

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

Katedra jakosti a spol. strojů

**Analýza údržbářských intervalů sportovních
létajících zařízení**

Bakalářská práce

Autor: Jiří Pixa

Vedoucí práce: doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

2014

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma: Analýza údržbářských intervalů sportovních létajících zařízení jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny v práci řádně citovány a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském.

.....

V..... dne.....

Poděkování

Rád bych zde poděkovat panu doc. Ing. Martinu Pexovi, Ph.D. a slečně Ing. Kateřině Veselé za odborné rady a podporu, které mi poskytli během tvorby této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce rozebírá problematiku údržby ultralehkých letadel a nedestruktivní metody zkoušení. Popisuje historii a počátečný vývoj ultralehkých letadel v České republice a také uvádí základní definice a legislativní rámce ultralehkého letectví. V práci jsou vysvětleny systémy údržeb ultralehkých letadel, metody používané v letectví při nedestruktivní kontrole a intervaly údržby letadla a motoru.

Klíčová slova

údržba, nedestruktivní zkoušení, sportovní letadlo, ultralehké letadlo

Abstract

The bachelor's thesis analyzes the ultralight aircraft maintenance and non-destructive testing methods. It describes the history and early development of ultralight aircraft in the Czech Republic and also provides basic definitions and legislative framework of ultralight aviation. The work explains the system of maintenance of ultralight aircraft, the method used in aviation in non-destructive inspection and maintenance intervals aircraft and engine.

Keywords

maintenance, non-destructive testing, sport aircraft, ultralight aircraft

Obsah

1	Úvod	8
2	Historie a legislativa ultralehkého letectví	10
2.1	Historie Československého ultralehkého letectví	10
2.2	Legislativa SLZ a dělení	13
3	Údržba sportovních letadel	15
3.1	Tradiční metoda údržby	15
3.2	Progresivní metody údržby	16
3.2.1	Metody údržby podle bloků	16
3.2.2	Metody nepřetržité údržby	16
3.2.3	Metoda údržby dle stavu	16
3.2.4	Metoda sledování stavu	17
3.3	Životnost letadla	17
3.4	Plán stanovených kontrol a údržby	17
3.4.1	Předletová prohlídka motorového letadla	18
3.4.2	Meziletová prohlídka	28
3.4.3	Poletová prohlídka	29
3.4.4	Periodické kontroly	29
3.4.5	Generální opravy	29
3.5	Údržba motoru	29
4	Nedestruktivní metody kontroly	31
4.1	Metody určování povrchových vad	31
4.1.1	Vizuální metody	31
4.1.2	Magnetické metody	34
4.2	Metody určování vnitřních vad	35
4.2.1	Ultrazvuková metoda	35
4.2.2	Prozařovací metoda	38
4.3	Kompozitové konstrukce v kategorii ultralehkých letounů	38

4.3.1	Přehled vad v kompozitních materiálech	39
4.3.2	Metody nedestruktivního zkoušení kompozitů	42
4.3.3	Zjišťování vad v kompozitových materiálech.....	44
5	Intervaly údržby	46
5.1	Intervaly údržby letadlového celku.....	46
5.2	Intervaly údržby motoru	48
5.3	Shrnutí současného stavu údržby ultralehkých letadel	48
6	Závěr	50
7	Seznam použitých zdrojů	52
8	Seznam použitých zkratk	53
9	Seznam obrázků.....	54
10	Seznam příloh	55
11	Přílohy.....	56

1 Úvod

Sportovní letectví v dnešní době zažívá rozkvět díky ultralehkým letadlům, která v posledních letech na našem území zaznamenala výrazný růst. Vznikají nové výrobní podniky a nové profesionálně vyrobené typy sportovních letadel. V počátcích ultralehkého létání šlo o nadšení zájemců letectví z řad obyčejných lidí, kteří měli zájem o levné létání. Většinou své nadšení provozovaly v ilegalitě, z důvodu pravidel minulého režimu. Na základě jednoduchých výpočtů a citu konstruktéra byla navržena první malá letadla této kategorie. Po představení prvních prototypů na sletu, následovaly první poptávky po nové možnosti létání. Díky tomuto zájmu z řad nadšenců letectví se z malých podniků staly velké profesionální firmy (např.: Evector-Aerotechnik a.s.), které ročně chrlí desítky ultralehkých letadel. Česká republika se řadí mezi významné výrobce ultralehkých letadel, které mají svůj světový věhlas.

Údržba letadel vznikla z nutnosti zamezení vzniku případného nebezpečí havárií, zapříčiněného špatnou či vůbec neprováděnou údržbou. Pro stále se zvyšující počet ultralehkých letadel musela být vybudována organizace LAA (Letecká amatérská asociace), která se stará o kontrolu technického stavu všech registrovaných ultralehkých letadel na území České republiky. Kontroly letové způsobilosti zajišťují dle daného typu inspektoři techniky LAA, kterými jsou odborně vyškolení lidé se zkušenostmi s konstrukcí ultralehkých letadel. V leteckém provozu se provádí dva hlavní typy údržeb. Běžná denní údržba, do které se řadí např. předletová prohlídka anebo periodická údržba, která je stanovena dobou užívání letadla. Ještě existují tzv. zvláštní kontroly, prováděné po poruše nebo havárii stroje.

Dnešní údržba se snaží čím dál více využívat při prohlídkách nedestruktivní metody kontroly, které dokáží odhalit vady výrobků před jejich kolizí a tím i následné rozsáhlé poškození ostatních systémů letadla. V letecké praxi se nejvíce využívá vizuálních a rezonačních metod nedestruktivních zkoušek, ale v případě vyhodnocení některých těžko odhalitelných vad se přikročí i k ostatním metodám, např. zkoušce prozařováním nebo termografické zkoušce. Jednou z výhod použití nedestruktivního zkoušení je zkrácení doby připadající na demontáž a následnou kontrolu dílu.

Intervaly údržby ultralehkých letadel jsou v této práci rozděleny do dvou částí. První část se zabývá nejčastěji prováděnými údržbářskými postupy celého letadla.

V druhé části se hovoří o údržbě nejpoužívanějšího motoru zastavovaného v ultralehkých letadlech.

2 Historie a legislativa ultralehkého letectví

2.1 Historie Československého ultralehkého letectví

V poválečných letech byl v Československu vývoj amatérského a ultralehkého letectví pomalejší oproti zahraničí. V naší zemi bylo hlavně preferováno státně podporované a řízené sportovní letectví. Symbolem této podpory byla organizace Svazarm, která ze státních prostředků dotovala sportovní létání a letadlový park v aeroklubech. Dále také z politických důvodů nebylo sportovní létání pro každého, ale jen pro určitou vybranou vrstvu lidí. Z těchto důvodů vznikly snahy o vytvoření létajících zařízení, která by dovolila všem nadšencům létat bez překážek minulého režimu. Díky tomu v této době vzniklo několik amatérských konstrukcí například W – 1 Brouček od Ing. Vladislava Vernerera a ŠK – 1 Trepík od Ing. Jaroslava Kamarýta a Ing. Jana Šimunka. Většina těchto konstrukcí vznikala s leteckou továrnou za zády.

V sedmdesátých letech naše sportovní létání zaznamenalo revoluci, kterou způsobila světová vlna novinky s názvem rogalo. Rogalo nese jméno po svém vynálezci Francisi Rogallovi, který tento vynález vytvořil jako padákový záchranný kluzák pro kosmonauty. U nás začaly vznikat první skupinky nadšenců tohoto vynálezu a pomocí různě získaných dokumentací vznikala na našem území první rogala. Mezi tyto první průkopníky patřili Milan Sochůrek, Jan Kilián a Josef Nálepa. Pak přišel další silný podnět tohoto sportu v podobě první veřejné exhibice na našem území francouzskými instruktory. Jak zájem o tento druh létání narůstal, tak vznikaly obavy na úředních místech o zneužití v podobě emigrace různých osob do zahraničí. Nakonec však bylo v roce 1978 rozhodnuto o začlenění závěsného létání do tehdejšího Aeroklubu Svazarmu ČSSR, a v březnu roku 1980 vešla v platnost vyhláška Federálního ministerstva dopravy o létání na závěsných kluzácích. Po tomto zlegalizování se naši reprezentanti začali účastnit zahraničních soutěží a byli vyškolení i první inspektoři, kteří pak byli i prvními organizátory ultralehkého létání.

V osmdesátých letech začal další pokrok v Československém ultralehkém letectví, což bylo osazování rogal motorem a stavba tříkolových podvěsných konstrukcí tzv. tříkolek. Tříkolky se skládaly z jednoho nebo dvou sedadel, základních přístrojů a pohonné jednotky. První takto po domácku vyrobené konstrukce byly osazovány upraveným dvoudobým motorem Trabant, původem z NDR. Tento motor jako první u nás využíval Rudolf Nič. Hlavní výhodou tohoto

motoru byla jeho nízká váha a jednoduchost konstrukce, která se dala upravovat bez továrního zázemí. Většina tvůrců vyráběli tříkolky osazené motory doma v dílně a také s takto podomácku vyrobenými rogaly nelegálně létali. Zanedlouho piloti motorových závěsných kluzáku organizovali první soutěže a slety. Za zmínku stojí soutěž pořádaná od roku 1987, nazvaná Mělnická Ludmila. V této době také vznikala první motorová rogala profesionálního provedení. Motorová rogala byla navrhovaná také pro praktické použití v zemědělství, armádě a hospodářství. Hlavními průkopníky takto používaných rogal bylo uskupení nadšenců v JZD Červenka pod vedením L. Kargerera a svazarmovský podnik Aquacentrum Bubovice. Jedno z takto vyrobených rogal v JZD Červenka se proslavilo v expedici s automobilem Tatra kolem světa roku 1987, kdy s ním létal známý sportovní pilot a geolog-přírodovědec Ing. František Jeniš.

V druhé polovině osmdesátých let, bylo možno vidět kromě motorových rogal i aerodynamicky řízené ultralehké letouny. První ultralehký letoun vyrobený na našem území byl letoun nesoucí název Honzík, který postavili Jaroslav Podešva se synem Petrem z Hranic na Moravě. Tento letoun vzlétl v listopadu roku 1980. Však letoun Honzík nedostal legalizace podle předpisů té doby L8/S i za podpory Ing. Jiřího Valného z Aerotechniku Kunovice a dalších nadšenců. Vše totiž ztroskotalo na povolení tehdejšího Aeroklubu Svazarm. Později však nelegálně vznikala první ultralehká letadla konstruktéra Ing. Oldřicha Olšanského, CSc. Velký věhlas a uznání veřejnosti získal jeho letoun nesoucí označení Straton, který byl navržen roku 1982. Prototyp zmíněného typu byl osazen automobilovým motorem značky Trabant a zalétán v roce 1985 Petrem Kodýtkem. O dva roky později získal D-4 Straton první cenu na polském sletu amatérsky postavených letadel ve Wroclavi. V roce 1992 ze základu konstrukce D-4 Straton vznikly dva nové stroje jednomístný D-7 Straton Mini a dvoumístný D-8 Straton – Moby Dick.

I když nelegálně tak v Československu vznikala další ultralehká letadla. Za zmínku určitě stojí postavení repliky letounu z počátků aviatiky označeného Demoiselle a zalétaného roku 1987 Petrem Márou, který létá do dnešních dnů. Dále pak studentský projekt a letoun první kompozitové konstrukce nazvaný Kapris. Letoun byl navržen a postaven studenty vysoké letecké školy v Kyjově. Mezi studentské projekty, i když jen s částečnou podporou tvořila skupina působící při Českém vysokém učení technickém v Praze, která navrhla dva letouny pojmenované

ŠP- Špunt a ZA-01. Skupina působila v osmdesátých letech pod vedením Prof. Ing. V. Brože a J. Zimáka. Postupem času dospěli na vyšších místech, že ultralehká letadla mají budoucnost zejména ve sportovním letectví. Nakonec v roce 1987 získali konstruktéři pražského Letova, vedené Ing. J. Kamarytem a Ing. J. Šimůnkem podporu od tehdejšího generálního ředitelství československého leteckého průmyslu. Skupina ze závodů Letov pracovala na konstrukci jednomístného letounu LK-2 Sluka, který uskutečnil první vzlet v červnu 1988.

