LP+TP L60	130 listů			
Přehled součástí dráhy K60	502 listů			
Katalog náhradních dílů L60S	30 listů			

PAPÍR 270
 SCAY 190
 + 300/hod
 (VÝKRESY)

ČÁST V. PERIODICKÉ PROHLÍDKY A PRÁCE

1. DRAK LETOUNU

Prohlídka po 50+5 hod. provozu.
 Prohlídka po 100+10 hod. provozu.
 Roční prohlídka – po 12 měsících.
 Částečná revize po 600+20 hod. provozu.
 Generální revize po 1200+20 hod. provozu.
 Seznam prací při periodických prohlídkách je uveden v bodu 4.
 Částečnou a generální revizi provádí výrobní závod.
 Bezpečná životnost letounu je 4000 hodin.
 Tuto životnost lze prodloužit na 5000 hod. provedením rozšířené střední opravy, spojené s výměnou horního předního kování vzpěry na křídle č.v. L60 201-01.13.
 Tuto rozšířenou opravu možno provést v intervalu 3600 – 4000 provozních hodin.
 Od této výměny je provoz letounu prodlužován komisionálními prohlídkami vždy po 300 hodinách nebo 5ti letech.
 Každá druhá komisionální prohlídka musí být provedena ve výrobním závodě a doplněna defektoskopickou kontrolou.

2. MOTOR AI – 14 RA

Periodické prohlídky motoru se provádí po 50, 100 a po každých 200 a 300 hodinách chodu motoru. Jejich rozsah vyplývá z Tabulky I. v části VI.

Tyto úkony jsou podrobně popsány ve Směrnici pro obsluhu a provádění periodických prohlídek motoru AI – 14 viz část VII. – 4.

Doba do generální revize motoru je 1000 hodin chodu při použití oleje AEROSHELL W100 nebo 800 hodin při používání neaditivovaných doporučených mazadel.

3. VRTULE

3.1 Vrtule W - 530 – D 11/N (US 122000)

Periodické kontroly se provádějí po prvních 5, potom po každých 50 hod. chodu motoru. Jsou podrobně popsány v dokumentaci VII – 5 (Technický popis, návod k použití, návod pro provádění oprav vrtule W – 530 – D 11/N a US-122000)

Spočívají v následujících operacích:

- Kontrola stavu povrchu listů a vrtulového náboje.
- Kontrola nastavení listů – značka na kořeni listu se musí krýt se střední značkou na přechodovém pouzdru.
- Dotažení svorníku protizávaží – matici dotáhnout klíčem 530 – K1 momentem 8 kpm. Matici zajistit závlačkou.
- Kontrola dotažení vrtule na hřídeli – klíčem 530 – K2 dotáhnout hlavní matici momentem 55 – 60 kpm.
- Klíčem 530 – K1 dotáhnout koncovku 530 – 0010 momentem 15 – 20 kpm.

* 1.B. L60S/0176 *

22.

Generální oprava náboje vrtule se provádí po 1000 hod. chodu motoru, bez časového omezení.

Generální oprava listů vrtule se provádí po 1000 hod. a 5ti letech.

Celková životnost vrtulových listů je 2000 hod. a 12 let.

3.2 Vrtule L 60S·607

Periodické kontroly se provádějí po každých 50ti hod. provozu dle Dodatku č.1 k příručce pro mechanika letounu L 60S s vlečnou vrtulí L 60S·607.

Doporučuje se v maximální možné míře sjednotit termíny provádění periodických prohlídek draku, motoru a vrtule s využitím povolených tolerancí.

4. SEZNAM PRACÍ PŘI PERIODICKÝCH PROHLÍDKÁCH

Před každou prohlídkou demontujete a otevřete všechny potřebné kontrolní otvory, panely aerodynamické kryty a kryty motoru. Letadlo i motor pečlivě očistěte.