Po roce 1989 přišly velké změny i ve struktuře ultralehkého letectví. Dne 6.prosince se v Praze sešli příznivci ultralehkého létání a snažili se uspořádat a sjednotit všechny amatérské piloty a konstruktéry. Dále se snažili jejich činností nastolit nějaký řád po době nucené ilegality. Společně se shodli, že nemá cenu čekat pomoc od Aeroklubu Svazarm. Do čela přípravného výboru vznikající organizace byli vybráni, rogalista Petr Tuček spolu s S. Fialou, technikem Ing. Ludovítem Packem a amatérským stavitelem Petrem Márou. Dne 17. března 1990 se v Brně sešli dvě stovky delegátů zastupující již aktivní kluby, svazy a neregistrované skupiny, ustavující konferenci Letecké amatérské asociace Československa. Organizace byla představena jako nezávislé sdružení občanů, zabývající se konstrukcí, stavbou, renovací a provozováním letadel. Včetně letadel ultralehkých, závěsných kluzáků a padákových kluzáků. Po této konferenci do čela LAA stanul Petr Tuháček, místopředseda Ing. Josef Hrušovský a hlavním technikem se stal Ing. O. Olšanský, CSc. Všem členům šlo o naplnění sloganu „Létání pro radost“, bez zbytečné byrokracie. V téže roce byl schválen řád asociace federálním ministerstvem vnitra. O rok později 25. února byl přidělen souhlas s prozatímním leteckým provozem LAA federálním ministerstvem dopravy. Asociací byly zpracovány první směrnice, technické předpisy a výcvikové osnovy. Jednotlivé skupiny začaly konat pod záštitou LAA první legální slety ultralehkých letadel. Za svojí doby trvání LAA vytvořilo pro jednotlivá odvětví ultralehkého letectví svazy:

- Svaz ultralehkých letounů.
- Svaz paraglidingu.
- Svaz motorového paraglidingu.
- Svaz závěsného létání.

Roku 1993 pověřilo ministerstvo dopravy a spojů České republiky, leteckou amatérskou asociací správou všech okolností kolem létajících sportovních zařízení provozovaných na území České republiky. Správa SLZ zahrnovala vystavování a archivaci technických průkazů, technické normy, předpisy, pilotní průkazy, evidenci pilotů a letadel, poznávací značky SLZ, kontrolu leteckého provozu a podávání informací prostřednictvím časopisu Pilot LAA. Momentálně LAA eviduje 6400 členů, a má pod správou 7900 letadel a 10000 pilotů.

2.2 Legislativa SLZ a dělení

Celá kategorie sportovních létajících zařízení (SLZ) je zanesena v zákoně o civilním letectví č. 49/1997 Sb. v sedmé části. Dle znění tohoto zákona je sportovním létajícím zařízením takové maximálně dvoumístné letadlo nebo sportovní padák, určené k létání pro vlastní potřebu nebo potřebu jiných osob za účelem rekreace, individuální osobní dopravy, sportu nebo výcviku pilotů, které není uskutečňováno za účelem dosažení zisku, s výjimkou výcviků pilotů, letů závěsných a padákových kluzáků s pasažérem a seskoku padáku s pasažérem.

Sportovní létající zařízení dělíme dle druhu:

- a) ultralehký kluzák,
- b) ultralehký letoun,
- c) motorový závěsný kluzák,
- d) ultralehký vrtulník,
- e) ultralehký motorový vírník,
- f) motorový padákový kluzák,
- g) závěsný kluzák,
- h) padákový kluzák,
- i) sportovní padák.

Ultralehký letoun (ULLa) je v České republice definován Vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů 108/1997 Sb., v kterém jsou sepsány v podstatě následující omezení:

- nejvyšší přípustná vzletová hmotnost je 450 kg,
- maximální počet osádky je omezen na 2 osoby,
- letoun musí být vybaven aerodynamickým řízením,
- pádová rychlost letounu nesmí překročit 65 km/h.

Kategorie ultralehkých letounů lze dělit podle provedení stavby letounu na:

- 1) Kategorie P – Ultralehké letouny stavěny profesionálně,
- 2) Kategorie A – Ultralehké letouny stavěny amatérsky podle schválené typové dokumentace,
- 3) Kategorie Z - Ultralehké letouny stavěny amatérsky jako prototypy.

Momentálně se do popředí dostává kategorie letounů označená LSA. Letouny LSA jsou stavěny individuálním staviteli podle vlastních návrhů nebo předem připravené stavebnice splňující požadavky definované předpisem ELSA – A. Dále u těchto letounů nesmí přesáhnout maximální vzletová hmotnost 600kg.

Požadavky na údržbu ultralehkých letounů jsou oproti ostatním sportovním letadlům podstatně zjednodušené. Tyto požadavky jsou obsazeny v předpisu UL 2-1. částí: požadavky letové způsobilosti SLZ Ultralehké letouny řízené aerodynamicky.

3 Údržba sportovních letadel

Údržba letadel je v dnešní době zaměřena na periodických pracích a kontrole letadlové techniky. V případě odhalení nedostatku je vada posouzena a rozhodnuto o jejím řešení. Hlavním důvodem provádění údržby je zamezení vzniku kritických situací v provozu letadla. Dále je hleděno, aby údržba probíhala v co možná nejkratším časovém prostoji stroje. V letectví se provádí dva zásadní způsoby údržby letadel. Prvním je údržba letadla, která nezávisí na aktuálním stavu zařízení. Je to metoda, kdy se periodicky opakují údržbářské práce dle stanovených intervalů stroje. Výměna součástí není závislá na jejich skutečném stavu, který se v tomto případě ani neposuzuje. Takováto údržba se provádí převážně u částí, kde je opotřebení známé z teoretických a předchozích zkušeností. Jsou to např.: pryžové hadice, těsnění, pneumatiky a ocelová lana řízení. Druhým způsobem je údržba závislá na stavu stroje. U této metody je stav jednotlivých částí pravidelně kontrolován a v případě nalezení vady dochází k výměně či opravě. Při této metodě jsou využívány všechny dosažené praktické a teoretické poznatky: statické rozbory, teorie spolehlivosti a výsledky diagnostických kontrol. Hlavním předpokladem použití metody je využívání prostředků pro záznam stavů, diagnostických výsledků a prognostických výpočtů. U této metody pro úsporu času prostoje lze připustit některé z poruch, které neovlivní bezpečnost ani letové vlastnosti letadla. Takto ponechané poruchy musí být vždy odborně posouzeny. Metoda je založena na filozofii Damage-Tolerance.

3.1 Tradiční metoda údržby

Vytvořena v době, kdy údržba nebyla na takové úrovni jako dnes. Neskýtá žádný možný pokrok v řešení problematiky údržby. Proces takovéto údržby je ustaven do předem určených časových intervalů, při kterých se během opakování zvyšuje rozsah prováděné práce. Hlavním nedostatkem metody jsou vynucené prostoje letadla, s kterými je narušen letový plán. Nelze odhalit zákonitosti vzniku závad, protože jednotlivé součásti jsou měněny po skončení technické životnosti. Výhodou proč se i v dnešní době používá je její kontrolní nenáročnost.

3.2 Progresivní metody údržby

3.2.1 Metody údržby podle bloků

Letadlo je rozděleno do jednotlivých bloků, ze kterých je tvořen celek. Jednotlivé bloky konstrukce lze samostatně demontovat a přezkoumat. Blok se dále skládá z jednotlivých komponent (součástí), které lze vyměnit nebo opravit.

Tato metoda lze použít pouze pokud:

- Řešení konstrukce letadla je rozděleno na základní skupiny (drak, podvozek, nosné plochy, pohonné jednotky, řízení) nebo na jednotlivé systémy konstrukce (hydraulický systém, elektrický systém, palivový systém, klimatizace, atd.).
- Konstrukčně volené řešení k možnosti opravy po blocích z pohledu sjednocování více funkcí do jednotlivých celků a vhodné umístění bloků v draku, kdy technická životnost bloků je většinou nižší než draku. Bloky jsou umístěny tak, aby mohla být zaručena jednoduchá výměna, použitelnost univerzálních kontrolních přístrojů a technik.

Jednotlivé bloky se demontují hlavně při větších stupních údržbových prací nebo poruše. Demontáž probíhá po dosažení technické životnosti částí bloku, který je odeslán na generální opravu. Výhodné je snížení doby nepoužívání letadla a zvyšuje se doba mezi generálními opravami, přičemž není ovlivněna spolehlivost stroje.

Hlavním nedostatkem je finanční náročnost v podobě potřeby náhradních funkčních bloků, aby bylo možno zkrácení prostojů letadla v údržbě.

3.2.2 Metody nepřetržité údržby

Metoda je založena na rozdělení velké údržby do menších uzavřených celků činností údržby, které probíhají nepřetržitě během provozu letadla. Údržby jsou samozřejmě zařazeny do periodických kontrol. Nepřetržitou údržbou lze zkracovat prostoje stroje a rovnoměrné zatížení pracovníků provádějící údržbu. Na druhou stranu je nutností mít odborně kvalifikovaný personál a dostatečné vybavení.

3.2.3 Metoda údržby dle stavu

Stav letadla je posuzován dle periodických kontrol, které jsou prováděny měřicími přístroji nebo záznamovým zařízením. Technický stav lze určit specifickými příznaky,

keré je možno vyjádřit zaznamenanými hodnotami. Hodnotami je myšleno parametry, které nám vypovídají o stavu letounu jako jsou např.: teploty, otáčky, tlaky. Hodnoty se následně porovnávají s hodnotami směrodatnými. Pomocí této metody lze rychle a efektivně provádět kontrolu a není zapotřebí vysoce kvalifikovaný personál. Oproti tomu cena letadla zabudováním diagnostický a záznamových systémů vzroste. Opět se, ale hlavně jedná o zkrácení doby, kdy není možno plně využívat letadlo.

3.2.4 Metoda sledování stavu

Během provozu letadla je prováděna pravidelná kontrola, kdy je sledován stav pozorovaného objektu. Podstatou je podchycení případné závady, která by mohla vzniknout během letu a měla za následek kritický scénář. Metoda má vysoké nároky na systémy monitorování. Využívá získaných poznatků o průběhu změn u sledovaného objektu, kde by preventivní výměna byla nevhodná a riziko závady je minimální. Takto kontrolované objekty jsou většinou zálohované.

3.3 Životnost letadla

Životnost letadla se odvíjí od životnosti hlavních částí. Motor letounu a vrtule mají předepsanou životnost výrobcem. Ostatní části letadla jako jsou drak, přistávací zařízení, řízení, atd., mohou mít také předepsanou životnost výrobcem nebo podle hlediska únavy jednotlivých částí. Hlediska únavy se zabývají dvě filozofie Safe-Life a Damage-Tolerance. Safe-Life je metoda s předem vypočtenými cykly, které jsou ověřeny zkouškami. Samozřejmě jako u jiného stroje je také u letadla životnost ovlivněna stylem provozu a prostředím v, kterém pracuje. Životnost se vyjadřuje letovými hodinami, cykly a časem degradace materiálu např.: pryžové součástky. Metoda Safe-Life se vyplácí použít u letadel s malými finančními a provozními nároky. Damage-Tolerance je metoda při níž je prodlužována životnost konstrukce. Tato metoda na rozdíl od Safe-Life uvažuje výskyt trhlin, závad a s dalším šířením je počítáno. Při této metodě se využívá také poznatků k zpomalení šíření trhlin a závad.

3.4 Plán stanovených kontrol a údržby

Systém prohlídek letadla se odvíjí od daného stroje a prostředí, v kterém operuje. Prohlídky jsou stanoveny dle počtu motorových hodin, letových hodin, cyklů z provozu a kalendářního data, které je počítáno ode dne vystavení osvědčení o letové způsobilosti. Prohlídky jsou odstupňovány dle velikosti prováděných prací na :

- Pravidelné denní prohlídky a údržby.
- Periodické kontroly.
- Generální opravy.

V pravidelné denní prohlídce a údržbě jsou začleněny následující operace:

- Předletová prohlídka.
- Meziletová prohlídka.
- Poletová prohlídka.

3.4.1 Předletová prohlídka motorového letadla

Každé letadlo má svou specifickou předletovou prohlídku (PK), která se skládá z jednotlivých dílčích úkonů podle vybavení a konstrukce letadla. Tyto prohlídky se liší podle typu letadla a proto mohou některé body prohlídky chybět a jiné budou navíc.

Navíc každá předletová prohlídka může odhalit potřebné informace pro následnou údržbu nebo opravu některých částí letadla. Je samozřejmostí, že pokud se při předletové prohlídce najdou závažná poškození, opotřebení, deformace atd. (hlavně na primárních konstrukcích letadla) je to důvod pro zastavení provozu letadla.

Předletové prohlídka má svoje zákonitosti a systematický postup. Jeho hlavní výhodou můžeme spatřovat logické posloupnosti jednotlivých kroků prohlídky.

Nyní si podrobně popíšeme kompletní předletovou prohlídku krok za krokem s podrobným komentářem.

Výchozím bodem je kabina a dál se pokračuje po směru hodinových ručiček po celém obvodu letadla (viz. obr.1).

1. Kabina letadla:

- a) Magneta vypnuta – kontrola vypnutí magnet je pro bezpečnost osob, které provádějí předletovou kontrolu. Ze zkušeností z minulých let, kdy byla magneta zapnuta. Následovala kontrola vrtule s jejím protočením a

následným nechtěným nahození motoru, které mělo za příčinu mnoho úrazů a ztrát na životě.

- b) Uvolnit řízení – některá letadla mají aretaci kormidel. Objevuje se to již i u letadel ULLa a k provedení PK je potřebná volnost všech kormidel. S aretací není možnost vyzkoušet krajní polohy kormidel, závěsů, zajištění spojů na kormidlech atd.

2. Vrtule a motor:

- a) Čistota a poškození vrtulových listů – kontrola spočívá v detailní prohlídce jednotlivých vrtulových listů, zda se na povrchu nevyskytují trhlinky, praskliny, lomy apod. Každé takové poškození mohou mít za následek ulomení listu nebo nečistoty vykazující sníženou účinnost a vyšší namáhání ostatních listů vrtule. Nemělo by se zapomínat na ochranné prvky na náběžné hraně listu, které se objevují u novějších typů vrtulí. Běžně se používají silikonové nebo plastové lepicí pásky, ale i hliníkové lepicí folie.
- b) Upevnění vrtule – kontrola spojení vrtule, unášeče vrtule a spojovacích prvků. Důraz se klade na dotažení podle utahovacích momentů spojovacích prvků a řádného zajištění.
- c) Upevnění kuželu – konstrukční řešení kuželů po materiálové stránce je zhotoveno z duralových nebo kompozitových materiálů. Spojovacími prvky je kužel připevněn k vrtulovému unášeči. Toto spojení se kontroluje, zda nejsou povoleny spojovací prvky. Často dochází k vydření okolo otvorů šroubů nebo vydření a zvětšení otvorů pro šrouby a hrozí tak uvolnění krytu za letu, což by mělo za následek poškození vrtule.
- d) Upevnění motoru – spojení motoru s motorovým ložem je ve větší míře řešen silenboky, které eliminují přenášení vibrací na drak letadla. Kontrola spočívá ve vizuální prohlídce neporušenosti silenbloků, zda se na těle silenbloků nenacházejí trhliny nebo dokonce nejsou-li silenbloky utržené. Což může mít fatální dopad při možnosti posunutí motoru vůči těžišti. Údržba silenbloků spočívá v udržování stávajícího stavu konzervací povrchu ricinovým olejem nebo dnes běžnými impregnačními prostředky

na gumu. Dalším spojovacím uzlem je uchycení motorového lože s drakem letadla prostřednictvím motorové přepážky. Motorové lože je přišroubováno skrz motorovou přepážku šrouby se samojisticími maticemi nebo maticemi korunkovými a zajištěné jisticím drátem nebo drátěnou pojistkou. Během údržby se kontroluje dotažení a stav pojistných prvků.

- e) Kabely a hadice, spoje a koncovky – u kabelů a hadic se kontroluje stav, zda nejsou povrchově opotřebované izolace, výskyt trhlin, prodřená místa, aby neprolínala chladicí kapalina hadicemi nebo nebyla odhalená živá část kabelů a nedošlo ke zkratu. Při kontrole spojů a koncovek se kontroluje především uchycení a to lehkým uchopením a střídavým pohybem (zprava doleva nebo nahoru a dolů) s pozorováním spojů a koncovek zda nejsou uvolněné.
- f) Výfuk – provádíme vizuální kontrolu spojů mezi motorem a potrubím výfuku nebo mezi motorem, tlumičem a posledním dílem výfuku. Spoje jsou různě řešené, ale nejvíce se používají spoje s pérovým zajištěním kvůli dilataci při ohřevu výfukového potrubí. Dochází k předření koncových částí pružin v důsledku tepelného zatížení a eliminací vibrací pocházejících od motoru. V případě zjištění utržené pružiny je nutná výměna. Při výměně pružiny se nesmí zapomenout zajistit zajišťovacím drátem pro případ odtržení pružiny, aby vedení výfuku zůstalo na svém místě a neoddělilo se od tlumiče nebo motoru.
- g) Olej a chladicí kapalina - tyto dvě média jsou nejdůležitější pro bezchybný chod motoru a proto v každé příručce je specifikováno min. a max. množství obou medií. Při každé předletové prohlídce se vždy kontrolují obě média (pokud jsou z konstrukčního hlediska přítomna – může být jen jedno a to olej v případě, že motor je chlazený vzduchem), aby byly v rozmezí horní a dolní rysky měrky nebo olejoznaku a u chladicí kapaliny je to podobné (např. min. a max. ve vyrovnávací nádobě či jiném podobném řešení). Po překontrolování obou medií je nutno řádně zavřít závěry či víčka, aby nedošlo k samovolnému otevření při letu a uniku kapalin. Vždy by měl pilot, znát kolik má olej ještě hodin do výměny a u chladicí kapaliny intervaly pro její výměnu. Je to z důvodu, aby nedošlo

k překročení limitu oleje v provozu. Tyto informace by měly být řádně vedeny v dokumentaci letadla a na viditelném štítku v prostoru letadla označeny jaké druhy média jsou v systémech, aby nedošlo při doplňování k záměně, což by mohlo znamenat případnou mimořádnou událost.

- h) Zajištění krytu motoru - tato část má hlavně za úkol aerodynamicky krýt prostor motoru a zajišťovat provozní komfort pro hnací jednotku. Technicky vzato může být mnoho druhů řešení krytů motorů a to jak od každého výrobce nebo uživatele. Každý kryt má svůj systém pro upevnění krytu k další části krytu nebo k draku letadla. Obecně platí, že kryt motoru, který se odjímá celý (celá horní polovina) je výhodně řešen, protože se při prohlídce motorového prostoru dostaneme skoro k celému motoru pro vizuální prohlídku i pro kontrolu všech spojů, koncovek, hadic a kabelů, jak bylo uvedeno výše. Po provedení kontroly motorového prostoru se musí dbát na řádné zpětné nasazení a upevnění krytu. V tomto ohledu je viděno nebezpečí, aby tato činnost byla provedena s důkladností a nedošlo při letu k oddělení a následné krizové situaci. V případě, že kryt je osazen kontrolními otvory pak tento problém je eliminován, ale má to i svojí negativní stránku, že se pilot nekontroluje celý motorový prostor a neodhalí případná poškození nebo nebude provedena kontrola všech spojů, koncovek, hadic a kabelů.

3. Podvozek:

- a) Kola, pneumatika, nahuštění, protočení pneumatiky oproti disku, disk – při předletové kontrole se kontroluje stav celého podvozku, hlavně vizuálně s důrazem na stav nahuštění a stav pneumatiky, zda nevykazuje opotřebení nad rámec únosné míry a to se pozná, že existují obecná pravidla, která říkají, že u pneumatiky vyrobené pro neleteckou činnost je potřeba vyměnit pneumatiku s výskytem prvního plátna v jakémkoliv místě na pneumatice. U vyrobených pneumatik pro letecké účely je tolerance vyšší a to do prodření druhé plátěné vrstvy. Na každé pneumatice by měl být vyznačen symbol prokluzu (červený trojúhelník s vrcholem směřujícím do středu kola) a na disku proti vrcholu trojúhelníku ryska. V případě souhlasu značek je pneumatika v pořádku, ale při zjištění nesouhlasu

(vrchol trojúhelníka není proti rysce) znamená, že se pneumatika pootočila vůči disku a to by mělo za následek napnutí nebo přetržení ventilku. Což je nevyhovující stav a měla by následovat oprava. Na disku se kontroluje jeho tvar, zda není poškozen trhlinami nebo prohnutím.

- b) Brzdy – jsou jedním z důležitých prvků na podvozku a proto se musí stavu brzd soustředit zvýšená pozornost. Kontrolu zaměříme na funkčnost, ale tu většinou nezjistíme při předletové prohlídce, ale při pojiždění letadlem po VPD a zkusíme zabrzdit letadlo. Je samozřejmostí, že kontrolujeme stav vedení brzdové síly. Může být mechanické prostřednictvím lanka nebo hydraulické vedené hadičkami k brzdovým čelistem. Kontrolu provádíme vizuálně, zda je lanko neroztřepené, lanovod neporušen, při použití brzdy nedochází k přidření nebo pomalému návratu brzdového ovladače (pedál, páčka na rukojeti) do výchozí pozice.
- c) Podvozková noha a její uchycení s kolem k draku letadla (podle konstrukce se dělí na příďový nebo ostruhový podvozek) – kontrola se provádí na spojovacích uzlech (sešroubování podvozkové nohy a draku nebo nohy a kola) zda není uvolněn, nezdeformován tvar podvozkové nohy a kolo je souběžně s osou letadla. Často se stává při tvrdších přistání, že je podvozková noha deformována nebo kolo je vyhnuté z osy. Po zjištění tohoto problému, má za následek odstavení z provozu a následná výměna dílu. Nedoporučuje se podvozkovou nohu rovnat, ohýbat do původního stavu, navařovat výztuhy apod.

4. Křídlo:

- a) Uchycení křídla, vzpěry, čepy, spoje a jejich zajištění - při předletové prohlídce se důkladně zaměříme na uchycení všech spojovacích prvků křídlo – trup. Spojení křídel se kontroluje, zda jsou všechny čepy a jejich zajišťovací prvky na svém místě a nevykazují změny nebo poškození jako jsou omačkané hrany na čepech (hlavně když došlo k násilnému vyrazení z otvorů), zajišťovací prvky jsou bez poškození a celistvé s náležitou velikostí, která je předepsaná. U vzpěr se konstrukčně využívá galenky (oka v pouzdře, jež se mohou protáčet), kde se kontroluje jejich promazání. Všechny čepy nebo šrouby se zajišťují samojistícími matkami,

korunkovými matkami se závlačkami nebo podložkami a závlačkami. Vizualně se kontroluje jejich stav a celistvost.

- b) Neporušenost potahu – při prohlídce křídla se kontroluje neporušenost potahu (trhliny, promáčkliny, steřelost potahu) prohlídkou, jak na horní části tak spodní části křídla. Křídlo se může skládat z více materiálu použitých na potah křídla. Na náběžné hraně až po hlavní nosník může být použito překližky pro konstrukční řešení torzní skříně křídla a od nosníku po odtokovou hranu je použito letecké plátno a to jak přírodní, tak z umělých vláken (Ceconete). Proto musíme při kontrole postupovat s ohledem podle použitých materiálů. Další možností je kompozitová konstrukce celého křídla (FM250 Vampír II, WT9 Dymamic apod.) nebo použití jen částečné. Přední část od náběžné hrany po hlavní nosník je zhotoveno z kompozitového materiálu a od hlavního nosníku po odtokovou hranu je použito potahové umělé látky. Údržba potahových materiálů se provádí podle materiálu. Pokud se jedná o plátěný potah, nejdříve se trhlina sešije režnou nití osmičkovým stehem a pak se přelepí záplatou s upraveným okrajem. Neměli bychom zapomenout na ochranný nátěr.
- c) Náběžná a odtoková hrana – kontroluje se celistvost a neporušenost hran. Při zjištění trhliny na náběžné hraně při konstrukci křídla s torzní skříní je nutno tuto závadu opravit. Po dobu opravy je letadlo neletuschopné. Oprava takového poškození by měla proběhnout pod dohledem inspektora technika nebo v odborné firmě.
- d) Kontrola paliva přímo v nádrži a uzavření uzávěru – probíhá podle konstrukce nádrží a umístění křídel vůči trupu letadla. U hornokřídlého typu letadla se využívá palivoznaků v kořenovém žebro křídla nebo elektricky s ukazatelem na palubní desce. Při uspořádání středo a dolnoplošníka se kontroluje hladina paliva měřítkem, umístěným na vnitřní straně uzávěru palivových nádrží nebo měřítkem s cejchovanou mírou pro danou nádrž. Po kontrole množství paliva v palivových nádržích, či nádrže se kontroluje řádné zavření popřípadě zajištění uzávěru nádrže.

5. Křídélka, klapky:

- a) Neporušenost závěsů – kontrolou se přesvědčíme, zda stav závěsů nevykazuje trhliny, praskliny, deformace a spoje mezi křídélkem nebo klapkou a křídlem nemají vůle. Při letu jsou tyto části namáhány a v případě vůlí nebo nedotažení spoje může zapříčinit nehodu.
- b) Zajištění závěsů a spojů ovládání – při vizuální kontrole musíme se všimnout zajištění všech uzlů, která přenášejí pohyb a jsou to díly pomáhající s řízením letadla. Kontrolou zjišťujeme na všech čepech, šroubech a pojistných součástích jako jsou závlačky, korunové matky se závlačkami, samosvěrné matky apod. U primárních součástí a sestav by se mělo dodržovat pravidlo, že každá samosvěrná matka, která byla použita již jednou by neměla být znovu použita.
- c) Vůle v závěsech – při předletové kontrole kontrolujeme všechny vůle na pohyblivých částech poskytující letadlu říditelnost kolem některé ze tří os pohybu. Pro zkoušku vůlí, která by měla odhalit nadlimitní vůle je potřeba povolat jednoho pomocníka, aby nám pomohl s aretací řídicí páky (kniplu) a my jsme si mohli vyzkoušet vůli na kormidle, v tomto případě křídélka.
- d) Funkčnost, volnost chodu v plném rozsahu – tato činnost navazuje na předcházející odstavec. Nyní naopak budeme sami bez pomocníka zkoušet volnost chodu křídélka a klapky (pokud je jím letadlo vybaveno) a může být doplněno o brzdící klapku, která se objevuje na křídle. Na několika letadlech je možno se setkat s tímto konstrukčním řešením (např. letadlo Junior polské výroby nebo větroně se zástavbou motoru a uvedení do kategorie ULLa) a v tomto případě se provádí kontrola i na brzdových klapkách. Kontrola se provádí vychylováním kormidel a klapek do maximální polohy a kontroluje se zda není kladen větší odpor na řídicí páku. Dále se dají i odhalit nedostatky sluchem, když je slyšet vrzání u táhel či u vodících elementů může předznačovat možnost zadření.