p.č.	Činnost	PO 50+5 HOD.	PO 100+10 HOD.	ROČ NÍ
1.	TRUP – PILOTNÍ PROSTOR			
1.1	Kontrola potahu trupu na poškozené a uvolněné nýty	+	+	+
1.2	Vyčištění pilotního prostoru, kontrola volných předmětů	+	+	+
1.3	Kontrola upevnění a funkce stavění sedaček	+	+	+
1.4	Kontrola horních a dolních závěsů dveří	+	+	+
1.5	Kontrola oken a čelních skel na poškození a praskliny	+	+	+
1.6	Kontrola stavu palubních přístrojů a jejich značení		+	+
1.7	Kontrola stavu elektrické instalace		+	+
1.8	Kontrola uchycení a stavu palubní baterie-kapacita a nabití	+	+	+
1.9	Kontrola stavu hasicích přístrojů	+	+	+
1.10	Kontrola všech táhel a lan ovládání řídicích ploch	+	+	+
1.11	Kontrola ovládání klapek (opotrebení pohybového šroubu)		+	+
1.12	Zkontrolovat uložení předlohy výškového řízení na 10.přepážce v zadní části trupu		+	+
1.13	Kontrola funkce ovládání motoru a vrtule	+	+	+
1.14	Promazat celý letoun dle mazacího plánu	+	+	+
2.	KŘÍDLA			
2.1	Kontrola stavu kovového i plátěného potahu křídel	+	+	+
2.2	Kontrola závěsů křídel a vzpěr	+	+	+
2.3	Kontrola závěsů křidélek, klapek a upevnění slotů	+	+	+
3.	OCASNÍ PLOCHY			
3.1	Kontrola stavu potahu ocasních ploch	+	+	+
3.2	Kontrola závěsů kormidel a dorazů	+	+	+
3.3	Kontrola vzpěr a závěsů stabilizátoru	+	+	+
4.	PŘÍSTÁVACÍ ZAŘÍZENÍ			
4.1	Překontrolovat tlaky v podvozkových tlumičích (horní kompresní prostor 50 atp, dolní 6 atp.) a v tlumiči ostruhy (27 atp), případně doplnit. (Všechny tři údaje jsou v odlehčeném stavu.)	+	+	+

22a

Činnost	PO 50+5 HOD.	PO 100+10 HOD.	ROČ NÍ
4.2	+	+	+
4.3	+	+	+
4.4		+	+
4.5		+	+
4.6		+	+
5.			
5.1	+	+	+
5.2	+	+	+
5.3	+	+	+
5.4	+	+	+
5.5	+	+	+
5.6	+	+	+
5.7	+	+	+
5.8	+	+	+
5.9	+	+	+
6.			
6.1	+	+	+
6.2	+	+	+
6.3	+	+	+
7.			
7.1	+	+	+
7.2	+	+	+
8.			
8. KOMPENZACE MAGNETICKÉHO KOMPASU			+
Pozn.: Před uvolněním letounu do provozu proved'te motorovou zkoušku.	+	+	+

8. Poletová prohlídka a zajištění po přistání

1. Zajistit dotazem na pilota činnost letounu za letu, popřípadě jaké nedostatky nebo chyby zjistil v jeho chodu.
2. Očistit povrch letounu, jako olej, špínu apod., a přeleštit kryt kabiny.
3. Doplnit palivo a olej na předepsaný stav.
4. Prohlédnout vrtuli, zda není poškozena (poškrábána nebo prasklé listy) nebo uvolněna (dotahovat vždy po 5 hodinovém letu).
5. Provést prohlídku motoru, zda neuniká olej, zkontroluj těsnost potrubí všech instalací, zda se některé části neuvolnily, zkontroluj čistotu povrchu motoru a příslušenství.
6. Vymout palivové čističe a vyčistit je.
7. Zkontroluj stav podvozkových tlumičů a pneumatik.
8. Podrobně zjistit stav potahu letounu, zda není poškozen, uvolněné nýty apod.
9. Prohlédni závěsy řídicích ploch na uvolnění, přezkoušej řízení, prohlédni uzávěry všech dvířek a krytů, zda jsou správně uzavřeny a nepoškozeny.
10. Zkontroluj, zda pohybový šroub náhonu vztlakových klapek není nadměrně opotřeben. Povolená maximální axiální vůle pohybového šroubu, měřená na odtokové liště klapky při vychýlení klapky na 0° , 25° a 50° , je ± 5 mm.
11. Zkontroluj, zda v místech přivaření ramene ostruhy na objímku tělesa tlumiče není ve sváru nebo v nejbližších místech sváru trhlínka.
12. Zkontroluj činnost elektrických přístrojů a vybavení a případně dej dobít palubní baterii.
13. Provést prohlídku a kontrolu pilotní kabiny a vyčistit ji.
14. V případě, že letoun bude delší dobu (např. přes noc) stát na letišti pod širým nebem, nutno zajistit řízení, letoun ukotvit a přikrýt pokrývkami.