6. Trup:

- a) Neporušenost potahu – se provádí od odtokové hrany směrem k VOP a SOP. U této prohlídky se klade důraz na celistvost potahu a zejména na

spodní straně trupu, kam není z normálního pohledu vidět. Spodní strana je namáhána při přistání a náchylná na poškození při odskoku přes nerovnost. Kontrolu je se celistvost potahu a deformace na trupu. Při zjištění deformací na trupu je důvod k vyřazení letadla z provozu. Samozřejmě je rozdíl mezi porušením potahu u konstrukce z plátů a u materiálu z kompozitu, kde se přenáší namáhání i na potah trupu.

- b) Neporušenost spojů – kontrola všech spojů, zda není narušená pevnost a nenastala změna ve spojích. Kontrola je zaměřena i na kontrolu překlápání (tzv. porty), zda je řádně přilepeno. Kontrola kompozitových dílů trupu (viz. kapitola 4.2.) je obtížná, protože identifikace porušení spojů u těchto materiálu je pro laika velmi problematické. Nezkušený člověk nemůže odhalit poškození trupu a spojů na trupu, protože povrch kompozitového trupu je natřen nátěrem, z důvodu poskytnutí bariéry UV záření a dalších nepříznivých podmínek pro povrch trupu. V případě delaminace (rozlepení jednotlivých vrstev materiálu) je prakticky nemožné odhalit porušení potahu. Jak je dále uvedeno v této práci jsou možnosti na odhalení podle jednotlivých metod NDT. V minulost se ukázalo, že takto špatně odhalitelná porucha měla za následek havárii letadla s porušením trupu v Českých Budějovicích, kdy se odlomil trup a jen za přispění záchranného systému byla posádka zachráněna.
- c) Uchycení antén – při kontrole potahu se zároveň kontroluje uchycení a stav antén. Uchycení antén je provedeno několika možnými způsoby, ať s použitím šroubů nebo lepením.

7. Ocasní plochy:

- a) Pevnost a neporušenost stabilizátoru a kýlu – kontrola se zaměřuje na neporušenost a spoje mezi trupem a kýlovou plochou směrovky. Zaměřujeme se na spoje a na spojové uzly mezi kýlovými plochami a vzpěrami (Piper Twin, Tulák apod.) a to na celistvost vzpěry, zda se nevyskytuje trhlinka nebo prasklina na a v okolí otvoru pro spojovací prvek.
- b) Neporušenost a zajištění závěsů kormidel – tato kapitola kontroly je důležitá, protože jakákoliv změna by mohla se změnit v nehodu. Proto

kontrolujeme jednotlivé závěsy se zřetelem na jakékoliv opotřebení nebo trhliny a na zajišťovací segmenty (závlačky). I výskyt koroze v závěsech je prvním špatným znakem a signálem, že se musí závěsy kormidel odjistit a vytáhnout čepy a po následné kontrole a promazání smontovat zpět do původního stavu. Může se to objevit i při delší odstavce nebo hangárování, kde je vlhko. Nejhorší varianta je zanedbaná údržba, kdy se při roční nebo po dvou letech (podle příručky) má provádět kontrola a nebyla tato činnost uskutečněna.

- c) Vůle v závěsech a vyvažovacích plošek – tato činnost je souběžná s předcházející činností na kormidlech, kdy se při kontrole závěsů zkouší vůle jednotlivých kormidel a to ve všech polohách kormidla.
- d) Funkčnost a volnost chodu kormidel v plném rozsahu – podobně jak bylo popsáno u křidélek a klapek se provádí kontrola VOP a SOP. Klade se důraz na chod kormidel v celém rozsahu. Volností se rozumí, že není kladen při pohybu odpor větší než je odpor jednotlivých komponentů v celém řízení. Při kontrole vyvažovacích plošek se musí buď s pomocí pomocníka, který z kabiny letadla za pomoci ovladače bude ovládat vyvažovací plošku od jedné max. výchylky k druhé. My budeme sledovat na ocasní ploše pohyb, který má být kontinuální, bez zadrhnutí, v celém rozsahu. V případě, že si kontrolu provádí pilot sám bez pomocníka, tak ji provádí též z kabiny při poloze řídicí páky stoupání a pohybování ovladače vyvažovacích plošek od max. po max. na obě strany vychýlení a pozorování těchto pohybů od kabiny letadla.
- e) Zajištění spojů ovládání kormidel – kontrolou se přesvědčíme o řádném zajištění spojovacích prvků a to jak v podobě táhla na konci oka s galenkou nebo oka na laně se srdcem uvnitř (t.z. výstelka uvnitř lana proti otěru).

8. Pitot-statický snímač (pitotka):

- a) Uchycení proti proudu vzduchu – kontroluje se uchycení pitotky, zda není uvolněna ve spoji s křídlem (za použití šroubů, nýtů, objímek apod.) a její směřování je nastaveno proti proudu vzduchu. Každá změna např. deformace těla pitotky má za následek chybné snímání celkového

a dynamického tlaku vzduchu a tím i zkreslené hodnoty na přístroji (např. rychloměru).

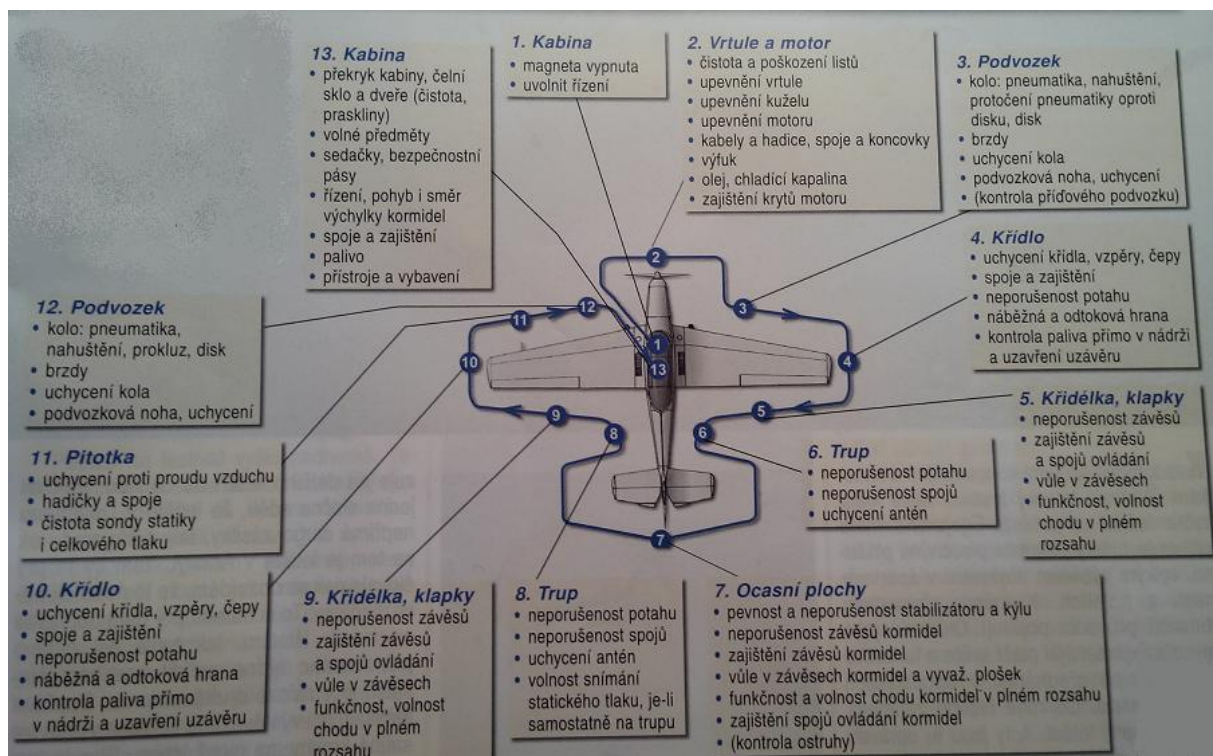
- b) Hadičky a spoje – u těchto komponentů se zaměříme na jejich stav, zda se na hadičkách neobjevují trhlinky a prasklinky. Všechny spoje by měly být dotažené a zajištěné nebo alespoň označené barvou tvořící čárku přes všechny šroubované komponenty.
- c) Čistota sondy statického i celkového tlaku - při předletové kontrole se kontroluje stav a průchodnost viditelných dílů. Stačí i taková drobnost jako je hmyz po střetu s pitotkou. Když zůstane nalepená na vstupu, tak má za následek zkreslování údajů pro rychloměr. Proto je doporučováno, aby v tomto ohledu bylo vyvinuto větší úsilí na kontrolu tohoto dílu.

Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, co dokáže přicpaná pitotka nebo voda ve vedení (v hadičce) od pitotky k přístroji. Při prolétnutí dešťovou přeháňkou se dostala voda do vedení vzduchu za pitotkou a následně jsem měl zkreslený údaj na rychloměru a tento rozdíl byl cca 50km/h. Při přiblížení a přistání na letišti jsem se dostal s rychlostí na okraj pádové rychlosti letadla. Jen zkušenost mě zachránila před nehodou, že ve výcviku jsem byl cvičen se zakrytými přístroji a na vizuální a sluchové vjemy.

9. Kabina:

- a) Překryt kabiny, čelní sklo a dveře – se kontroluje, zda nejsou jednotlivé části poškozeny (praskliny, zmlčnění plexiskla politím provozní kapalinou apod.). Drobné praskliny se dají eliminovat v další pokračování praskání zavrtáním konce praskliny (snížení vnitřního napětí). Je samozřejmostí, že překryt kabiny má být udržován v čistotě a to hlavně z několika pohledů. V první řadě, aby byl pro posádku určitý komfort pro pohled z kabiny. V druhé řadě je nutnost, aby nedocházelo ke zkreslování pohledu a rušení pohledu z kabiny při startu a přistání, což jsou nejtěžší fáze letu.
- b) Volné předměty – nic není nepříjemnějšího, než když po kabině v letadle při letu v poryvu nebo v nějaké jiné konfiguraci letu se nečekaně vznese předmět, který měl být zajištěn proti pohybu. Při předletové kontrole by všechny volné předměty měly být připevněny nebo odstraněny z kabiny.

- c) Sedačky a bezpečnostní pásy – tyto věci se kontrolují vizuální prohlídkou, zda jsou sedačky kompletní a bez poškození. U pásů se kontroluje jejich celistvost a kompletnost včetně stavu popruhů zda nevykazují roztřepenost anebo jiná poškození (koroze na sponách, uchycení pásů k sedačce.)
- d) Palivo – zda koresponduje stav hladiny se stavem naměřeným a zobrazeným na příslušné přístroji v kabině.
- e) Přístroje a vybavení - všechny hodnoty (mimo výškoměru) na přístrojích před uvedením do elektrické sítě letadla by měly být na nulové hodnotě. V rámci kontroly se sleduje jejich stav a funkčnost.



Obr.1: Předletová prohlídka

Zdroj: Časopis Pilot LAA ČR, ročník XXIII., číslo 12/2013, Vydává LAA ČR, ISSN 1211-4081. Str. 23.

3.4.2 Meziletová prohlídka

Meziletová kontrola je prováděna mezi jednotlivými lety. Patří mezi nejnižší stupně údržby letadla. Při této údržbě se provádí vizuální kontrola momentálního stavu letadla a doplnění pohonných hmot v některých případech i provozních hmot.

3.4.3 Poletová prohlídka

Poletová kontrola je provedena na konci letového dne po posledním letu. Při této údržbě je prováděno očištění celého letadla, z důvodu snižování aerodynamického odporu vlivem nečistot na potahu letadla. Doplnění a kontrola pohonných a provozních hmot, díky nimž je možno zhodnotit správnou funkci systémů letadla. Dále se detekují závady vzniklé provozem. Tato prohlídka je u každého letadla specifická nelze ji stanovit pro všechny typy stejně.

3.4.4 Periodické kontroly

Periodické údržby jsou předem plánované kontroly, které jsou prováděny po dosažení pevně stanoveného časového intervalu (motohodiny, letové hodiny, cykly, kalendářní data, atd.), aby bylo zamezeno poruchám letadla z důvodu zanedbání údržby.

3.4.5 Generální opravy

Generální opravy se provádějí uplynutím dané doby garantované výrobcem nebo opotřebením dílů v důsledku nadměrného namáhání (např.: vlečení větroňů) nebo špatným servisem, který by měl za následek ohrožení letových vlastností letadla. Ke generální opravě se také přistupuje v případě poškození některé z částí letadla v důsledku havárie. Generální oprava je důkladné rozložení a kontrola všech částí letadla při které jsou opotřebené a poškozené díly opraveny či nahrazeny novými. Generální oprava se vztahuje ke všem dílům letadlového celku.

3.5 Údržba motoru

Jedním z nejvíce používaných motorů dnešní doby v ultralehkém letectví jsou motory rakouské značky Rotax. Firma Rotax nabízí celou paletou dvoudobých a čtyřdobých motorů určených k leteckému provozu. Nejpoužívanějším a nejúspěšnějším motorem čtyřdobé řady je typ s číselným označením 912. Rotax 912 je čtyřdobý, čtyřválcový kombinovaně chlazený plochý motor „boxer“ s možností karburátorového nebo přímého vstřikování (viz. obr.2). Při údržbě motoru firma Rotax využívá systém oprav a servisu podle výrobních čísel motoru. To usnadňuje přesné najetí náhradních dílů a provedení oprav a úprav v rámci následného vývoje pohonné jednotky.

Údržba motoru Rotax se dělí do dvou skupin:

- Údržba I (Line).
- Údržba II (Heavy).

Údržba I (Line) – Rozsahem údržby I jsou demontážní práce, instalace a následné seřízení motoru. Také se do této údržby řadí výměna opotřebovaných dílů. Ostatní práce, které jsou nad rámec údržby Line patří do kategorie údržby Heavy.

Údržba II (Heavy) – Většina prací co překračuje rámec oprav údržby I je podrobně probráno v údržbě Heavy.

Během údržby motoru Rotax musí být dodrženo všech pokynů výrobce. Samozřejmě se bere ohled hlavně na bezpečnost. Proto při údržbě se má používat výhradně dílů a nářadí doporučených firmou Rotax nebo BRP - Powertrain, u kterých je garantována záruka kvality a bezproblémovost použití na motoru. Další podmínkou kvalitní údržby je odborně vyškolený personál se speciálními přípravky k motoru. Osoba provádějící údržbu by měla vlastnit oprávnění opravovat letecké motory Rotax, které je schváleno národním leteckým úřadem nebo firmou BRP-Powertrain.



Obr.2: Motor Rotax 912

Zdroj: <http://www.letaska-sola.si/wp-content/uploads/2013/02/Rotax-912motor.jpg>

4 Nedestruktivní metody kontroly

NDT metody neboli nedestruktivní metody zkoušení obsahují okruh zkoušení materiálů a výrobků bez jejich porušení nebo zničení, včetně zjišťování poruch za provozu zařízení bez nutné demontáže. Tato metoda umožňuje zjišťování skrytých povrchových i vnitřních vad, porušení celistvosti materiálu. Aplikace kontrolních metod při výrobě napomáhají odstraňovat technologické příčiny vzniku vad a za provozu součástí předcházet mezním stavům s následkem porušením nebo zničení, které by v letecké výrobě mělo fatální důsledky na následný provoz.

4.1 Metody určování povrchových vad

Nedestruktivní povrchové zkoušky odhalují povrchové nedostatky kontrolovaného předmětu vzniklé, už při výrobě nebo postupem času v provozu při namáhání. Hlavními ukazateli povrchových vad dílu jsou většinou trhliny, které vystupují na povrch. Tento druh vady patří mezi závažné typy nedostatku a může mít za následek fatální důsledky v letectví, ale i v jiném odvětví.

4.1.1 Vizuální metody

Vizuální metoda je nejjednodušší a lehce aplikovaná kontrola výrobku při, které nedochází ke změně vlastností nebo tvaru kontrolovaného výrobku. Během těchto zkoušek se zjišťují vady vystupující na povrch výrobku a jsou viditelné pouhým okem nebo za použití pomocných nástrojů k rozpoznání vady. Jedna z hlavních výhod této metody je možnost použití pro všechny druhy materiálu bez ohledu na jejich vlastnosti.

Vizuální metody zkoušení dělíme dle způsobu jejich provedení na:

- přímé,
- nepřímé.

Přímá metoda nedestruktivní defektoskopie v podstatě zahrnuje kontrolu předmětu pouhým okem. Nebo za účelem zvětšení a kontrastu se využívá lup nebo mikroskopů. Metoda se uplatňuje hlavně u dobře přístupných a viditelných míst.

Nepřímá metoda slouží hlavně k nalezení vady u špatně dostupných míst nebo pokud lze chybně určit zdali se jedná o trhlínu, na základě členitosti povrchu výrobku.

Při nepřímé metodě můžeme využít z následujících zařízení a metod:

Kapilární zkoušky

Kapilární zkouška vychází z vlastnosti detekční kapaliny vzlínat. V začátcích kapilárních zkoušek bylo používáno petrolejové metody, kde detekční kapalinou byl petrolej a vývojkou vápenné mléko. V současné době se nejvíce využívá dvou metod, které se hlavně liší použitím detekční kapaliny a způsobu vyhodnocení zkoušky. Metody se nazývají, metoda barevné indikace a fluorescenční metoda. Podstatou obou metod je důkladné očištění a odmaštění kontrolovaného místa výrobku. Na očištěné místo se nanese detekční kapalina pomocí nátěru, stříku nebo ponorem u výrobku malých rozměrů. Detekční kapalina se nechá určitou dobu působit a po uplynutí dané doby se opatrně setře či opláchne. Po těchto krocích následuje nanesení vývojký, která usnadňuje vzlínání detekční kapaliny a zároveň tvoří kontrastní podklad pro zjištění vady. Po několika minutách od nanesení vývojký se vynoří za pomoci vzlínivosti detekční kapaliny vady výrobku. U metody barevné indikace to z většiny případů bývá barva detekční kapaliny červená a vývojký bílá, aby bylo dosaženo určitého kontrastu barev. Oproti tomu u fluorescenční metody je navíc pro vyhodnocení potřeba ultrafialové zařízení.

Boroskopy

Boroskopy slouží ke kontrole vzdálených míst, ke kterým je obtížný přístup. Skládají se z tuhé trubice, v které je umístěn světlovodivý materiál (viz. obr.3). Světlovodivý materiál přenáší světlo z externího světelného zdroje ke kontrolovanému místu, odkud se přenáší zvětšený obraz pomocí přenosových čoček až do okuláru. Zařízení fungují podobně jako mikroskopy. Podstatou kontroly je osvětlení a zvětšení kontrolovaného místa tak, aby vady byly viditelné pouhým okem a bylo možné zamezení vzniku potíží s vadou spojenými. Hlavní výhodou je jednoduchost a časově rychlé provedení diagnostiky, které se může provádět při běžné údržbě bez mnohdy nákladné demontáže dílu.



Obr.3: Borskopy

Zdroj: <http://www.micro-epsilon.cz/endoscope/rigid/index.html>

Fibroskopy

Fibroskopy jsou velice podobné zařízení jako borskopy (viz. obr.4). Rozdílem je, že pevná světlovodivá trubice je nahrazena ohebnou částí. Však konstrukční provedení fibroskopu je oproti borskopu komplikovanější. Ohebná část je tvořena svazkem světlovodivých vláken, což zajišťuje značnou ohebnost díky ní můžeme provádět kontrolu v místech kam se borskop nedostane.



Obr.4: Fibroskop

Zdroj: <http://www.micro-epsilon.cz/endoscope/flexible/index.html>

Videoskopy

Jedná se o fibroskop, kde zkoumané místo je zaznamenáno na CCD kameru (viz. obr.5). Záznam z kamery je posílán na vyhodnocovací monitor, kde dochází ke zkoumání kontrolovaného místa ať z pohledu vad tak i barev. Výhodou videoskopu je velký dosah ke zkoumanému místu (až 30m), obraz v nejvyšší kvalitě a možnost zkoumání záznamu a opětovnému vyhodnocení.



Obr.5: Videoskop

Zdroj: <http://www.micro-epsilon.cz/endoscope/video/index.html>

4.1.2 Magnetické metody

Touto metodou lze zkoumat povrchové, ale i těsně podpovrchové vady výrobku. Zkoušky lze provádět pouze u feromagnetických materiálů nebo u feromagnetických materiálů s neferomagnetickým povlakem do 30 μ m. Podstatou zkoušky je zmagnetizování zkoušeného feromagnetického předmětu, kde v místě rozrušení materiálu vzniká rozptylové magnetické pole, které přitahuje částice detekčního prášku a vzniká tak indikace v místě vady. Vzniklé indikace se vyhodnocují vizuální metodou. Tyto zkoušky lze provádět několika metodami magnetizace a růzností detekčních prášků.

Druh magnetizace:

- pólová magnetizace – (podélně) Kontrolovaný předmět je uložen mezi magnetické póly elektromagnetu. Na koncích předmětu se vybudí magnetické póly a magnetické pole je rozloženo v podélném směru

kontrolovaného předmětu. Metodu lze provádět pomocí trvalých magnetů, elektromagnetů a magnetizačních cívek, napájených stejnosměrnými, střídavými a impulsními zdroji.

- cirkulární magnetizace – (příčně) Magnetické pole je vytvořeno průchodem elektrického proudu kontrolovaným výrobkem, který je přiváděn z externího zdroje nebo schopností indukce ve výrobku.
- Kombinaci podélné a příčné magnetizace – Metoda je kombinací výše uvedených metod magnetizace s podmínkou, že jedna z magnetizací je stejnosměrná a druhá střídavá nebo obě magnetizace jsou střídavé, ale vzájemně fázově posunuty, aby byla splněna podmínka kolmosti magnetického pole s trhlinou.

Detekčními prostředky jsou magnetické prášky, které jako u kapilární metody mohou být barevné nebo fluorescenční. Detekční prášky jsou při kontrole nanášeny dvěma způsoby. Prvním je suchý způsob, kdy se suchý prášek na zkoušené místo napráší a nadbytečné množství prášku se opatrně setře nebo sfoukne. Suchý způsob je především vhodný pro detekci rozsáhlých vad. Druhý je mokřý způsob, kde směs magnetického prášku s kapalinou je nalévána na kontrolovaný výrobek, anebo kontrolovaný výrobek je ponořen do vany s připravenou směsí. Hlavní požadavky na směs jsou dobrá smáčivost a kvalitní promíchání směsi.

Všechny vizuální metody zkoumání jsou hlavně závislé na zrakové schopnosti člověka provádějícího kontrolu nebo vyhodnocení. Z tohoto důvodu všichni pracovníci zabývající se vizuálními metodami nedestruktivních zkoušek jsou podrobeni specializované prohlídce u očního lékaře, kde jsou posuzovány parametry vidění na blízko, vidění na dálku a barvocit.

4.2 Metody určování vnitřních vad

4.2.1 Ultrazvuková metoda

Ultrazvuková metoda vychází ze základů průchodu ultrazvukových vln homogenním prostředím, ve kterém se vlnění zmenšuje. Ultrazvukové vlny se odrazí nebo rozptylují od rozhraní prostředí. Toto odražené vlnění nazvané jako echo je zaznamenáno a vyhodnoceno pomocí ultrazvukových defektoskopů. Ultrazvukové defektoskopy nejen, že zjišťují vadu předmětu, ale i jejich velikost a umístění. Metoda

se nejvíce využívá v technické praxi při zkoušení ocelových výrobků. Ultrazvuková čidla se využívají i pro jiné účely než zjišťování vad předmětu, např.: měření vzdálenosti, geometrických tvarů, tloušťek, ale i některých vlastností materiálu.

Ultrazvuk je mechanické vlnění, s kmitočtem vyšším než je slyšitelnost lidského sluchu. Zdrojem vlnění jsou elektroakustické měniče, které mění akustickou energii na elektrickou a naopak.

Ultrazvukové měniče jsou:

- Piezoelektrické – pracují na principu piezoelektrického jevu, kdy při deformaci některých látek je generováno elektrické napětí či naopak. Vydávají vlnění v rozmezí 100kHz až 25MHz.
- Magnetostrikční – fungují na principu magnetostrikčního jevu, kde při deformaci některých látek se vytváří magnetická polarizace.

Pomocí ultrazvukového vlnění se zjišťují vady materiálu těmito způsoby:

- Rezonanční.
- Průchodová.
- Odrazová.
- Odporová.
- Metoda akustické emise.
- Metoda zviditelnění vad.

Těmito metodami lze odhalovat vnitřní vady všech materiálů používaných v leteckém průmyslu.

Rezonanční metoda

Podstatou rezonanční metody je změna frekvence ultrazvukových vln až do doby, kdy se tloušťka kontrolovaného materiálu rovná násobku jedné poloviny vlnové délky. Takový stav je detekován přístrojem. Ultrazvukové vlnění je vysíláno spojitě nebo impulzivně. Metoda detekuje především vady rovnoběžné s povrchem kontrolovaného výrobku, při nichž dochází k vypadnutí rezonanční vlny, které je

zaznamenána přístrojem. Rezonanční metody je využíváno pro zkoumání rovnoběžných ploch s tloušťkou stěn od 0,1 do 100 mm nebo k měření tloušťky materiálu. Metoda skýtá jeden nedostatek, že lze zjistit pouze přítomnost vady nikoliv její velikost a přesné umístění.