**IV. Pravidelné časové prohlídky, provozní doba do částečné
a generální revize**

Před každou prohlídkou demontujete a otevřete všechny potřebné kontrolní otvory, panely aerodynamické kryty a kryty motoru. Letadlo i motor pečlivě očistěte.

p.č.	Činnost	PO 50+5 HOD.	PO 100+10 HOD.	ROČNÍ
1.	TRUP – PILOTNÍ PROSTOR			
1.1	Kontrola potahu trupu na poškozené a uvolněné nýty	+	+	+
1.2	Vyčištění pilotního prostoru, kontrola volných předmětů	+	+	+
1.3	Kontrola upevnění a funkce stavění sedaček	+	+	+
1.4	Kontrola horních a dolních závěsů dveří	+	+	+
1.5	Kontrola oken a čelních skel na poškození a praskliny	+	+	+
1.6	Kontrola stavu palubních přístrojů a jejich značení		+	+
1.7	Kontrola stavu elektrické instalace		+	+
1.8	Kontrola uchycení a stavu palubní baterie-kapacita a nabití	+	+	+
1.9	Kontrola stavu hasicích přístrojů	+	+	+
1.10	Kontrola všech táhel a lan ovládání řídicích ploch	+	+	+
1.11	Kontrola ovládání klapek (opotřebením pohybového šroubu)		+	+
1.12	Zkontrolovat uložení předlohy výškového řízení na 10.přepážce v zadní části trupu		+	+
1.13	Kontrola funkce ovládání motoru a vrtule	+	+	+
1.14	Promazat celý letoun dle mazacího plánu	+	+	+
2.	KŘÍDLA			
2.1	Kontrola stavu kovového i plátěného potahu křídel	+	+	+
2.2	Kontrola závěsů křídel a vzpěr	+	+	+
2.3	Kontrola závěsů křídélek, klapek a upevnění slotů	+	+	+

Vydání 12/97

19/3 98

p.č.	Činnost	PO 50+5 HOD.	PO 100+10 HOD.	ROČNÍ
3.	OCASNÍ PLOCHY			
3.1	Kontrola stavu potahu ocasních ploch	+	+	+
3.2	Kontrola závěsů kormidel a dorazů	+	+	+
3.3	Kontrola vzpěr a závěsů stabilizátoru	+	+	+
4.	PŘÍSTÁVACÍ ZAŘÍZENÍ			
4.1	Překontrolovat tlaky v podvozkových tlumičích (horní kompresní prostor 50 atp, dolní 6 atp.) a v tlumiči ostruhy (27 atp), případně doplnit. (Všechny tři údaje jsou v odlehčeném stavu.)	+	+	+
4.2	Kontrola opotřebení pneumatik	+	+	+
4.3	Sejmout podvozková kola, pouzdra a čelisti brzd, očistit, promazat ložiska a znovu namontovat (brzdící plochy musí být suché a zbaveny mastnoty)	+	+	+
4.4	Sejmout ostruhové kolo, vyčistit ložisko, namazat vazelínou a kontrolovat čepy vidlice ostruhy.		+	+
4.5	Překontrolovat závěsy vzpěr podvozku – vůle		+	+
4.6	Rameno ostruhového tlumiče překontrolovat na trhliny		+	+
5.	ZÁSTAVBA MOTORU			
5.1	Zkontrolovat motor a instalaci na průsak oleje a paliva	+	+	+
5.2	Zkontrolovat upevnění motoru, stav motorového lože, stav gumových tlumičů, zajištění svorníků a matic	+	+	+
5.3	Stav hadic instalací, kontrola jejich platnosti	+	+	+
5.4	Kontrola upevnění výfukového potrubí, těsnost, trhliny	+	+	+
5.5	Promytí palivového čističe	+	+	+
5.6	Kontrola ovládání přípusti a korekce	+	+	+
5.7	Kontrola stavu motorových krytů	+	+	+
6.	VRTULE			
6.1	Kontrola stavu listů – kování, bandáž	+	+	+
6.2	Kontrola upevnění vrtule na hřídeli	+	+	+
6.3	Kontrola stavěcího mechanismu, upevnění závaží	+	+	+
7.	RADIOVYBAVENÍ			
7.1	Kontrola upevnění radionavigačního vybavení	+	+	+
7.2	Kontrola funkce radionavigačního vybavení	+	+	+
8.	KOMPENZACE MAGNETICKÉHO KOMPASU			
	Pozn.: Před uvolněním letounu do provozu proveďte motorovou zkoušku.	+	+	+

Střední oprava draku po 600 + 20 hodinové m provozu

Generální revize draku po 1200 + 20 hodinách provozu

Bezpečná životnost letounu je 4000 hodin.

Tuto životnost lze prodloužit na 5000 hod. provedením rozšířené střední opravy, spojené s výměnou horního předního kování vzpěry na křídle č.v. L60 201-01.13. Tuto rozšířenou opravu možno provést v intervalu 3600 – 4000 provozních hodin. Od této výměny je provoz letounu prodlužován komisionálními prohlídkami vždy po 300 hodinách nebo 5ti letech.

Každá druhá komisionální prohlídka musí být provedena ve výrobním závodě a doplněna defektoskopickou kontrolou.