Průchodová metoda

U této metody je celý princip založen na měření velikosti ultrazvukové energie, která prochází skrze kontrolovaný předmět. Za pomoci dvou ultrazvukových sond, kde jedna pracuje jako vysílač a druhá jako přijímač jsou odhalovány vnitřní vady předmětu. Sondy musí být umístěny souose na protějších stranách, přičemž mezi sebou svírají kontrolovaný předmět. Z vysílače je emitováno ultrazvukové vlnění, které prochází kontrolovaným předmětem a zachytává se přijímací sondou s měřicím zařízením. Pokud v předmětu je vada, vysílací vlny se od její plochy odrážejí, za vadou se tvoří stín a velikost přijaté energie je menší. Kontrolu lze provádět jak u rovinných tak zakřivených ploch, které jsou rovnoběžné. Výhodou metody je jednoduchost použití. Však tyto přístroje poskytují nízkou citlivost, ovlivněnou tloušťkou materiálu předmětu. Metodou lze zjistit přibližný rozměr vady nikoliv její hloubku.

Odrážová metoda

Při metodě je použito jen jedné ultrazvukové sondy, která pracuje jako vysílač a zároveň přijímač. Základem je průchod ultrazvukového impulzu vysílaného sondou zkoušeným předmětem. Během vysílání a přijetí impulzu je měřena doba a velikost akustické energie. Vysílaný impulz prochází materiálem a následně se vrací do sondy po odrazu na rozhraní dvou prostředí. Rozhraní dvou prostředí je materiál a vada nebo materiál a okolní prostředí. Tímto způsobem lze zjistit hloubku umístění a přibližnou velikost vady. Díky časovému intervalu mezi vysláním a přijetím impulzu lze použít jen jediného elektroakustického měniče.

Odporová metoda

Metoda vychází ze změny velikosti akustického odporu v místě, kde se vyskytuje vada. Výhodou metody je detekce vad v předmětech s malou tloušťkou stěny.

4.2.2 Prozařovací metoda

Prozařovací zkoušky materiálu patří mezi jedny z nejzákladnějších a podstatných nedestruktivních zkoušek. Základem metody je prozáření materiálu předmětu krátkovlnným rentgenovým zářením, které snadno proniká tuhými látkami. Intenzita toku částic je ovlivněna hustotami prostředí, kterými prochází. Dle velikosti intenzity toku částic procházejícího záření lze stanovit místa výskytu vady. Podíl intenzit je zaznamenán na detektoru záření procházejícím materiálem. Metodu lze rozdělit dle použití detektoru záření:

- Radioskopické – V daném směru prošlého záření je začleněn fluorescenční štít, který vytvoří obraz prozářeného objektu. Vady jsou detekovány fluorescenčními místy na štítu.
- Radiografické – Zářením je převeden obraz prozářeného předmětu na filmový negativ, který musí být umístěn ve světle neprodyšném zařízení.

V údržbě letadel se hojně využívá prozařovacích kontrolních metod. Hlavním důvodem je možnost použití metody na jakýkoliv typ materiálu. Metodou se zjišťují vnitřní objemové vady zkoumaného předmětu.

4.3 Kompozitové konstrukce v kategorii ultralehkých letounů

Kategorie ultralehkých letounů (UL) je v současné době nejdynamičtěji se rozvíjející kategorií sportovního letectví. Podíl kompozitových materiálů na skladbě UL letounů za poslední roky výrazně stoupl a posunul se kupředu. Na tento trend zareagovali všichni výrobci UL letounů, ale zejména čeští a němečtí výrobci.

Příkladem jsou elegantní celokompozitní dolnoplošníky jako Impuls a CTLS. Jednou z novinek německého konstruktéra Dallacha je letoun Fascination, který se může považovat za zakladatele trendu rychlých dolnoplošníků se zatahovacím podvozkem v kategorii UL. Pro další ukázkou z vývoje kompozitových UL se nemusí chodit daleko. Na Slovensku, kde byly dlouholeté zkušenosti se stavbou stavebnic letounu Lancair a ty byly zúročeny při návrhu vlastního letounu WT9 Dynamic. První postavený seriový kus byl těžší o cca 60 kg proti dalším sériovým kusům z produkce firmy Aerospol. To bylo zapříčiněno hlavně použitou technologií při vytváření jednotlivých dílů bez použití vakuového systému odsávání přebytečného množství matrice, ale za použití válečku pro nanášení matrice na připravené kusy skelného

plátna uložené do formy. Tím se vysvětluje rozdílnost ve váze prvního a ostatních kusů v sérii. Také tento způsob výroby prvního sériového letounu, u kterého se v průběhu provozu začaly projevovat nedostatky ve smyslu praskání vrchních vrstev matrice, která byla nanesena do formy o větší síle bez výztuže v místech složitějších tvarů.

Na českém nebi v dnešní době je možné vidět mnoho UL letounů s kompozitovou konstrukcí. Rozvoj této významné kategorie letounů je díky relativní nezávislosti na schvalovacím procesu CAA (dříve ÚCL ČR – úřadu civilního letectví ČR), bylo umožněno nejvyšší rozvoj v oblasti využití kompozitových materiálů. Příkladem letadel mohou být celokompozitní letouny české výroby TL – 92 Star od firmy TL – ULTRALIGHT s.r.o., z novějších typů např. TL-2000 Sting Karbon, VL-3, Atec 321 Faeta, FM 250 Vampire II (viz. obr.6) a úplně nové TL 3000 Sirius. Na konstrukci křídel i sendvičových trupů jsou používány v širokém rozsahu skelné lamináty tak i uhlíkové materiály.



Obr.6: Kompozitový letoun FM 250 Vampire II

Zdroj: <http://www.jmalinsky.cz/aircrafts/fm250-vampire/>

4.3.1 Přehled vad v kompozitních materiálech

Žádný materiál použitý v konstrukcích není dokonalý nebo bez vad. Materiál obsahuje nepravidelnosti, či nedokonalosti způsobené technologiemi nebo provozem. Tyto problematická místa jsou označovány vadami. Vady výrobku tzn.

každá odchylka od daných požadavků, příslušných norem anebo sjednaných technických podmínek pro výrobek.

V letectví je vyžadováno, aby výrobky byly bez vad, protože vady v materiálech přinášejí nebezpečné koncentrátoři napětí, zvláště vady plošného charakteru jako jsou např. trhliny, které nepříznivě ovlivňují mez únavy. Při určitých podmínkách se mohou stát iniciátory lomu a tím vyřadí díly z provozu. V případě poruchy na primární části letadla mohou způsobit i katastrofu.

U materiálů z kompozitu se vyskytuje řada typů povrchových a vnitřních vad. Charakteristiky vad jsou závislé na typu matrice, druhu vyztužující fáze, strukturním uspořádání a výrobní technologii.

Kvalifikace vad kompozitů není dosud obecně jednotná. Většinou pro jejich analýzu se vychází ze zkušeností z výroby, zkoušek nebo z porušených částí z provozu.

Při údržbě kompozitových letadel či jednotlivých dílů je potřeba znát a umět diagnostikovat poškození a také vady z výroby, aby se zamezilo možným poruchám, které se mohou v případě namáhání v provozu vyskytnout či rozvinout do katastrofálních případů pro samotné letadlo. Po odhalení těchto vad je potřeba znát jednotlivé typy vad. Proto hlavní typy vad v kompozitech jsou popsány v následujících bodech:

1. Trhliny jsou místní porušení pevnosti materiálu. Trhlina se může nacházet pouze na povrchu, případně zasahuje i do hloubky výrobku. Vady jsou vytvořeny mechanickým namáháním během tuhnutí nebo provozem dílu. V případě vláknových kompozitů je trhlina definována jako místní porušení, které neodpovídá rozvrstvení ani příčné trhlíně. Trhliny mohou nabývat velikosti několika mm až cm.
2. Příčná trhlina se vyskytuje ve vrstvených kompozitech kolmo na rozhraní dvou vrstev. Příčná trhlina je vyvolaná mechanickým namáháním v průběhu zpracování. Dosahuje velikosti několika mm a může procházet i několika vrstvami kompozitního materiálu.

3. Porušená vlákna se vyskytují zejména u jednosměrných kompozitů s křehkými vlákny, které jsou zatíženy podélným tahovým napětím.
4. Delaminace je vytvoření nesoudržných vrstev anebo nesoudržností uvnitř jednotlivých vrstev. Hlavním místem této vady jsou části výrobku, kde se mění tvar např. zaoblení. Důvodem vzniku delaminace je vnitřní napětí. Velikost vady se pohybuje okolo několika cm.
5. K nesprávné orientaci vláken ve vrstvě dochází převážně lokálním směrem vláken, která neodpovídají předepsanému vrstvení materiálů. Objevují se zejména u materiálu s jednosměrnou výztuží, při nichž dochází k mírnému zvlnění a zhoršení mechanických vlastností.
6. Oblast bez výztuže se nachází mezi vrstvami, ale i uvnitř vrstev. Jedná se o místa vyplněná pouze pojivem, které většinou nepřekračují velikost několika desítek μm až několika mm.
7. Dutiny se objevují v místech vyplněných pojivem mezi jednotlivými vrstvami nebo uvnitř vrstvy prepregu. Vady mívají oválný tvar a lze je rozdělit na drobné do několika desítek μm nazvané jako póry. Nebo rozměrné o velikosti několika mm nazvané bublinami. Vznikají nedokonalým zvládnutím technologického postupu výroby, zejména odstranění plynu z materiálu.
8. Cizí vměstky jsou cizí tělesa obsahující kompozitní materiál, hlavně nečistoty (např. zbytky separační folie z procesu výroby). Cizí tělesa nesou příčinu vzniku delaminace a tím klesají i mechanické vlastnosti a soudržnost materiálu.
9. Nevytvrzení pojiva je zapříčiněno nedodržením technologického postupu a zasahuje celý předmět.
10. Neprosycená výztuž se rozprostírá na okrajích výrobku, kde se nenachází pojivo ale pouze tkanina kompozitního materiálu. Dochází k pórovitosti povrchu.
11. Místa s přebytkem pojiva jsou často lokalizována na povrchu předmětu, kde dochází ke změně tvaru. Hlavní podíl na velikosti a počtu vad s přebytkem pojiva má použitá technologie výroby.

12. Puchýře jsou bubliny vyplněné plynem na povrchu předmětu. Objevují se jednotlivě nebo ve skupinách.
13. Povrchovým propadlinám dochází během procesu chladnutí, kdy dochází k smrštění materiálu v místech zesílení nebo zeslabení předmětu.
14. Nárazové poškození výrobku, jde o rázem vytvořené porušení předmětu z průsvitného materiálu, které je propojeno s existencí výše jmenovaných vad a následnému vzniku trhliny.
15. Stopy po vlhkosti a organických látkách vypadají převážně jako matné kulaté skvrny, nacházející se uvnitř předmětu. Tyto skvrny se vyznačují špatnou přilnavostí matrice k výztuži. Skvrny jsou způsobeny přítomností vody, olej anebo parafinu na výztuži.
16. Změna tloušťky kompozitu nastává, jestliže není dodržen daný počet vrstev prepregu během tvorby polotovaru.

4.3.2 Metody nedestruktivního zkoušení kompozitů

Nedestruktivní kontrola kompozitů má prokázat bez porušení materiálu vady a porušení stavby kompozitu a maximální citlivost pro indikaci vad.

Volba metod pro zkoušené kompozity podle zásad výběru:

- Druh kompozitu a typ jeho složek.
- Požadavek na zjištění vad dle výskytu v dílech.
- Velikost registrované vady.
- Druh a tvar výrobku (složitost a tloušťka kontrolované stěny).
- Přístup ke kontrolované části.
- Stav povrchu.

NDT metody jsou rozlišovány podle schopnosti identifikace vad na povrchu nebo uvnitř dílu.

1) Povrchové vady:

- Vizuální kontrola (VK).
- Kapilární metoda (KM).

Systém zjišťování vad – propadliny, puchýře, místa s přebytkem pojiva, povrchové trhliny, poretita, místa poškozená nárazem a atd.

Vnitřní vady kompozitů:

- metoda poklepem,
- metoda akustická:
 - a) metoda impedanční,
 - b) metoda průchodová,
 - c) metoda odrazová,
 - d) metoda rezonanční.
- Metody radiologické:
 - a) metoda rentgenografická,
 - b) metoda rentgenoskopická,
 - c) metoda neutronografická,
 - d) RTg počítačová tomografie,
 - e) infračervená radioskopie.
- Metoda tekutých krystalů.
- Metoda holografických interferometrie.
- Akustická emise.

4.3.3 Zjišťování vad v kompozitových materiálech

U vícevrstevných kompozitů jsou drobné trhliny, poruchy, vnitřní trhliny nebo přetržené pevnostní vlákna neviditelné okem, a proto jsou tyto materiály podrobovány periodickým revizím. Zjišťování vad a zkoušek jsou nevyhnutelné pro zjišťování spolehlivosti, hlavně u komponentů primární konstrukce letounů.

Rezonanční zkouška:

Podstatou zkoušky je vystavení zkoušeného předmětu působení mechanické nebo akustické energie a následné vyhodnocení získaných poznatků.

Manuální test je nejjednodušší metoda, která je založená na změně frekvence akustických vln. Test je prováděn speciálním kladívkem, které má specifický tvar a hmotnost. Kladívko je spouštěno z výšky 1 cm na kontrolovaný předmět. Vada je odhalována změnou frekvence slyšitelných zvukových vln. Hlavní výhodou je nenákladná a snadno použitelná metoda kontroly kompozitových výrobků. Metoda lze použít pouze pro určení povrchových a lehce podpovrchových vad. Je zde také velká pravděpodobnost statistických chyb, kdy je zkouška ovlivněna hlukem okolního prostředí nebo subjektivním hodnocením člověka provádějícího zkoušku.

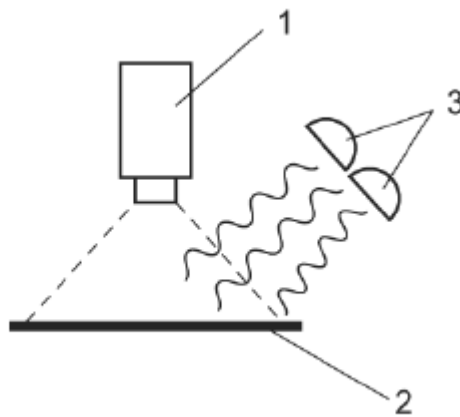
Mechanický test vychází ze shodného principu jako manuální jen s rozdílem, že kladívko je možno pohánět elektromagnetem. Snímač přijímá informace z prováděné zkoušky a hlavní jednotka tyto data vyhodnocuje. Výhodou je jednoduché použití, naopak nelze použít pro detekci hlubokých vad kontrolovaného výrobku.

Ultrazvuková zkouška je založena na principu filtrace přijatého ultrazvukového signálů frekvenčním filtrem. Ultrazvukový signál je vysílán širokopásmovým ultrazvukovým snímačem. Signál je dále přiváděn do hlavního jednotky, kde je následně vyhodnocen.

Termografická zkouška (Pulzní fotometrická metoda) Základem zkoušky je nahřátí testovaného předmětu a následné zkoumání infračerveného záření vycházejícího ze sledovaného místa (viz. obr.7). Průběh zkoušky je zapisován na termozáznam, který se posléze analyzuje a odhalují se vady. Zkouška se provádí dvěma způsoby:

- Povrchová analýza: povrch předmětu je zahříván xenonovými zářivkami po danou dobu, vzhledem k velikosti a tvaru zkoumaného předmětu.
- Přímková analýza: zahřívání je provedeno jen v jediném směru souřadnic zkoušeného předmětu.

Výhodou termografické zkoušky je možnost zkoumání velké plochy povrchu v krátkém čase. Nelze však přesně určit umístění a velikost detekované vady.



Obr.7: Uspořádání termografické zkoušky

1 - IR kamera, 2 - vzorek, 3 - baterie lamp

Zdroj: <http://www.ndt.net/article/defektoskopie2009/papers/Triska-8.pdf>

5 Intervaly údržby

5.1 Intervaly údržby letadlového celku

Údržba letadla je založena na periodických a běžných prohlídkách jednotlivých letadlových částí. Běžná údržba spočívá na celkové kontrole letadla, při které se doplňují pohonné a provozní hmoty, kontrolují se vůle pohyblivých částí a promazávají se veškerá místa dle mazacího plánu. Mazací plán je stanoven dle letové příručky letadla vydané výrobcem. Periodické prohlídky jsou prováděny dle letových hodin, u většiny letadel po prvních 25 hod.(garanční prohlídka) a pak po každých 50 hod., 100 hod., 200 hod., a 300 hod..

Garanční prohlídka

První prohlídka letadla po 25 hod. od výroby nebo generální opravy. Ve většině případů je prováděna v servisním středisku výrobce. Garanční prohlídka je podmínkou pro další možnost poskytnutí záruky na letadlo. Rozsah prohlídky stanovuje interní předpis výrobce. Během této prohlídky je u většiny osazených motorů vyměněn olej s olejovým filtrem.

Periodická prohlídka po 50 hodinách.

Prohlídka je prováděna po každých 50 hodinách s možnou tolerancí ± 5 hodin. Může být provedena zaškoleným provozovatelem letadla nebo servisním střediskem výrobce. Ve většině případů se prohlídka skládá takto:

- předletová prohlídka v úplném rozsahu,
- kontrola všech čepových a šroubových spojů,
- vnitřní vizuální prohlídka ocasních částí trupu,
- prohlídka palivového systému: těsnost a stav spojů, hadic a palivových filtrů,
- kontrola motorového lože a všech přidružených zařízení motoru,
- prohlídka a údržba brzd,
- kontrola motoru dle údržbového manuálu.

Periodická prohlídka po 100 hodinách

Kontrola se provádí po 100 letových hodinách nebo jednou ročně bez ohledu na počet nalétaných hodin od poslední prohlídky. Stejně jako u 50 hodinové prohlídky i zde je prováděna zaškoleným provozovatelem nebo servisním střediskem výrobce. Souhrn úkolu 100 hod. prohlídky je:

- prohlídka po 50 hodinách,
- důkladná kontrola draku a oprava malých poškození vzniklých provozem,
- prohlídka krytu kabiny a prostoru kabiny,
- kontrola stavu řízení, měření vůlí, následná oprava a seřízení,
- údržba motoru podle manuálu motoru,
- kontrola a opravy vrtule výrobcem,
- zkušební zálet pilotem s platnou licencí zkušebního pilota.

Periodická prohlídka po 200 hodinách

Kontrola po 200 hod. je srovnatelného rozsahu jako 100hod. prohlídka jen s drobnými odchylkami jako např.: výměna zapalovacích svíček motoru.

Periodická prohlídka po 300 hodinách

Prohlídka se provádí po uplynutí 300 hod. nebo po třech letech provozu bez ohledu na počet letových hodin. Při prohlídce se provádí podrobná kontrola všech namontovaných dílů. Její podrobný popis je určený interním předpisem výrobce dle detekovaného stavu. Základními body prohlídky jsou:

- kontrola po 100 hodinách,
- demontáž motoru a vrtule,
- prohlídka konstrukce,
- prohlídka vnitřního stavu trupu a kabiny,
- kontrola celého draku,
- důkladná kontrola a seřízení řízení letadla,

- výměna vybraných dílů,
- kontrola provedená zkušebním pilotem.

5.2 Intervaly údržby motoru

V této práci se budeme zabývat hlavním představitelem pohonných jednotek ultralehkých letounů, kterým je Rotax 912. Patří mezi nejpoužívanější motor, který nabízí nejlepší parametry v ohledu váha – výkon. Koncepce motoru byla vytvořena před 30 lety, však v průběhu času byla vyvíjena za účelem vzniklých nedostatků z provozu. Ekonomického hlediska je oproti konkurenci dražší. Údržba motoru je stanovena do pevných intervalů periodických kontrol, které jsou odstupňovány podle počtu uplynulých motohodin. Periodická údržba je prováděna v plánovaných intervalech 50, 100, 200 a 600 hodin podle kontrolního listu údržby (viz. Příloha 1).

Stohodinová kontrola je prováděna za účelem zachování letové způsobilosti stroje, kdy motor musí být podroben kontrole každých 100 motohodin. Časový údaj 100 motohodin naskýtá i určitou toleranci, která je ± 10 hodin. Znamená to, že pokud byla kontrola provedena při 91 hodinách další kontrola bude provedena při 191 hodinách. Kontrola, pokud je to možné by měla být provedena v co nejmenší hodinové toleranci.

Padesátihodinová kontrola patří mezi speciální kontroly. Výrobce doporučuje 50 hodinovou kontrolu pouze v případě, kdy je motor provozován na palivo AVGAS místo BA 95. Při této kontrole se neprovádí nic naléhavého, kromě výměny olejové náplně motoru.

Pěťadvacetihodinová kontrola se provádí po prvních 25 hodinách u nových motorů nebo motorů po generální opravě. Rozsah prací je shodný jako při 100 hodinové kontrole.

Zvláštní kontroly jsou prováděny vždy po překročení limitních hodnot (např. maximální otáčky, překročení maximální teploty, atd.) nebo došlo-li k neobvyklým událostem (např. přistání bez vytaženého podvozku).

5.3 Shrnutí současného stavu údržby ultralehkých letadel

Práce se zabývá různými metodami údržby letadel, kterých se řada využívá v praxi. Však podle mého zjištění během zpracování informací ohledně této

problematiky jsem zjistil, že momentální systém údržby ultralehkých letadel není zcela dokonalý. Jednou z obtíží je nedostatečná informovanost provozovatelů provádějící údržbu ultralehkých letadel. Druhým podstatnějším problémem je zjištění, že neexistuje orgán následné kontroly, zda byla údržba provozovatelem provedena v odpovídající míře či nikoliv. Z tohoto důvodu mohou nastat případné havárie způsobené nedostatečnou údržbou. Dále nejsou stanoveny obecné základní požadavky, které by měli být zahrnuty do procesu údržby ultralehkých letadel kategorie Z. Samozřejmě, že i zde existují roční technické kontroly (např. jako v silniční dopravě) prováděné kontrolory techniky LAA(viz. Příloha2). Ty však pouze hodnotí aktuální stav letadla, nikoliv zda byla údržba dodržena dle příručky k danému typu letadla. Na druhou stranu je zde snaha o vytvoření podmínek údržby podobných jako u letadel spadající pod CAA. Tuto snahu mají profesionální výrobci ultralehkých letadel kategorie P a A. Snaží se zřizovat servisní střediska pro kategorii P a A ultralehkých letadel, samozřejmě i pro využití servisu ultralehkých letadel vlastní výroby, a tím vytvoření záruk provedení odborného servisu. Momentální stav údržby ultralehkých letadel by určitě šel zlepšit např. zavedením různých nařízení a zpřísněním podmínek provádění údržby. Pak by došlo k zániku podstaty LAA, kterou se od začátku snažili vytvořit jako kategorii t.z. „létání pro radost a bez přebytečné byrokracie“.

6 Závěr

Bakalářská práce by měla přiblížit komplexní pohled na celou problematiku údržby ultralehkých letadel. S počátečním seznámením pozvolného rozvoje této kategorie, které začalo v 80. letech přechodem od rogal, závěsných kluzáků s motorem až k prvním aerodynamicky říditelným ultralehkým letadlům. V počátcích tato kategorie nezískala pochopení tehdejšího státního zřízení. Proto také spousta konstrukcí nebylo zcela dokonalých, z důvodu nelegálního vytvoření a použití vůči tehdejším nařízením. Posun v této kategorii byl zaznamenán po roce 1989, kdy se ustavovali nové legislativní rámce v letectví. V této době začínala vznikat, už legálně oblast ultralehkého letectví. Zaštiťující organizace, která také vznikla v těchto letech byla Letecká amatérská asociace. Díky tomuto posunu kupředu mohli vznikat moderní ultralehká letadla, která se čím dál více použitou technologií výroby přibližují k dopravním letadlům. Dnešní letadla jsou vyrobená z progresivních kompozitových materiálů a velice dobře avionicky vybavena.

Legislativní rámec je v bakalářské práci zvolen podle dřívější legislativy s přechodem do současného stavu. Je zde ukázána základní kategorizace sportovních létajících zařízení a rozdělení ultralehkých letadel dle přístupu k výrobě.

V druhé části bakalářské práci jsem zmapovat celou současnou problematiku odhalování vad nebo poruch a kontroly pro předcházení těchto stavů. Popsal jsme filozofie údržeb podléhající stavu a nezávisle na stavu. Dále je zde vysvětlen systém běžných kontrol, mezi kterými je nejzásadnější předletová prohlídka pro zajištění následné údržby. Předletová prohlídka je rozebrána podrobně i s několika informacemi z letové praxe. V této pasáži je také uvedena problematika periodických kontrol letadlového celku. Posouzená na základě studie letových a provozních příruček letadel různých konstrukcí a výrobců. Jedna z částí je zaměřená na údržbu nejpoužívanější pohonné jednotky určené zejména pro kategorii ultralehkých letadel. Kromě klasických metod kontrol je zde popsána paleta nedestruktivní kontrol pro odhalování skrytých a nepřístupných vad. Použití nedestruktivních metod v ultralehkém letectví je zejména závislé na ekonomické výhodnosti začlenění těchto kontrol do údržby. Pak jsou zde uvedeny nedestruktivní metody a často vyskytující se vady v případě kompozitových konstrukcí letadel. Kompozitových konstrukcí se v dnešní době využívá v hojně míře díky podstatně lepším mechanickým a provozním vlastnostem oproti konstrukcím z klasických materiálů.

V další části jsem poskytl ucelený obraz intervalů údržby jakožto nástroje pro předcházení mimořádných situací. V problematice údržby ultralehkých letadel jsem narazil na několik problémů, které bych viděl jako zásadní a pro blízkou budoucnost nevyhnutelné řešení. Při zjišťování současného stavu jsem se setkal s několika inspektory techniky a při jejích vykladu současného stavu, jak postupují při kontrolách jednotlivých typů ultralehkých letadel chybí jednoznačný postup pro kontrolu a údržbu ULLa. Z mého pohledu mi chybí manuál pro jednotný postup pro kontrolu technického stavu ultralehkých letadel, který by vnesl obecně přijímaná pravidla.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] Heviánek, F., Barnet, M., Bradovka, E.: Technologie oprav letadel I, Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1985. Str.380.
- [2] Heviánek, F., Barnet, M., Bradovka, E.: Technologie oprav letadel II, Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1986. Str.60.
- [3] Kopec, B. a kol.: Nedestruktivní zkoušení materiálu a konstrukcí, Brno: CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-591-4. Str.571.
- [4] Prof. Ing. Míšek B.,DrSc.: Kompozity, Brno: Technický dozorčí spolek Brno - Sekce materiálů a svařování, 2003. ISBN 80 – 903386 – 0 – 7.
- [5] Prof. Ing. Brožek, M., CSc.: Strojírenská technologie I (návody ke cvičení), skriptum, ČZU Praha, Technická fakulta, 2008. ISBN 978-80-213-1780-2.Str.80.
- [6] NhuBinh, Phung: Údržba letadel. Bakalářské práce, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010.
- [7] Zvolánek, J.: Zhodnocení výroby ultralehkých letadel v České republice. Bakalářská práce, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. Str. 56.
- [8] Časopis Pilot LAA ČR, ročník XXIII., číslo 12/2013, Vydává LAA ČR, ISSN 1211-4081. Str. 23.

Internetové zdroje přístupné 2014

- [9] <http://www.laacr.cz/Stranky/Default.aspx>
- [10]<http://tl-ultralight.cz/content/download/soubory/sting-prirucka.pdf>
- [11] <http://www.teveso.cz/dokumentace-k-motorum.php>
- [12]<http://www.blueskyservice.cz/wp-content/uploads/2013/01/EV97-EUROSTAR-p%C3%BD%CB%87ru%C5%BAka.pdf>
- [13]http://www.vl-3.cz/fileadmin/user_upload/ke_stazeni/letova_prirucka_VL-3A-3.pdf
- [14]<http://www.letalska-sola.si/wp-content/uploads/2013/02/Rotax-912motor.jpg>
- [15]<http://www.aeroweb.cz/prilohy/pril403.pdf>
- [16]<http://www.aeropilotcz.com/letova-provozni-prirucka.pdf>
- [17]<http://www.aeroprakt.cz/download/letpa22l.pdf>
- [18]<http://www.akletnany.cz/cs/letecka-skola-ato-w7/letadlovky-park-w30/samba-xxl-w106/>
- [19]<http://www.gryfair.cz/en/gryf-magazine/downloads/27-shark>
- [20]<http://www.microepsilon.cz/endoscope/index.html?gclid=CJWystKTxr0CFUcTwwodzV0AZg>
- [21]<http://www.jmalinsky.cz/aircrafts/fm250-vampire/>
- [22]<http://www.ndt.net/article/defektoskopie2009/papers/Triska-8.pdf>

8 Seznam použitých zkratk

CAA	úřad civilního letectví	Civil Aviation Authority
CCD	Zařízení s vázanými náboji	Charge-Coupled Device
ČSSR	Československá socialistická republika	
JZD	Jednotné zemědělské družstvo	
LAA	Letecká amatérská asociace	
LSA	Lehké sportovní letadlo	Light Sport Aircraft
NDR	Německá demokratická republika	
NDT	Nedestruktivní zkoušky	Nondestructive testing
PK	Předletová kontrola	
RTg	Rentgenové záření	
SLZ	Sportovní létající zařízení	
SOP	Svislá ocasní plocha	
ÚCL	Úřad civilního letectví	
UL	Ultralehký letoun	
ULLa	Ultralehké letadlo	Ultralight Aircraft
UV	Ultrafialové záření	Ultraviolet
VOP	Vodorovná ocasní plocha	
VPD	Vzletová přistávací dráha	

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Předletová prohlídka

Obrázek 2: Motor Rotax 912

Obrázek 3: Borskopy

Obrázek 4: Fibroskop

Obrázek 5: Videoskop

Obrázek 6: Kompozitový letoun FM 250 Vampire II

Obrázek 7: Uspořádání termografické zkoušky

10 Seznam příloh

Příloha 1: Kontrolní list údržba motoru Rotax 912.

Příloha 2: Zpráva o přezkoušení SLZ při pouštění do provozu.

11 Přílohy

Příloha 1: Kontrolní list údržba motoru Rotax 912.

Kontrolní body	Interval motohodiny		Kapitola odkaz	Podpis
	je-li uvedeno	100 h		
1.)Vizuální kontrola motoru				
Proveďte všeobecnou vizuelní kontrolu poškození a abnormalit. Zkontrolujte průchodnost vedení chladicího vzduchu, žeber válců, praskliny, opotřebení a celkový stav. Sledujte všechny změny způsobené teplotami.	doporučeno 50h	X	12-20-00 oddíl 3)	
Proveďte vizuelní kontrolu teplotních snímačů a čidla tlaku oleje. Zkontrolujte upevnění a celkový stav.		X		
Zkontrolujte všechny hadice chlazení, jejich poškození, sáknutí, ztvrdnutí teplem, pomezit, upevnění na vývodech, zajištění, vedení bez zlomů a prudkých ohybů.		X	12-20-00 oddíl 9.1)	
Vizuelně zkontrolujte drenážní otvor na spodní straně čerpadla chladicí kapaliny - možné náznaky netěsností.		X	12-20-00 oddíl 4)	
Zkontrolujte expanzní nádrž: poškození, popř. abnormality. Zkontrolujte hladinu chladicí kapaliny, popř. doplňte. Zkontrolujte zátku chladiče. Zkontrolujte upevnění ochranné gumy pod expanzní nádrží.		X	12-20-00 oddíl 9.1, 9.4) 12-10-00 oddíl 3.1)	
Zkontrolujte přepadovou nádrž: poškození, popř. abnormality. Zkontrolujte hladinu chladicí kapaliny, popř. doplňte. Zkontrolujte vedení od expanzní nádrže k přepadové nádrži: poškození, netěsnost a průchodnost. Zkontrolujte průchodnost odvětrávacího otvoru v zátku přepadové nádrže.		X	12-20-00 oddíl 9.5) 12-10-00 oddíl 3.1)	

Kontrolní body	Interval motohodiny		Kapitola odkaz	Podpis															
	je-li uvedeno	100 h																	
Zkontrolujte všechny olejové hadice: poškození, netěsnosti, ztvrdnutí teplem, perezita, upevnění na vývodech, bezpečné zajištění, vedení bez prudkých zlomů a zúžení.		X	12-20-00 oddíl 4)																
Zkontrolujte kompletní vedení paliva: poškození, netěsnosti, ztvrdnutí teplem, perezita, upevnění na vývodech, bezpečné zajištění, vedení bez prudkých zlomů a zúžení. U palivového potrubí z oceli (912 F, 912 S popř. u jiného typu montovaného na přání) zkontrolujte možné trhliny a nebo prodření.		X	12-20-00 oddíl 4)																
Zkontrolujte kabeláž a vývody kabelů: upevnění, poškození, opotřebení a prodření.		X	12-20-00 oddíl 13.1)																
2.) Magnetická zátka																			
Zkontrolujte magnetickou zátku.		X	12-20-00 oddíl 12)																
3.) Kontrola kompresních tlaků																			
Kompresní tlaky kontrolujte diferenční metodou . Kontrolní tlak _____hPa	každých 200 h		12-20-00 oddíl 5)																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Pokles tlaku (%)</th> </tr> <tr> <th>válec #</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Pokles tlaku (%)					válec #	1	2	3	4	Bar				
Pokles tlaku (%)																			
válec #	1	2	3	4															
Bar																			
4.) Kontrola zavěšení motoru																			
Vizuálně zkontrolujte zavěšení motoru a šroubových spojů: upevnění, poškození teplem, trhliny a deformace.		X	12-20-00 Abs. 3.1)																
5.) Kontrola systému sání																			
Vizuálně zkontrolujte zavěšení a šroubové spoje: upevnění, poškození teplem, trhliny a deformace.		X																	

Kontrolní body	Interval motohodiny		Kapitola odkaz	Podpis
	je-li uvedeno	100 h		
6.) Kontrola vnějších dílů motoru				
Zkontrolujte upevnění šroubů a matic vnějších komponentů motoru. Zkontrolujte zajištění drátem, v případě potřeby ho vyměňte.		X		
7.) Čištění motoru				
Čištění motoru		X	12-20-00 oddíl 1)	
8.) Kontrola vzduchových filtrů				
Zkontrolujte vzduchové filtry.		X	12-20-00 oddíl 2)	
9.) Kontrola karburátorů				
Zkontrolujte volnoběžné otáčky.		X	12-20-00 oddíl 10.3.1)	
Zkontrolujte odvzdušnění plovákové komory: jeho stav, bezpečné upevnění, průchodnost vedení bez skřípnutí a zúžení.	200 h			
Zkontrolujte pohyblivost ovládání karburátorů (plynové páky a ovládání sytičů). Ovládání musí umožňovat pohyb páky od dorazu k dorazu.		X	12-20-00 oddíl 10.6)	
Demontáž /montáž obou karburátorů a kontrola karburátorů.	každých 200 h		WHB II (Heavy) 73-00-00 oddíl 3)	
Kontrola synchronizace karburátorů. Mechanická nebo pneumatická synchronizace.		X	12-20-00 oddíl 10.1) 10.2),10.3)	
Zkontrolujte plovákové komory: znečištění, popř. korozi. Viz platné vydání SI-912-021 .	každých 200 h		12-20-00 oddíl 10.4)	
10.) Kontrola přírub karburátorů				
Zkontrolujte příruby karburátorů: abnormality, poškození, popř. praskliny, opotřebení a celkový stav. Sledujte změny způsobené teplotou. (¹ viz platné vydání SB-912-030 .	každých 200 h (¹)		WHB II (Heavy) 73-00-00 oddíl 3.4.3)	
11.) Koncovky na svíčky				
Zkontrolujte upevnění koncovek na svíčkách. Minimální stahovací síla je 30 N.	každých 200 h			

Kontrolní body	Interval motohodiny		Kapitola odkaz	Podpis
	je-li uvedeno	100 h		
12.) Zapalovací svíčky				
Vyšroubujte všechny zapalovací svíčky, zkontrolujte označení (tepelnou hodnotu), očistěte je. Zkontrolujte vzdálenost elektrod, popř. nastavte. V případě potřeby svíčky vyměňte.		X	12-20-00 oddíl 13.2)	
Výměna zapalovacích svíček.	každých 200 h	X ⁽¹⁾	12-20-00 oddíl 13.2)	
⁽¹⁾ při použití olovnatého paliva při více jak 30 % provozu.				
13.) Propláchnutí chladicího systému				
Vypláchněte chladicí systém.	výměna chladicí kapaliny		12-20-00 oddíl 9.3)	
14.) Kontrola reduktoru				
U reduktoru s prokluzovou spojkou zkontrolujte třecí moment v rozsahu mrtvého chodu. Třecí moment _____ Nm		X	12-20-00 oddíl 14.1)	
Reduktor s prokluzovou spojkou ⁽¹⁾ při použití olovnatého paliva při více jak 30 % provozu. Zkontrolujte prokluzovou spojku.	každých 600 h ⁽¹⁾		05-50-00 oddíl 2) SB-912-033	
Kontrola reduktoru s prokluzovou spojkou ⁽²⁾ platí pouze pro motory 912 S/ULS/ULSFR	každých 1000 h ⁽²⁾		12-20-00 oddíl 14.2)	
Kontrola reduktoru bez prokluzové spojky ⁽³⁾ platí pouze pro motory 912 UL/ULS/ULSFR	každých 600 h ⁽³⁾		12-20-00 oddíl 14.2)	
15.) Výměna oleje				
Vypusťte olej z olejové nádrže.	každých 50 h ⁽¹⁾	X	12-20-00 oddíl 11.2)	
Olejovou nádrž zkontrolujte a při znečištění ji vyčistěte. ⁽¹⁾ při použití olovnatého paliva při více jak 30 % provozu.	každých 200 h	X ⁽¹⁾	12-20-00 oddíl 11.5)	
Vyměňte olejový filtr.	každých 50 h ⁽¹⁾	X	12-20-00 oddíl 11.3)	
Starý olejový filtr rozřízněte a zkontrolujte vložku filtru. Nález: _____ _____	každých 50 h ⁽¹⁾	X	12-20-00 oddíl 11.4)	

Zpráva o přezkoušení SLZ



Jméno a adresa majitele:	Poznávací značka:	OK -
	Typ (název) SLZ:	
	Výr. číslo/rok výr.:	
	Nalétáno hodin:	

Druh a rozsah prohlídky, opravy nebo změny:

Zpráva nebo nález, závěr (vyhovuje – nevyhovuje):

Vyřízení:

Důležité údaje (v průběhu provozu vyplňovat jen v případě změny)

Prázdná hmotnost (plně vybavený letoun bez paliva):

kg

Maximální vzletová hmotnost: kg

Ověřená minimální rychlost: km/h

Tímto potvrzuji, že výše uvedené SLZ v rámci

- uvedení do provozu s TP „Z“ nebo „A“
- periodické prohlídky
- opravy
- provedení větší změny

bylo přezkoušeno dle příslušné technické předpis (UL-2, ZL-2, ...).

Místo provedení přezkoušení:

Termín dalšího přezkoušení:

Jméno inspektora technika:

Datum:

Podpis:

Razítko: