

Možnosti zvýšení spolehlivosti hasicího systému vrtulníku Mi-171š

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce:

Prof. Ing. Jan Mareček DrSc., dr. h. c.

Vypracoval:

Bc. Ondřej Konůpka

Brno 2017

Na této stránce bude vložen originální formulář Zadání diplomové práce. Vystavený, podepsaný a orazítkovaný formulář Vám připraví vedoucí diplomové práce před jejím svázáním.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Možnosti zvýšení spolehlivosti hasicího systému vrtulníku Mi-171š

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 21. 5. 2017

Podpis: _____

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu prof. Ing. Janu Marečkovi za velmi užitečnou metodickou pomoc, kterou mi poskytl při zpracování mé diplomové práce. Ing. Jakubu Jiránkovi za pomoc při provedení měření, za zajištění technických prostředků pro měření. Přítelkyni, rodině a známým za podporu ve studiu.

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o hasicím systému vrtulníku Mi-171š, jeho účelu, možnostech použití a náročnosti na údržbu. Snahou bylo najít slabé místo a navrhnout opatření s ohledem na finanční náročnost a možnost provedení tohoto opatření. To vše spojené s praxí, v návaznosti na uživatelskou jednoduchost a hlavně funkčnost systému s ohledem na legislativní rámec, který je nutné dodržet.

Klíčová slova

hasicí systém, hasicí láhev, pyropatrona, opotřebení, koroze

Abstract

This diploma thesis deals with the fire extinguishing system of helicopter Mi-171S, its purpose, use and maintenance requirements. The aim was to find a weak spot and propose measures with regard to costs and the possibility to implement this measure. All this combined with the practice, in response to user friendliness and the functionality of the system with regard to the legislative framework that must be respected.

Keywords

extinguishing system, fire bottle, pyro, wear, corrosion

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	10
2.1	Cíle teoretické části práce.....	10
2.2	Cíle praktické části práce.....	10
3	MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ	11
3.1	Materiál a metodika zpracování teoretické části.....	11
3.2	Materiál a metodika zpracování praktické části.....	11
4	SOUČASNÝ STAV A POROVNÁNÍ	13
4.1	Plamen	13
4.2	Oheň.....	14
4.3	Požár.....	15
4.3.1	Fáze požáru	15
4.3.2	Třídy požáru.....	16
4.4	Hasicí přístroje.....	17
4.5	Stabilní hasicí zařízení	18
4.5.1	Plynová zařízení	19
4.5.2	Prášková hasicí zařízení	24
4.5.3	Aerosolová zařízení.....	26
4.5.4	Inertizační zařízení ke snížení obsahu kyslíku.....	27
4.6	Hasicí systém vrtulníku Mi-8.....	29
4.7	Hasicí systém vrtulníku Mi-17 a Mi-171š.....	31
4.8	Hasicí systém vrtulníku Mi-24V.....	34
4.9	Hasicí systém vrtulníku Bell 412.....	35
4.10	Hasicí systém vrtulníku Bell 427	36
4.11	Hasicí systém vrtulníku Bell 429.....	37
4.12	Spolehlivost a hasicí systém vrtulníku Mi-171š	39
5	PRAKTICKÁ ČÁST A VÝSLEDKY PRÁCE	41

5.1	Kontrola funkčnosti a spolehlivosti hasicího systému vrtulníku Mi-171š.....	41
5.1.1	Koroze.....	45
5.2	Hasicí láhev a pyrohlavice	46
5.3	Návrh řešení.....	55
5.4	Náklady na použití navrhnutého řešení.....	56
6	DISKUZE	58
7	ZÁVĚR	60
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61

Seznam obrázků

Obrázek 1 Trojúhelník hoření, Zdroj: vlastní, 2017.....	14
Obrázek 2 Blokové schéma samohasicího zařízení, Zdroj: vlastní, 2017	20
Obrázek 3 Hasicí systém vrtulníku Mi-8, Zdroj: technická dokumentace	30
Obrázek 4 Hasicí systém vrtulníku Bell 429, Zdroj: technická dokumentace	39
Obrázek 5 Hasicí láhev na vrtulník Mi-171š, Zroj: technická dokumentace	47
Obrázek 6 Pyrotechnický ventil hasicí láhve, Zdroj: technická dokumentace	48
Obrázek 7 Pyrohlavice, Zdroj: technická dokumentace.....	49
Obrázek 8 Umístění hasicích lahví na vrtulníku Mi-171š, Zdroj: vlastní, 2017	50
Obrázek 9 Detail pyrotechnického ventilu a pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017	51
Obrázek 10 Převlečné matice a pouzdra zasažené korozí, Zdroj: vlastní, 2017.....	52
Obrázek 11 Detail převlečných matic zasažených korozí, Zdroj: vlastní, 2017.....	53
Obrázek 12 Pyropatrony PP-3 po demontáži z pyrohlavic zasažené korozí, Zdroj: vlastní, 2017.....	53
Obrázek 13 Pyrotechnický ventil po demontáži poškozené pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017	54
Obrázek 14 Teplota na pyrohlavici po přistání vrtulníku, Zdroj: vlastní, 2017	54
Obrázek 15 Rozměry převlečné matice pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017	57
Obrázek 16 Rozměry pouzdra pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017	57
Obrázek 17 Rozměry jedné z navrhovaných podložek, Zdroj: vlastní, 2017.....	57

1 ÚVOD

Hasicí systém, jak již vyplývá z názvu, slouží k hašení požáru. V tomto případě je to požár vzniklý na vrtulníku, obdobný systém je však instalovaný i na různých typech letadel. Požár vrtulníků nebo letadel je dosti specifický, jelikož prostředí a místa vzniku požáru mohou být různá. Proto jsou na letadlech a vrtulnicích určena místa s největší pravděpodobností vzniku požáru, tyto jsou pak chráněna stabilním protipožárním systémem. Místo, kde ke vzniku dojde, nejsme až tak moc schopni ovlivnit, což vyplývá z podstaty samotného prostředku. K požáru může dojít při spouštění motorů na zemi, při pojíždění, při vzletu, při přistání nebo během letu samotného. Protipožární systém slouží jako bezpečnostní prvek, kdyby k požáru došlo z nějaké nečekané události nebo vlivem nějaké technické závady, která nebyla odhalena při provádění předepsaných prací, které jsou určeny výrobcem ke kontrole a stavu jednotlivých částí vrtulníku. Systém bývá navrhnut, aby v první chvíli reagoval automaticky, tedy pokusil se požár uhasit. Následně může pilot zopakovat hašení místa s hlášeným výskytem požáru s manuálním spuštěním hasicího systému.

2 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zabývat se stabilním požárním systémem vrtulníku ruské výroby Mi-171š. Dále se pokusit o jeho srovnání s hasicím systémem vrtulníku jiného typu nebo jiného výrobce a zjistit rozdíly v konstrukci. Na vrtulníku Mi-171š se pokusit vyhodnotit jeho spolehlivost a najít problémové místo, zjistit příčinu, navrhnout opatření a následně se pokusit vyčíslit náklady na provedení této změny.

2.1 Cíle teoretické části práce

V teoretické části práce bylo snahou zabývat se plamenem, jeho druhy, které mohou indikovat druh spalování. Dále pak vznikem ohně a podmínkou potřebnou pro jeho udržení, aby nedošlo k jeho samovolnému uhašení. Nastínit rozdíl mezi ohněm a požárem, rozřídění požáru do tříd podle spalované látky.

Rozdělit hasicí přístroje dle použitelnosti k uhašení jednotlivých druhů požárů. Závěrem bylo snahou se zabývat stabilními hasicími systémy dle hasicí látky a jejich konstrukčním řešením. Na základě tohoto rozdělení bylo pokračováno praktickou částí, kde se autor zabýval hasicím systémem vrtulníku.

2.2 Cíle praktické části práce

Praktická část byla zaměřena na hasicí systém vrtulníku, jeho části, ovládání, rozmístění jednotlivých prvků a činnost při vzniku požáru. Bylo provedeno porovnání s hasicím systémem jiných typů vrtulníků.

Na vrtulníku bylo provedeno posouzení spolehlivosti, autor se pokusil zjistit místa s výskytem závad a pokusil se navrhnout řešení na odstranění problému. Při návrhu řešení se pokusil vyčíslit náklady potřebné na provedení navržených úprav.

Závěrem bylo provedeno shrnutí pro praxi a snížení nákladů na údržbu.

3 MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ

V této kapitole byly formulovány materiály a metodika ke zpracování teoretické a praktické části diplomové práce.

3.1 Materiál a metodika zpracování teoretické části

Metodikou bylo zvoleno vypracování rešeršní studie. Materiálem pro zpracování teoretické části byly knižní publikace o požární ochraně, zákon o požární ochraně č. 133/1985 Sb. v aktuálním znění a související vyhlášky a nařízení, internetové odkazy týkající se dané tematiky a prezentace ke školení požární bezpečnosti.

3.2 Materiál a metodika zpracování praktické části

Pro zpracování praktické části byla především využita dokumentace požárního systému uvedená výrobcem daného vrtulníku. Pro měření byla využita termokamera zapůjčená od kolegy na univerzitě obrany. Dále data o průběhu počasí na letišti byla získaná z meteorologických deníků meteorologické služby na letišti Sedlec-Vícenice u Náměště nad Oslavou. Pro názornost byly použity hodnoty v zimním (prosinec–únor) a letním období (červenec–září). Hodnoty teploty (°C) a relativní vlhkosti (%) uvedené v tabulce byly použity průměrné měsíční hodnoty, minimální a maximální hodnoty v měsíci za sledované období. Tyto hodnoty byly vypočítány a měřeny meteorologickou službou, která je získala z denních měření prováděných každou hodinu. Z tohoto důvodu je i relativní vlhkost uvedena v desetinném čísle. Pro identifikaci místa, kde dochází nejčastěji k výskytu problému, využil autor poznatků získaných při studiu. Metodou bylo zvoleno prosté pozorování, které bylo provedeno během roků práce a provádění předepsaných prací na ruském vrtulníku Mi-171š, kde při montáži a demontáži pyropatron měl autor možnost pozorovat míru a množství pyrohlavic zasažených korozi.

Měření teplot v prostoru pyrohlavic bylo provedeno termokamerou Optris PI infrared thermometers. Teplotní rozsahy kamery jsou -20 °C až 100 °C, 0 °C až 250 °C

a 120 °C až 900 °C. Spektrální rozsah 7,5 až 13 μm. Přesnost je udávána ± 2 °C nebo ± 2 %. Doba zahřívání je udána na 10 minut [16].

Teploty byly měřeny po přistání vrtulníku, ochlazení motorů a zastavení rotoru vrtulníku. Po té bylo možné otevřít kryt reduktoru a snímat teplotu v daném prostoru na pyrohlavicích. Přesnější měření při uzavřeném krytu nebo za provozu (letu) nebylo možné provést vzhledem k bezpečnosti provozu. Při uzavřených krytech a činnosti motorů nebylo možné provést měření teploty v oblasti požárních lahví, protože oblast byla ovlivněna vytékajícími horkými plyny z motorů. Na snímku byla znázorněna oblast měření teploty bílým rámečkem, kde byla uvedena průměrná teplota měřená ve vyznačené oblasti rámečkem.

4 SOUČASNÝ STAV A POROVNÁNÍ

V současné době je plamen a účinků ohně využito v průmyslu pro zpracování materiálů, v gastronomii pro přípravu různých pokrmů a v domácnostech hlavně k vaření. Jeho použití je různorodé a žádoucí do té doby, kdy nám poskytuje užitek. Jeho negativem je požár, který už není kontrolovaný člověkem a je snaha ho dostat pod kontrolu. Dále budou uvedeny hasicí systémy vrtulníků a jejich rozdíly.

4.1 Plamen

Oblast hořících plynů nebo par, které jsou viditelné okem, se nazývá plamen. Podle barvy plamene a jeho svítivosti je možné usoudit, o jaký druh spalované látky se bude jednat a jak dokonalé je samotné spalování.

- **temně žlutý čadivý plamen** – z nedokonalého spalování organických látek s vysokým obsahem uhlíku, např. guma, rozlitá nafta
 - **žlutý svítivý plamen** – do hořících plynů se dostává větší množství kyslíku, částice uhlíku se tak rozžhaví do žluta a svítí, nedochází ke vzniku sazí, uhlík plně shoří v přebytku kyslíku
 - **bílý svítivý plamen** – ještě lepší přístup kyslíku pomocí technických opatření, zvýšená teplota, uhlík se rozžhaví do běla a svítí intenzivněji
 - **modrý nesvítivý plamen** – tento plamen dokonalého spalování má nejvyšší teplotu, vzniká u uhlíkatých organických látek, které se spalují v přebytku kyslíku nebo vzduchu např. plynový sporák, benzínová letlampa, uhlík je spálen uvnitř plamene bez vývinu svítivosti
 - **modrý plamen látek s nízkým obsahem uhlíku** – např. hořící etanol, vodík, síra
- Některé látky ovlivňují barvu plamene při jejich spalování, toho se využívá při analytických postupech spektroskopie, při výrobě ohňostrojů, raket a světlic.

4.2 Oheň

Vzniká při hoření. Při tomto hoření vzniká velké množství tepla, které je doprovázeno barvou plamene podle spalované látky. Teplo je vytvořeno plameny pohybujícími se nad palivem. Pro vznik ohně je třeba, aby byla hořlavá látka vystavena teplu nebo jinému zdroji energie. Následně se sám udrží díky teplu, co sám produkuje. Sám uhasne, pokud hořící palivo zcela vyhoří, nebo dojde k výraznému poklesu teploty paliva a poslední možností je, že oheň je bez přístupu kyslíku.

Oheň můžeme definovat jako lidmi řízené, plánované a kontrolované hoření v určitém čase a prostoru [14].



Obrázek 1 Trojúhelník hoření, Zdroj: vlastní, 2017

Z výše uvedeného trojúhelníku hoření je zřejmá podmínka pro vznik a udržení ohně v činnosti, všechny tyto podmínky - hořlavá látka, teplota a kyslík musí působit současně, jinak se oheň začne dusit, až zanikne. Tohoto se využívá při hašení požárů nebo menších ohňů.

Oheň má pro člověka velký význam, s jeho objevením se dostala člověku do rukou první obrovská síla, se kterou začal měnit tvář země.

Oheň poskytnul člověku:

- přípravu pokrmů – pečení, vaření
- ochranu před chladem – rozdělání ohně v přírodě, později kamna atd.

- využití ke svícení – hlavně v dřívější době
- ochrana proti šelmám v přírodě – využívá se dodnes
- ke kouřovým signálům – hlavně v dřívějších dobách
- ke zpracování materiálů a jejich další využití a přeměny – vosk, tuky, hlíny, kov

Oheň je opředen mnoha příběhy o tom, jak se k němu lidé dostali. Jestli to byl dar od bohů, nebo jej získali ze stromu, do kterého uhodil blesk a strom začal hořet atd. Každopádně jej využíváme hojně dodnes a snažíme se o jeho co nejefektivnější využití ve výrobě, v továrnách, doma na přípravu pokrmů, v umění nebo pro zábavu či jako součást vystoupení různých skupin žonglujících s ohněm[14].

4.3 Požár

Požár není lidmi řízen, plánován a kontrolován v určitém čase a prostoru. Jeho vznik byl z ohně, který se vymknul kontrole, u jeho špatného vypnutí (hořáky výrobní linky) případně dohašení otevřeného ohně. Při požáru dochází k jeho nekontrolovatelnému šíření do doby příjezdu požárních jednotek, které se snaží požár dostat pod kontrolu a uhasit jej. Jeho vznik je v důsledku technické závady, neopatrnosti při manipulaci s ohněm nebo způsoben úmyslným zapálením žhářem.

Při požárech dochází k:

- bezprostřednímu ohrožení osob, majetku, zvířat
- usmrcení, zranění osob nebo zvířat
- ke škodám na majetku, na životním prostředí

4.3.1 Fáze požáru

Průběh požáru je rozdělen do těchto fází a popisují vlastnosti požáru při jeho rozvoji v případě, že není hašen.

1. Fáze

Je to tzv. fáze rozhořívání, fáze je charakteristická nízkou teplotou a malou výměnou plynů. Fáze se určuje časem od vzniku požáru po rozhoření prvních hořlavých předmětů, uvažován je čas cca prvních 10 minut.

2. Fáze

Dochází k prudkému nárůstu teploty a rozšíření plochy požáru a celkovému vzplanutí.

3. Fáze

Požár zachvátil všechny hořlavé předměty v zasažené oblasti požárem, požár je stabilní a dochází k intenzivnímu hoření.

4. Fáze

Dochází ke snižování intenzity hoření vlivem nedostatku hořlavého materiálu.

Z těchto uvedených fází požáru vyplývá, že optimální fáze pro hašení požáru je fáze první, případně začátek fáze druhé, kdy nedošlo k plnému rozšíření a rozhoření požáru [17].

4.3.2 Třídy požáru

Pro lehčí orientaci a přehled jsou požáry rozděleny do tříd podle látky zasažené požárem, taktéž byly, hasicí přístroje rozděleny podle těchto příslušných tříd, aby na hašení požáru bylo použito co možná nejúčinnější hasicí látky a požár mohl být účinně uhašen.

- A. požáry pevných organických látek doprovázené žhnutím např. dřevo, sláma, papír, textil, guma
- B. požáry kapalin a látek přecházejících do kapalného stavu např. oleje, benzin, vosk, dehet, alkohol
- C. požáry plynů např. acetylén, metan, vodík
- D. požáry lehkých a alkalických kovů např. hořčík, draslík, hliník
- E. požáry jedlých olejů a tuků např. oleje a živočišné tuky v kuchyňských spotřebičích a fritézách

4.4 Hasicí přístroje

Ke zvládnutí požáru nám slouží hasicí přístroje, které jsou vyrobené v různých velikostech a provedeních, s různou náplní, podle toho k jakému typu ohně byly navrženy, aby zvládly uhasit. Rozděleny jsou přesně podle výše uvedených tříd požárů, aby bylo jednoduché jejich rozpoznání.

Podle provedení je lze rozdělit:

- přenosné hasicí přístroje
- pojízdné hasicí přístroje
- zabudované hasicí přístroje – tzv. STABILNÍ

Tabulka 1 Třídy hasicích přístrojů, Zdroj: vlastní, 2017

Hasicí přístroj podle třídy	Účel hašení	Vhodný typ hasicího přístroje
A	Pevné látky	vodní, pěnové, práškové
B	Hořlavé kapaliny	pěnové, práškové, sněhové
C	Plyny	práškové, sněhové
D	Hořlavé kovy (lehké a alkalické kovy)	používají se speciální prášky
E	Elektrické zařízení pod proudem (do 1000V) nad 1000V použití speciálních přístrojů	do 1000V práškové nebo sněhové
F	Rostlinné a živočišné oleje a tuky v kuchyňských zařízeních	použití speciálního hasiva

Z výše uvedené tabulky je vidět, jak jsou hasicí přístroje rozděleny a na jaký typ látky je vhodné je použít. Například na třídu A, kde jsou zařazeny pevné látky, je vhodné použít vodní, pěnový nebo práškový hasicí přístroj [8], [17].

Přenosné hasicí přístroje, aby byla s nimi jednoduchá manipulace a mohla ji tak bez větších problémů obsloužit většina populace, jsou vyráběny v rozmezí 2 kg až 9 kg. To však limituje velikost požáru, kterou jsou tyto přístroje schopny uhasit. Oproti tomu pojízdné hasicí přístroje jsou pro jejich velikost umístěny na podvozku, ať jako jednotlivá lahev nebo skupina spojená do jednoho vývodu. Jejich hmotnost se nejčastěji pohybuje v rozmezí 30 kg – 50 kg hasiva dle druhu hasicího média. Jsou tedy schopny uhasit požár většího rozsahu nebo pomocí speciálního hasiva zvládnout požár v krátkém čase, kde je to třeba.

4.5 Stabilní hasicí zařízení

Důvodem instalace a rozvoje stabilních hasicích zařízení je minimalizace škod vzniklých požárem, jeho likvidace již při vzniku a jeho rozvoji. Nezáleží, jestli požár vznikl z technické závady, nedbalosti nebo byl úmyslný a způsobený žhářem. Někdy tyto úmyslné požáry jsou spojené s trestnou činností a to s pojišťovacím podvodem. Stabilní hasicí zařízení je navrženo tak, aby hasilo požár za optimálních podmínek, a to krátce po jeho vzniku, kdy je šance jeho zvládnutí největší a tudíž je možnost zabránit rozsáhlým škodám s přímým dopadem na minimalizaci škod hlavně ekologických.

Taktéž tyto systémy lze rozdělit do několika skupin podle použití hasicí látky a to především:

- plynová zařízení
- prášková zařízení
- aerosolová zařízení
- inertizační zařízení a zařízení pro trvalé snížení obsahu kyslíku
- hybridní zařízení

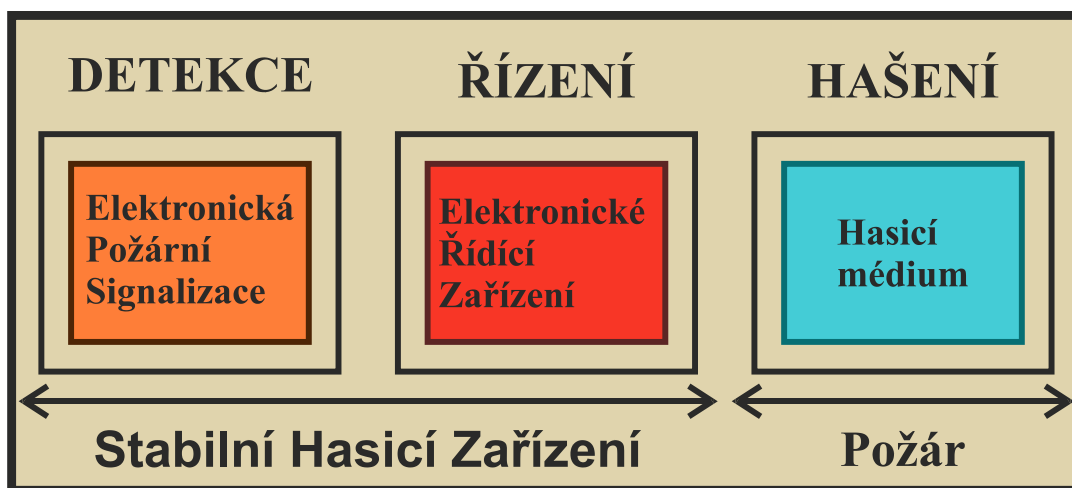
4.5.1 Plynová zařízení

Tyto hasicí zařízení při své činnosti zamezují přístupu kyslíku k požáru. Požár se nemůže rozvíjet a sám se uduší, není splněna podmínka trojúhelníku hoření. Jako první byl použit oxid uhličitý (CO_2). Zařízení bylo představeno na výstavě v Londýně a to v roce 1843. První samočinné zařízení bylo navrženo v roce 1883. Další vývoj nastal v roce 1910, kdy bylo zařízení složeno z detekční, řídicí a hasicí části. Takto používané hasicí zařízení mělo vyvíječ, který chemickou reakcí začal tvořit oxid uhličitý. Následný vývoj pokračoval v odstranění vyvíječe CO_2 a nahrazením tlakových lahví s kapalným CO_2 . Dále došlo k výměně oxidu uhličitého za jiná chemická hasiva, například tetrachlormetan, methylbromid, bromchlormetan. Ta byla více využívána v přenosných hasicích přístrojích, ale byla užita především pro ochranu vojenských letadel a lodí, jejich nevýhodou je toxicita. Proto následoval vývoj nových druhů hasiv, byl vyvinut halon, ten byl využit jak pro objemové, tak i lokální hašení. Byly využity také směsi těchto plynů, které svou účinností převyšovaly účinnosti CO_2 . Po té co bylo zjištěno, že halony poškozují ozonovou vrstvu, byla jejich výroba zakázána. Trh se začal orientovat na výrobu inertních plynů, například inergen, dále našel využití argon (Ar), dusík (N_2) a následovaly fluorované ketony, které neporušují ozonovou vrstvu.

Velkých změn tak tento systém zaznamenal v oblasti vývoje hasicích směsí v souvislosti s použitím ekologicky nezávadných hasiv. Tento systém našel velké využití při rozvoji elektronických systémů a technologií, kde při hašení nevznikají následná poškození hasivem a hasicí plyn je také elektricky nevodivý. V ČR je nabídka druhů plynů použitých k hašení stejná jako v jiných zemích EU a od použití CO_2 se postupně ustupuje.

Složení plynového samohasicího zařízení je z detekční, řídicí a hasicí části, které jsou spojené v integrální celek. Možnosti spuštění jsou buď automaticky dle indikace a nastavení systému nebo ručně. Detekční část vyhodnotí vznik požáru, předá jej do řídicí části, která spustí hasicí proces. Hasicí proces obsahuje aktivaci poplachového zařízení, odstavení vzduchotechniky, uzavření požárních klapek a uzávěr. Dále dle potřeby může být aktivováno zpoždovací zařízení pro zaplavení prostoru hasivem z důvodu bezpečného opuštění. Hasicí část je složena ze zásobníku naplněného daným typem hasiva, rozvodného potrubí, hubic a armatur.

Blokové schéma samohasicího zařízení je na následujícím obrázku, kde SHZ obsahuje blok detekce, kde jsou hlásiče požáru. Vznikne tak elektronická požární signalizace, ta je předána do bloku řízení a elektronické řídicí zařízení vyhodnocuje a rozhoduje o postupu hašení požáru hasicím médiem [17], [8].



Obrázek 2 Blokové schéma samohasicího zařízení, Zdroj: vlastní, 2017

A) Dělení plynových SHZ:

Podle druhu hasiva – CO₂, přírodní plyny argon, dusík, dále chemické plyny to jsou halogenové uhlovodíky, hasivo na bázi fluorovaných ketonů

Podle tlaku – nízkotlaká a vysokotlaká, rozdíl je v teplotě skladování, podle toho je tlak v zásobníku

Podle počtu chráněných prostorů – jednozónová a vícezónová

Podle aplikace hasiva do prostoru ohrožení – objektové hašení tj. lokální nebo objemové tj. zaplavovací

Zaplavovací plynová SHZ jsou dále rozdělena na bariérová, modulová a centrální. Pro bariérové provedení je charakteristické, že lahve jsou v řadách, připojené na sběrné po-

trubí a jejich umístění je mimo chráněný prostor, je zřízena strojovna. Využívá se toto uspořádání pro velké prostory a nezáleží na druhu použitého hasicího plynu. Modulové provedení oproti bariérovému má láhve umístěné přímo v chráněném prostoru, potrubí je krátké a opatřené jednou nebo dvěma hubicemi. Jako hasicí médium se využívá halonů a používají se pro objemovou ochranu menších prostorů, například velínů, strojoven, ohlašovny požáru atd. Výhodou modulového provedení je krátké potrubí, což nám zjednoduší hydraulické výpočty při návrhu SHZ. Dále není potřeba dalších prostor, jako u bariérového řešení, k umístění tlakových lahví. Centrální provedení je výhodné tam, kde je velkoobjemový zásobník plynu, nejčastěji dusík nebo argon a současně je využíván jako součást výrobního procesu.

Ovládání lahví bylo mechanické, ruční nebo samočinné přes tavné pojistky a lan-
ková táhla, láhve byly umístěny na společné váze, aby byla zajištěna informace o úbytku hasiva. Nyní je využíván pneumatický systém, který nahradil táhla. Díky tomu bylo možné zvětšit počet lahví v baterii. K ovládání se využívá tlaku CO_2 z řídicí láhve tzv. pilotní, tento plyn ovládá pneumatické spouštěče na tlakových lahvích a sekční ventily.

K zabezpečení ochrany osob jsou v systému zařazeny zařízení ke zpoždění výstřiku hasiva, v provedení pneumatickém nebo elektrickém. Signalizace je zabezpečena jak opticky, tak zvukově. Systém je spuštěn ve fázi předpoplachu, tedy při aktivaci prvního hlásiče. V době, kdy je chráněný prostor zaplavován, je zakázán vstup do tohoto prostoru. Daný prostor také musí být vybaven zařízením k vyrovnání přetlaku v prostoru, aby nedošlo k poškození vlivem výstřiku hasicího plynu.

Zásobníky na chemická hasiva se neumísťují na váhy, ale jsou opatřeny tlakoměry umístěnými na ventilu lahve, lze použít i elektronických zařízení k monitorování tlaku, ty se převážně využívají pro přírodní plyny a CO_2 .

B) Komponenty plynového SHZ

Hubice jsou vyrobené z korozi-vzdorného materiálu, daný materiál musí odolávat prudkému ochlazení a zahřátí, také musí být odolný na tlak. Tyto požadavky jsou požadovány na hubice pro CO_2 i ostatní hasicí plyny. U nízkotlakého systému je tlak 10-18 bar a vysokotlakého 14-50 bar. V závislosti na množství, které je schopné protéci hubicí, lze dosáhnout vystřikování ve formě plynu nebo pevného skupenství, tj. sněhu. To bylo

využito pro hašení kalicích lázní. Hlavní požadavek na hubici je vytvořit co nejvíce homogenní proud vystřikovaného hasiva. To se dosahuje přímo v hubici, s vyšším tlakem dochází ke zmenšení kapek a jejich snadnějšímu odpaření a přeměnění z kapalné fáze na plynnou.

Zásobníky hasiva jsou obvykle vyráběné jako tlakové láhve, které slouží ke skladování hasicího média. Tyto láhve jsou vyráběné ze zušlechtěné oceli, například z chrom-molibdenové oceli nebo čtverečkových sochorů. Tyto láhve na CO₂ jsou o objemu 40 litrů a 67 litrů. U malých SHZ pro lokální hašení jsou běžně láhve o objemu od 2 litrů do 26 litrů. U nízkotlakého SHZ na CO₂ má zásobník objem 5 tun až 50 tun. Dusík se dodává v lahvích v rozmezí 80-140 litrů při tlaku 200 bar nebo 300 bar. Dále ve formě kryogenních nádob 120-1000 litrů nebo stacionárních zásobníků o objemu 1000-70000 litrů. Pro využití v leteckém průmyslu se využívají nádoby z kompozitních materiálů, které mají nižší hmotnost, ale za to jsou cenově podstatně dražší. Tyto láhve jsou opatřené stoupací trubkou, aby bylo zajištěno odebírání kapalné formy hasicí látky při jakékoliv poloze nádoby. Z výše uvedeného je vidět, že tlakové láhve jsou různého provedení a objemu, kdy vhodnost a efektivnost použití je závislá na hasicí látce a objemu láhve, ve kterém je vyráběna daným výrobcem. Projektant musí navrhnout vhodnost použití daného zásobníku pro daný objekt či zařízení.

Ventily spolu s ovládacím zařízením slouží k ovládnutí otevření lahví a zajištění průtoku hasicí látky do okruhu hašení. Ventily jsou opatřovány průtržnou pojistkou proti přetlaku ve formě membrány. Zároveň jsou osazeny zpětnými ventily, aby nedošlo k úplnému vyprázdnění láhve, a tak jejímu poškození vnitřních ploch korozí po vniknutí vlhkosti do láhve. Zpětný ventil zajišťuje zbytkový přetlak v láhvi. Ventily se používají diferenciálně s pneumatickým, elektrickým a ručním ovládnutím ovládané tlakem plynu z pilotní láhve.

Sekční ventily slouží k dopravě hasicí látky do zóny požáru, využívají se hlavně u vícezónových SHZ. Požadavkem na tyto ventily je jejich rychlé otevření do požadované zóny se zajištěním plného průtoku. Proto se využívají kulové kohouty, dříve ovládané tíhou závaží, v současnosti se využívá otevírání pomocí pneumatických spouštěčů, tlakem z pilotní láhve. Pro nouzové otevření jsou stále opatřeny ručním ovládnutím.

Tlakové vyrovnávací klapky mají zajistit vyrovnání tlaku při zaplavování prostoru hasicí látkou, který byl zasažen požárem. Současně udržet v zasaženém prostoru koncentraci hasiva po stanovenou dobu po dosažení hasicí koncentrace. Ovládání klapky je gravitační, s nuceným ovládním ovládané elektrickým signálem od EPS. Mohou být doplněné o prvky proti mechanickému poškození, síť proti hmyzu, dešťový kryt, deko- rační kryt.

Řídící zařízení je takové, které je schopno přijímat signál z EPS, hlásičů požáru, ručního aktivačního zařízení, zpracuje tyto signály a vyšle signál k aktivaci zahájení hašení hasicí částí systému, případně aktivuje pomocné funkce. Za součást řídicího zaří- zení se považují kladky, lanka, pilotní láhve, závaží, potrubí pneumatického spuštění, sekční ventily a další části umístěné mezi detekční částí, ručním spuštěním a ovládním sekčních ventilů a požárních lahví. Řídící zařízení zpracovává, indikuje a přijímá signál samostatně z každé zaplavované části. Spolu se zpoždovacím zařízením, je buď jako samostatné, nebo je součástí ústředny EPS. Je schopné hlásit tyto stavy: aktivace, před- běžná aktivace, porucha, vypnuta, vypouštění hasiva, klid, blokováno.

Poplachová a indikační zařízení slouží k varování osob před možným ohrožením, jsou konstruována jako zvuková, tj. sirény a vizuální v podobě výstražných světel, cedu- lí a majáků. Umístění je uvnitř i vně chráněných prostor. Sirény vydávají pulzující, ne- přerušovaný nebo proměnný tón nebo jsou programovatelné a mohou dávat informace k bezpečné evakuaci osob z ohroženého prostoru a zákaz vstupu do téhož prostoru.

Hasicí plyny se používají přírodní nebo chemické. Vlastnosti každého z nich ovliv- ňují návrh SHZ. Obecně jsou považovány za hasiva „čistá“, protože nezanechají po ha- šení rezidua a další vlastností je jejich dlouhá skladovací schopnost, elektrická nevodi- vost, nízká toxicita, minimální korosivnost, má odpovídající hasicí schopnost a jejich výrobní cena je přijatelná.

C) Návrh plynového SHZ

Navrhnout plynové SHZ patří k těm nejkomplicovanějším. Je potřeba zpracovat hyd- raulický výpočet a musí být zpracován relevantní návrhový dokument a manuál. Z toho se předpokládá vysoká odborná úroveň projektanta a know how dodavatele je také ne- zanedbatelnou částí. Projektant při návrhu řeší požární bezpečnost, mechanickou odol-

nost a stabilitu, hygienu a ochranu zdraví, ochranu životního prostředí a užití druhu hasiva, bezpečnost při používání, ochranu proti hluku, úsporu energie a ochranu tepla, využití přírodních zdrojů.

D) Použití plynového SHZ

Z uvedeného je vidět požadavek na zastavěný prostor, řešení uložení zásobníků hasiva a hmotnost celého zařízení. Proto se ve vojenství a speciálních případech s výhodou často využívá chemických hasiv, kdy zařízení je přímo umístěné v motorovém prostoru nebo pokud možno co nejbližší. V letectví nebo u závodních vozů je požadavek na funkci v jakékoli poloze zásobníku, proto je opatřen stoupací trubicí vhodné konstrukce. Za hasicí látku je využíváno FM 200, halon 1301 nebo dusík v plastové trubičce, která se roztaví teplem a uvolní hasicí látku. Systémy jsou použity v letadlech, například Airbus A 300 je použit halon 1301, letadlové lodě a bojová vozidla U.S. armády používají hasivo FM 200, lokomotiva značky Škoda využila hasivo FM 200 nebo NOVEC 1230. Na námořních lodích k ochraně strojoven se dříve používal CO_2 , nyní více Inergen, protože představuje menší míru ohrožení pro osoby.

4.5.2 Prášková hasicí zařízení

Při hašení práškem dochází k vrhání práškového hasiva práškovými hubicemi, lafetovanými proudnicemi do ohně. Prášek je antikatalický, to znamená, že dochází k přerušení chemické reakce v zóně plamenného hoření. Nevýhodou je, že prášek nemá chladicí účinek, proto tento hasicí systém je někdy doplněn o sněhový SHZ, aby nedošlo k zapálení požáru od rozžhavené plochy. Výhodou prášku je, že snižuje šíření tepla sáláním, tvoří tzv. stěnový efekt. Nejdůležitější u prášků je vyřešení jejich hydrofobizace, aby nedošlo k jejich slepení, to bylo vyřešeno díky stearátu hořečnatému. Požadavkem na prášek je co nejmenší krystalky prášku, aby bylo docíleno větší hasicí schopnosti prášku. Prášková hasicí zařízení se využívají v poměrně menší míře, protože po jejich použití je náročná sanace místa, kde byla použita. Jejich hasicí účinnost je vysoká.

Provedení je obdobné jako malé práškové hasicí zařízení, ale s tím rozdílem, že SHZ je doplněné o detekční a řídicí zařízení a v uzavřených prostorách je zpoždovací zařízení k zabezpečení bezpečného opuštění prostoru osobami, které je obdobné jako

u plynových SHZ. Uložení prášku je v zásobníku na hasicí prášek a na tento zásobník jsou připojené tlakové láhve s plynem jako nosné médium prášku. Existuje i řešení, kdy je prášek pod stálým tlakem v zásobníku, k aktivaci se používá pyrotechnická patrona. Pistolová prášková proudnice bývá konstruována na průtok $2-5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a lafetovaná na průtok $20-40 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Spouštění je samočinné elektrické od EPS, vždy ale s možností ručního spuštění. Výhodou je rozsah provozních teplot - $60 \text{ }^\circ\text{C}$ až $90 \text{ }^\circ\text{C}$, možnosti montáže do výšky 16 m a dostřik do 14 m. Životnost je pak udávána 10 let [8], [17].

A) Komponenty práškového SHZ

Hlavními požadavky na hubici je odolnost na tlak, teplotu a korozi. Žádný otvor nesmí být menšího průměru než 7 mm. Pokud jsou opatřené kryty, jejich upevnění musí být takové, aby nedošlo ke zranění při aktivaci SHZ. Pro hubice k objemovému hašení musí být určena min. a max. výška jejich montáže.

Zásobníky bývají ocelové nádoby s obsahem náplně od 50 kg až do 4000 kg. Malé nádoby s obsahem od 3 kg do 30 kg. Nádoby jsou to tlakové v provedení válcovém, výjimečně kulovém. Velké zásobníky bývají opatřeny plnicím otvorem o minimálním průměru 100 mm.

Hasicí prášky se vyrábí organické nebo anorganické, jejich skupenství je tuhé. Jejich hasicí schopnost stoupá s jejich jemností. Jako optimální se uvádí velikost zrna 0,1 mm, menší velikost než je uvedená má negativní vliv na dostřik prášku. Požadavkem na prášek je jeho odpudivost proti vodě a odolnost proti spékání.

B) Použití práškového SHZ

Běžné použití v rozmezí teplot $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ až $+50 \text{ }^\circ\text{C}$, při použití jako výtlačného plynu CO_2 je rozsah menší a tam, kde jsou speciální spouštěče, může rozsah dosáhnout $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ až $+90 \text{ }^\circ\text{C}$. Typické je jejich použití v petrochemickém a chemickém průmyslu, k ochraně čerpadel, kompresorů, zásobníků zemního plynu, přečerpávacích stanic. Nevýhodou je, že po skončení hašení nelze zbytek prášku znovu použít k naplnění z důvodu možného znečištění, kdy by později mohly vznikat hrudky, a mohlo by dojít k přerušení průtoku. Nedoporučuje se použití prášků na stroje s jemnou mechanikou a elektroniku z důvodu vzniku usazenin, ty mohou působit korozi a být těžko odstranitelné. Příkladem jsou plo-

voucí tankery, kde je skladiště vysoce hořlavého materiálu a nebezpečí požáru a exploze je potencionálně vysoké, se využívají prášková SHZ a to v dvojitém provedení.

4.5.3 Aerosolová zařízení

K hašení požáru dochází aerosolem, který je vyráběn v generátoru, který byl nejdříve konstruován jako horký, později také jako chladný. Hlavním účinkem aerosolu je chemická reakce, kdy aerosol zasahuje do řetězové reakce hoření a odstraňuje volné radikály. Sekundárním účinkem aerosolu je schopnost ochlazovací. Používá se pouze v uzavřených prostorech, je jednoduché konstrukce a cena je nízká, provedení montáže je snadné. Generátor aerosolu je konstruován na vysokou teplotu, aby odolal po dobu 10 minut teplotě 600 °C. Není konstruován z žádných pohyblivých částí a nejedná se o tlakovou nádobu. K zapálení hasicí směsi se používá iniciační zařízení, které může být provedeno buď zápalnou šňůrou, třecím zapalovačem nebo vlastním požárem. Dále je v generátoru chladič, slisovaná kompaktní hmota nebo tablety, to celé je umístěno v plechovém pouzdru.

A) Komponenty aerosolového SHZ

Hasivo jsou velmi malé částice, menší než 10 μm, rozptýlené ve sloučenině páry alkalicích kovů, které obsahují dusík, vodní páry a oxid uhličitý. Oproti tomu práškový hasicí přístroj má velikost zrn 25-150 μm a plynový hasí pouze plynem. Aerosol zanechává v místě požáru po uhašení menší množství reziduí oproti práškovým hasicím přístrojům. Jeho zaplavovací schopnost je podobná plynným hasicím přístrojům, díky menším částicím vykazují vyšší účinnost než prášková zařízení, oproti tomu mají kratší dostřik. Aerosolové hasivo je elektricky nevodivé, nemá vliv na ztenčování ozónové vrstvy, vykazuje malé korozivní účinky, na sliznici působí dráždivě, může obsahovat toxické částice. Po uhašení požáru je nutné zbytky aerosolu odstranit a prostor odvětrat.

Ostatní komponenty jsou obdobné jako u práškových a plynných SHZ, proto jim nadále nebudeme věnovat pozornost.

B) Použití aerosolového SHZ

Hašení aerosolem je určeno do prostorů, který je nepřístupný nebo neobývaný osobami. Používá se k hašení požárů třídy A, B, C. Rozsah teplot pro jeho použití je od - 20 °C až +50 °C. Používá se k hašení velkorypadel, rozvaděčů, kabelových kanálů, autobusů, těžebních strojů a motorů ve strojích. Nebezpečí spojená s použitím aerosolového hasicího systému jsou snížená viditelnost, potenciální toxicita, nebezpečí při překračování teploty, turbulence při vypouštění aerosolu, možné nadzvednutí lehčích předmětů, například dokumentů, svítilidel, stropního obložení a tak možné další rozšiřování požáru. V případě, že prostor je obývaný osobami, musí být provedeno jejich školení a poučení o postupu v případě požáru a to prokazatelně, systém musí být vybaven zpoždovacím zařízením zahájení hašení, stop tlačítkem, zvukovým a světelným signalizačním zařízením. Je doporučeno tento systém nepoužívat v prostorech, kde se vyskytují osoby se sníženou pohyblivostí. Tam, kde by aerosol mohl poškodit umělecká díla, cenné předměty nebo měl vliv na kulturní a historické památky. Dále k hašení látek, které obsahují vlastní množství kyslíku, oxidační látky, reaktivní kovy a látek, které nehoří plamenem.

4.5.4 Inertizační zařízení ke snížení obsahu kyslíku

Toto zařízení slouží ke snížení obsahu kyslíku a vytvoření tak inertní atmosféry, je využíváno při archivaci dokumentů. Dříve se využívalo k ochraně vysoce hořlavých filmů, své využití má hlavně jako protiexplozivní ochrana nádrží letadel, tankerů na přepravu ropy, k údržbě palivových nádrží. V letadlech jsou využívány jako malé generátory dusíku nebo byly použity jako tlakové láhve a plyn byl jednorázově vpuštěn do nádrží. Dnes je tento systém využíván především jako ochrana a vytvoření takového prostředí, kde je vznik požáru omezený. V prostorech jako datová centra, depozitáře, archivy je tak vytvářena atmosféra s obsahem kyslíku dle požadovaného stupně ochrany. Vlivem nízkého obsahu kyslíku k požáru, buď vůbec nedojde, nebo při jeho vzplanutí vlivem nízkého obsahu kyslíku dojde k jeho udušení a zamezení následnému šíření. Cenově výhodné je použití dusíku, výjimečně argon, ten je cenově nákladnější oproti dusíku.

Provedení zařízení se vyrábí ve dvou variantách, a to částečné snížení hladiny kyslíku nebo zařízení, kde dochází k dvoustupňovému snížení hladiny kyslíku. Při částečném snížení kyslíku se hladina udržuje na 17 % objemu, to se využívá v prostorech, kde

je potřebný častý přístup lidí nebo skladované látky jsou nižší hořlavosti. U dvoustupňového zařízení je hladina kyslíku udržována na 17 % objemu, při vzniku požáru nebo hoření dochází ke snížení obsahu na hodnotu, kdy dojde k jeho zastavení. Signalizace a funkci zajišťuje SHZ řízené od signálu EPS. Druhá varianta je, že se v prostoru udržuje hladina 17 % objemu kyslíku, po zbytek určeného času se udržuje pod hladinu 15 % objemu kyslíku. Výhodou je jednoduché nastavení doby, kdy jaké množství kyslíku bude v daném prostoru. Dusík může být do prostoru dodáván vlastním generátorem, z nádrží na kapalný dusík, zde musí být odpařovací zařízení, nebo z interního rozvodu dusíku. Podle počtu prostoru se dělí na jednozónová a vícezónová.

A) Komponenty inertizačního zařízení

Kompresor je z konstrukčního hlediska většinou využíván šroubový a využívá se k dopravě vzduchu do filtračního zařízení a do generátoru dusíku. Chlazení kompresoru je vzduchem, výjimečně je chlazení vodní. V kompresoru je přetlakový ventil a jeho životnost je počítána na 15 až 20 roků.

Filtrační zařízení slouží k vysušení a k odstranění nečistot z dodávaného vzduchu. Takto čistý vzduch je vháněn do generátoru dusíku. Životnost filtru je přibližně 3000 hodin a uhlíkový filtr pouze čistí.

Zařízení k výrobě dusíku zajišťuje dodávku dusíku ze zásobníků zkapalněného dusíku, z generátoru dusíku nebo je zajištěno z potrubního vedení uvnitř závodu. Z výše jmenovaných vyplívá různé technické řešení a množství dodávaného dusíku. Při použití generátorů dusíku v místě spotřeby, tyto generátory používají metody: membránovou, Pressure Swing Adsorption (PSA) nebo Vacuum Pressure Swing Adsorption (VPSA).

Senzory kyslíku měří v chráněném prostoru, v generátoru dusíku obsah kyslíku. Jsou připojeny k řídicímu zařízení, které vyhodnocuje aktuální množství kyslíku v měřeném prostoru a řídí dodávku dusíku do tohoto prostoru. Ta se během dne mění podle netěsnosti daného prostoru a počtu vstupů do chráněného prostoru. Životnost senzoru je uváděna na 5 let, jsou v provedení jako bodové nebo nasávací hlásiče. Výměny senzoru a jejich kontroly jsou stanoveny v návodu k obsluze.

B) Použití inertizačního zařízení

Je použitelné pro prostory o objemu až 1,5 mil. m³. Pracovní teplota je v chráněném prostoru uváděna -20 °C až +55 °C, pokud není výrobcem stanovena jinak. Nasávaný vzduch má být o teplotě 5 °C až 35 °C. Využívá se hlavně v místech, kde je obtížná instalace samohasicího zařízení, příkladem jsou automatizované sklady. Dále oblast archivů, kde navíc nízký obsah kyslíku má konzervační účinek, oblast datových center je také významnou oblastí. Pobyt v takto chráněné atmosféře je pro lidi omezen dle obsahu kyslíku. Musí se dodržovat technicko-organizační opatření osob. To znamená přípustná doba pobytu v chráněném prostoru, provádění pravidelných lékařských prohlídek a zdravotní omezení pro vstup do tohoto prostoru. Nevýhodou je, že toto zařízení není použitelné pro netěsné prostory a látky, které obsahují vlastní oksyličovadlo.

Protipožární vybavení vrtulníku je určeno ke zjištění, následné signalizaci a likvidaci požáru v ohroženém úseku nebo úsecích vrtulníku. Také může být uzpůsobeno k zabránění požáru nebo výbuchu palivových nádrží [17].

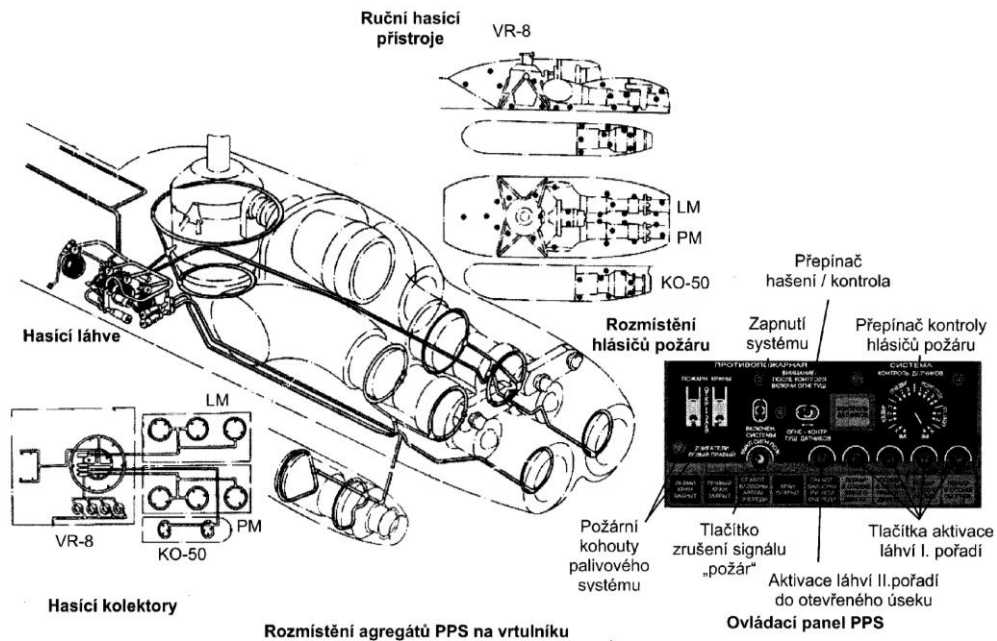
4.6 Hasicí systém vrtulníku Mi-8

Je určen k hašení požáru v zónách motorů, hlavního reduktoru, spotřební palivové nádrže a palivového ohříváče KO-50. Ve vrtulníku je zabudován centrální hasicí systém, do kterého patří čtyři dvoulitrové hasicí láhve s pyrotechnickými hlavicemi spolu se zpětnými ventily, bloku požárních ventilů, potrubí, rozprašovačů, armatury a signalizační soustavy SSP-FK. Pyrotechnické hlavice jsou opatřeny uzávěry, které se při aktivaci otevrou, otevře se v příslušném úseku požární ventil a hasicí láhve se vyprázdní do prostoru hašení. Na hlavici jsou instalovány zpětné ventily, aby se hasicí látka z druhého okruhu nedostala do lahví prvního okruhu.

Rozdělení hasicích úseků:

- Levý motor
- Pravý motor
- KO-50

- Hlavní reduktor a spotřební nádrže



Obrázek 3 Hasicí systém vrtulníku Mi-8, Zdroj: technická dokumentace

Každý úsek je vybaven skupinou snímačů signalizace požáru. Teplota, při níž je systém uváděn do činnosti, musí být minimálně 150 °C a teplota prostředí kolem snímače musí zároveň stoupat rychlostí 2 °C za sekundu. Hasicí láhve jsou rozděleny do dvou skupin podle pořadí, jak jsou uváděny do činnosti. Do skupiny v 1. pořadí patří dvě hasicí láhve umístěné jako první ve směru letu. Do skupiny v 2. pořadí pak patří zadní dvě láhve. První pořadí je do činnosti uváděno automaticky nebo ručně, druhé pořadí je uváděno do činnosti pouze ručně [18].

Všechny vypínače, přepínače a signální tabla jsou rozmístěny na štítku protipožárního systému (PPS) na středním horním panelu v pilotní kabině. Při vzniku požáru tak v kterémkoliv úseku, je po sepnutí snímače vyslán signál do výkonného bloku. Tento blok vyšle impuls k zapnutí hasicích lahví skupiny v prvním pořadí a zároveň i na signální žárovku centrální výzvy k pilotovi a žárovku příslušného úseku, kde požár vznikl. Nebyl-li požár uhašen pomocí lahví zařazených v prvním pořadí, pak pilot zapne hasicí láhve zařazené v druhém pořadí stisknutím tlačítka na štítku PPS.

Vznikne-li požár v úseku KO-50, automaticky dochází k uzavření daného požárního kohoutu, který je umístěn v palivovém dodávacím potrubí pro palivový ohříváč. Ve

všech úsecích hašení se nachází rozstřikovací kolektory (okruhy), kterými se rozvádí rozstřikovaná hasicí směs.

Dříve se na tomto typu vrtulníku používal jako hasicí směs freon, ale ten byl nahrazen Halonem 114V2. V případě požáru mimo úseky hašení, se v pilotní i nákladové kabině nachází ruční hasicí přístroje [22].

4.7 Hasicí systém vrtulníku Mi-17 a Mi-171š

Protipožární systém vrtulníku se skládá ze:

- Systému signalizace požáru
- Systému hašení požáru
- Systému zabránění výbuchu v palivových nádržích (neutrální plyn)

Zjištění požáru a informování osádky vrtulníku je provedeno pomocí elektrického systému signalizace požáru SSP-FK. Na vrtulníku jsou zabudovány tři komplety zařízení SSP-FK, které chrání všechny požárem ohrožené úseky vrtulníku:

- Úsek levého motoru TV3-117MT
- Úsek pravého motoru TV3-117MT
- Úsek hlavního reduktoru a spotřební nádrže
- Úsek spouštěcího motoru AI-9V
- Úsek petrolejového ohřívače KO-50

Systém signalizace požáru SSP-FK zajišťuje:

- Zjištění požáru v ohroženém úseku vrtulníku
- Informování osádky pomocí světelné signalizace
- Vysílání signálu do zařízení RI-65B a SARPP-12DM (záznamové zařízení zaznamenávajícího údaje o letu vrtulníku)

- Automatické odpálení pyropatrony v láhvi prvního pořadí a dopravení hasicí látky do místa požáru
- Informaci o činnosti hasicích prostředků
- Kontrolu správné činnosti systému

Ve třech kompletech zařízení SSP-FK je použito 14 skupin snímačů DPS, jsou rozdělené takto:

- Úsek levého a pravého motoru TV3-117MT – po 3 skupinách
- Úsek hlavního reduktoru a spotřební nádrže – 4 skupiny
- Úsek spouštěcího motoru AI-9V – 2 skupiny
- Úsek petrolejového ohříváče KO-50 – 2 skupiny

Celkem je tak na vrtulníku umístěno 42 snímačů DPS. Systém kontroly je proveden pomocí 6 kanálů prověrky správné činnosti čidel.

Pevně zabudovaný stacionární hasicí systém je složen z následujících částí:

- Dvě tlakové láhve typu UBŠ-4-4 s hasicí látkou freon 114V-2, uvolnění látky do prostoru požáru je ve dvou pořadích, obsah láhve je 4 litry
- Systém dopravy hasicí látky od lahví k rozprašovačům
- Rozprašovače hasicí látky
- Systém automatického a ručního ovládání hašení
- Systém indikace činnosti hasicích prostředků
- Prostředků kontroly provozuschopnosti systému hašení požáru
- Dva ruční hasicí prostředky UO-2 přenosně umístěné v nákladní kabině

Hasicí láhev UBŠ-4-4

Každá tato tlaková láhev má 4 hlavice pro odvod hasicí kapaliny do čtyř úseků, v každé hlavici jsou umístěny dvě pyropatrony PP-3. Láhev byla naplněna látkou freon o hmotnosti 5,64 kg a dusíkem 0,18 kg. Tlak v láhvi je 10,5 – 11,5 MPa při teplotě 15 – 20 °C. Láhve jsou umístěné vedle hlavního reduktoru zprava. Nyní je freon nahrazen směsí Halon.

Hašení požáru je provedeno rozprašením hasicí látky z lahví UBŠ – 4 – 4 do chráněného úseku vrtulníku, který byl zasažen požárem. Systém hašení požáru umožňuje aktivaci hasicích prostředků ve dvou pořadích. Láhev prvního pořadí (ta přední ve směru letu vrtulníku) lze aktivovat automaticky pomocí systému SSP-FK nebo ručně pomocí tlačítek na pultu ručního ovládání hasicích prostředků. Láhev druhého pořadí lze aktivovat pouze ručně.

Systém neutrálního plynu

Pro zabránění výbuchu a požáru v palivovém systému vrtulníku je umístěn centrální systém neutrálního plynu, jenž trvale zabezpečuje nevýbušné prostředí nad hladinou paliva ve všech palivových nádržích. Nevýbušné prostředí je tvořeno kysličníkem uhlíčitým, čímž je snížena koncentrace par paliva a množství vzdušného kyslíku a tím se zabrání možnosti výbuchu při průstřelu některé z nádrží. Není instalován na Mi-171š.

Systém je složen:

- Jedna láhev OSU-5 s hlavicí, umístěna na levých nákladových dveřích nebo na pravé straně po směru letu v přední ocasní části vrtulníku, obsah láhve je 8 litrů a tlak v láhvi je 17 MPa
- Reduktor s tryskou
- Jednosměrný ventil
- Vyhřívací obal láhve, reduktoru a trysky
- Signalizátor práce systému

System je uváděn do činnosti pyropatronou PP-3 v hlavici. Odpálení pyropatrony se provádí stlačením tlačítka na palivovém štítku. Konstrukce hlavice zabezpečuje, že při růstu tlaku nad 18 MPa odpustí tlak do atmosféry. Nejdříve se musí ohřát reduktor, tryska a láhev, to je provedeno z důvodu možnosti zamrznutí. Reduktor snižuje tlak na 0,3 MPa, tryska na 0,01 – 0,02 MPa.

Tímto je tedy v protipožárním systému umístěno 16 + 1 pyropatrona PP – 3 s životností stanovenou technickým předpisem pro pyroprostředky a munici [19], [20].

4.8 Hasicí systém vrtulníku Mi-24V

K hašení požáru v zónách pod kapotou je ve vrtulníku zabudován centrální hasicí systém, do kterého patří dva čtyřlitrové hasicí přístroje (láhve) s pyrotechnickými hlavice-mi. Pyrohlavice jsou opatřeny pojistnými membránami, které jsou při aktivaci protrhnuty pyropatronami a hasicí láhev se vyprázdní do prostoru hašení. Při samovolném protržení membrány je směs vyvedena trubkou na pravý bok vrtulníku.

Rozdělení úseků hašení je následující:

- Úsek levého motoru
- Úsek pravého motoru
- Hlavní reduktor a spotřební nádrže číslo 1 a 2
- Spouštěcí motor AI-9V a nádrž číslo 3

Každý úsek je vybaven skupinou snímačů signalizace požáru. Teplota, při níž je systém uváděn do činnosti, musí být minimálně 150 °C a teplota prostředí kolem snímače musí zároveň stoupat rychlostí 2 °C za sekundu. Hasicí láhve jsou rozděleny do dvou skupin podle pořadí, jak jsou uváděny do činnosti. V prvním pořadí je zařazena požární láhev umístěná první ve směru letu. Do činnosti je láhev uvedena buď automaticky, nebo ručně. V druhém pořadí je pak zařazen zadní hasicí přístroj, který je aktivován k činnosti pouze ručně pilotem.

Všechny vypínače, přepínače a signální tabla jsou rozmístěny na štítku protipožárního systému (PPS) na levém panelu v pilotní kabině. Při vzniku požáru v kterémkoliv úseku je po sepnutí snímače vyslán signál do výkonného bloku. Tento blok vyšle impuls k zapnutí hasicího přístroje v prvním pořadí, současně i na signální tablo pilota „FIRE“ a signální tablo příslušného úseku, kde vznikl požár, současně je uvedeno do činnosti zařízení mluvené informace. Není-li uhašen požár přístrojem v prvním pořadí, pak pilot aktivuje hasicí přístroj zařazený v druhém pořadí stisknutím příslušného tlačítka na štítku PPS. Při požáru spouštěcího motoru AI-9V dochází k automatickému uzavření elektromagnetického ventilu umístěného v palivovém dodávacím potrubí.

Dříve používaný freon je nahrazen hasicí směsí Halon. Pro hašení požáru mimo úseky hašení se nachází v pilotní kabině ruční hasicí přístroj [21].

4.9 Hasicí systém vrtulníku Bell 412

Protipožární ochrana vrtulníku zahrnuje prvky signalizace požáru motorů, hasicí přístroje, detektor kouře zavazadlového prostoru a dva přenosné hasicí přístroje umístěné v kabině.

Systém zjištění požáru motorů se skládá ze dvou teplo snímajících prvků, dvou pohyblivých kabelových svazků pro každou energetickou část motoru a samokontroly systému po zapnutí tlačítkem test. Když nastane požár nebo přehřátí, teplosnímající prvky propojí obvod signalizace požáru. Potažením rukojeti „FIRE 1“ nebo „FIRE 2“ dojde k zapnutí hlavního obvodu nebo záložního obvodu odpovídajícímu dané sekci. Přepnutím přepínače „FIRE EXT“ do hlavního „MAIN“ nebo záložního „RESERVE“ způsobí odpálení hlavní nebo záložní požární láhve do zvolené sekce. Horní snímací prvky požáru jsou umístěny na spodní straně horních krytů motoru.

Systém zjištění kouře v zavazadlovém prostoru je umístěn v přední části zavazadlového prostoru připevněný na stropě. Jeho součástí je světlocitlivý prvek, který snímá množství světla prostupujícího sklem. Tím je zároveň chráněn proti poškození od zavazadel. Kouř způsobí o 30 až 35 % nižší prostup světla než čistý vzduch, to způsobí signalizaci blikáním „BAGGAGE FIRE“ na pultu pilota.

Vrtulník je vybaven dvěma okruhy stacionárního hasicího systému, rozděleného do dvou motorových částí a dalším vybavením jsou dva přenosné přístroje umístěné v kabině. Obě tyto části jsou připojeny na dvě hasicí láhve, obě jsou vzájemně propojené. To umožňuje odpal lahví do stejné sekce, tedy do jednoho motoru dvakrát v případě, že požár nebyl uhašen nebo první láhev selhala. Rozděleny jsou na hlavní „MAIN“ a záložní „RESERVE“. Tlaková láhev je kovová, kulového tvaru, naplněná freonem a dusíkem na průměrný tlak 600 PSI. Po odpálení láhve není povinné žádné speciální čištění, protože je použito nekorozivní hasicí médium. Každá láhev má dva výstupy, z nichž každý je ovládán elektro-pyrotechnicky. Láhev je vybavena snímačem tlaku, signalizujícím vybití láhve a umožňující kontrolu během servisu. Signalizuje pokles tlaku v láhvi, v případě nadměrného tepla dojde k otevření bezpečnostního ventilu a úniku tlaku z láhve [2].

4.10 Hasicí systém vrtulníku Bell 427

Protipožární systém tohoto vrtulníku se skládá z ručního hasicího přístroje, z teplosnímajícího systému motorů, hasicího systému jednotlivých motorů a systému řízení zjištění přehřátí.

Ruční hasicí přístroj je umístěn v kabině na příhradce uprostřed. Má rychlopojistku odjištění a pojistku bezpečného uchopení.

Teplo snímající systém vrtulníku se skládá z dvou teplosnímajících prvků, jeden je umístěn na každém z motorů. Ten zjistí vysokou teplotu v prostoru jednoho nebo obou motorů. Když je teplota systémem zjištěna, dojde k signalizaci varovné kontrolky pilotovi pro příslušný motor nebo oba motory. Když dojde k selhání teplosnímajících prvků, je signál poslán do „Integrated Instrument Display Systém“ (IIDS). Teplosnímající prvek je pružná trubka naplněná plynem a zapečetěná, opatřená ochranným víčkem a konektorem pro elektrické připojení. Konektor má tlakové spínače identifikující požár, při zjištění nízkého tlaku v trubici sepne signalizaci vadného snímajícího prvku. Tyto teplosnímající trubice jsou zapečetěné a není povolené jejich opravování. Tlakový spínač signalizující požár je při normální činnosti rozpojen, při zvýšení teploty plošně nad 274 °C nebo nad teplotu 566 °C na délce měřící trubice 15 cm dojde k sepnutí a signali-

zaci varovného signálu požár „ENG 1 FIRE“, „ENG 2 FIRE“ nebo obou současně. Tlakový spínač signalizující nízký tlak v trubici je normálně sepnut a při poklesu tlaku dojde k jeho rozpojení a signalizaci přes integrovanou jednotku nefunkčnost detektoru požáru „1 FIRE DET INOP“, „2 FIRE DET INOP“ nebo obou.

V systému jsou umístěné dvě hasicí láhve za koncem motorů umístěných po straně za přepážkou FS 340. Hasicí láhve jsou připojené k rozdělovači a rozvodné trubice jsou vedené středem nosníku, hasicí trubka pro přívod hasicí látky je namontována za koncovou částí z obou motorů. Láhev je o objemu 983 ml, kulového tvaru, z ocele, naplněná hasicí látkou CF₃Br a dusíkem o tlaku 4134 kPa. Jedna nebo obě hasicí láhve tak mohou být použity k hašení stejného motoru. Volbou přepínače motor 1 (ENG1) nebo motor 2 (ENG 2) do zapnutého stavu pro výběr hašené oblasti a přepínače odpalu hasicí láhve 1 (BTL 1) nebo láhve 2 (BTL 2). Při aktivaci hašení dochází k automatickému zastavení přívodu paliva do motoru, kde probíhá hasicí proces. Každá láhev je vybavena tlakovým budíkem, přetlakovým ventilem a dvěma ventily pro spuštění hašení. Láhev je vybavena samokontrolou pro kontrolu funkčnosti [3].

4.11 Hasicí systém vrtulníku Bell 429

Protipožární systém tohoto vrtulníku poskytuje pilotovi i pilotovi-operátorovi prostředek ke zjištění přehřívání, které se může změnit v požár uvnitř prostoru každého motoru za letu. V případě vzniku požáru motorů samostatný hasicí systém poskytuje posádce množství hasicí látky ke zvládnutí požáru.

Požární systém obsahuje tyto podsystémy a části:

- Snímací část, snímače požáru a přehřátí
- Přenosný hasicí přístroj pokud je ve výbavě a nainstalovaný
- Požární hasicí systém motorů

Na tomto modelu vrtulníku je neustále snímán motor č. 1 a motor č. 2 během jejich činnosti na požár pomocí snímačů signalizace přehřátí a požáru. Pokud dojde k přehřátí

nebo požáru v jedné ze sledovaných zón, systém bude signalizovat požár „FIRE“. Indikace požáru motoru je signalizována posádce na kontrolním panelu a signalizuje k zapnutí obvodu hašení daného motoru. Kdykoliv během činnosti systém signalizace může být ručně přezkoušen z kabiny osádkou vrtulníku. V případě, že snímač přehřátí a požáru selže, došlo k úniku plynu ze snímacího senzoru, je výstražná zpráva signalizována na centrální obrazovce (DU). Na vrtulníku jsou namontovány dva snímače, jeden snímač pro motor č.1 a druhý podobný pro motor č. 2. Každý zahrnuje snímací trubici, která je namontována podél motoru, okolo trysky výstupních plynů z motoru a odpovídací jednotky, je přišroubován na zadní přepážce. Snímací trubka je vyrobena ze železa, (vnější) obsahuje helium a titanové jádro, které obsahuje vodík. Na jednom konci je trubka zatavena a na druhém je připojena odpovídací jednotka. Během přehřátí helium zvětší tlak a sepne tlakový spínač v odpovídací jednotce. Přehřátí je signalizováno, když teplota vzroste na 256 °C až 292 °C po celé délce trubice. Pokud teplota vzroste rychle na teplotu 454 °C až 566 °C a to místním ohřevem ve snímací trubici, vzroste prudce tlak vodíku ve vnitřní trubici a dojde k signalizaci požáru.

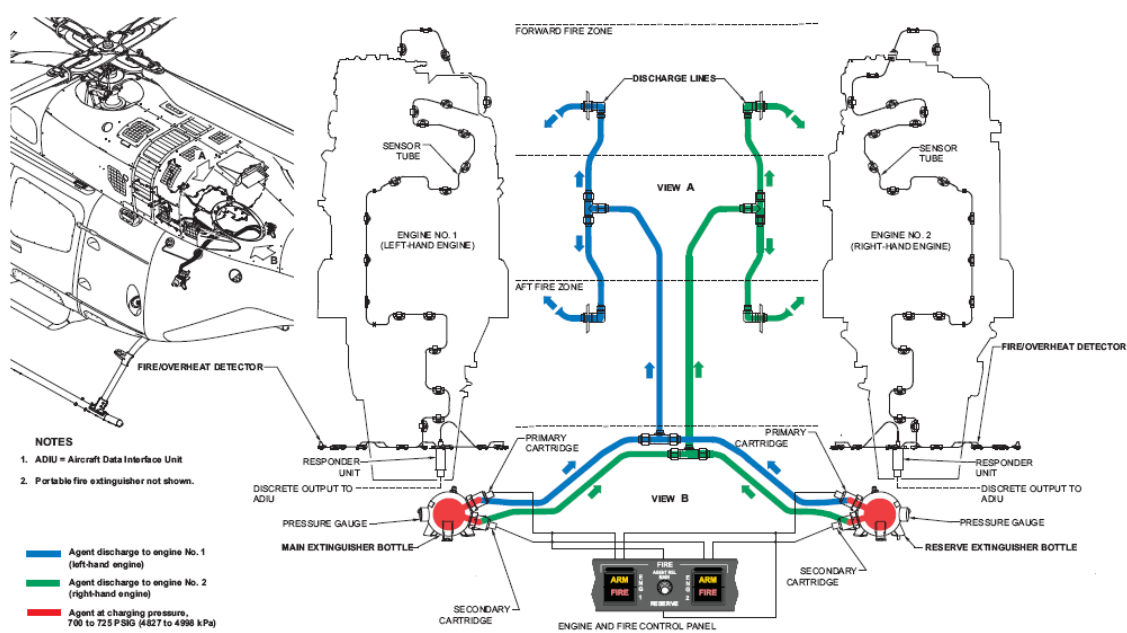
Přenosný hasicí přístroj je přístupný pilotovi a pilotovi-operátorovi během letu v případě, že by vznikl požár v kabině. Stabilní hasicí systém zahrnuje jednu nebo dvě hasicí láhve, které jsou propojené potrubím, aby je osádka vrtulníku mohla použít k hašení stejného motoru.

Přenosný hasicí přístroj je naplněn hasicí látkou Halon 1211/1301 o hmotnosti 1,2 kg, celý přístroj váží 1,51 kg, při uložení přístroje je povolen únik hnacího plynu 4 gramy za rok. Pro použití přístroje je nutné vytáhnout zajišťovací madlo a zmáčknout plastové madlo, přístroj bude v činnosti od 14 do 16 sekund za stálého tlaku, dokud nebude téměř prázdný. Je obdobně uložen v kabině jako v modelu Bell 407 [1].

Stabilní hasicí systém umožňuje skladování hasicího média a jeho použití v případě potřeby do každé zóny motoru po té, co byl požár zjištěn a signalizován. Systém zahrnuje hlavní láhev, záložní láhev pokud je instalována a rozvodné potrubí hasicí látky. Pro zapnutí protipožárního systému jako výsledku zjištění a signalizace požáru, musí osádka vrtulníku zastavit přítok paliva do motoru a zapnout hašení stisknutím tlačítka motor 1 nebo motor 2 „ARM/FIRE“. Pro činnost systému musí být také zvolena hasicí láhev, ze které se hašení má provést. Polohový přepínač „AGENT REL“ musí být

v poloze hlavní „MAIN“ nebo rezervní „RESERVE“ pro volbu láhve, ze které se hasicí látka vypustí do místa, kde byl požár zjištěn [18].

Hasicí láhve jsou umístěné na levé a pravé straně za avionickou přepážkou. Montážní oka jsou přivařena na láhvi, což poskytuje možnost připevnění ke konstrukci vrtulníku. Každá láhev je vyrobena z polokoulí z nerezové oceli svařených dohromady. Hasicí láhev je naplněna 680 až 703 gramy Halonu 1301 a natlakována suchým dusíkem na 4827 až 4998 kPa. Na láhvi je plnicí otvor, signalizační terčík, dva otvory pro vypuštění hasicí látky, dva otvory pro montáž pyropatron k odpalu láhve, signalizace odpálení láhve a tlakový budík [4].



Obrázek 4 Hasicí systém vrtulníku Bell 429, Zdroj: technická dokumentace

4.12 Spolehlivost a hasicí systém vrtulníku Mi-171š

Spolehlivost systému je dána jednotlivými činiteli, které ji ovlivňují, jsou to bezporuchovost, zajištěnost údržby a udržovatelnost. Systém musí být v pohotovosti při činnosti, aby byl schopen plnit danou funkci za určených podmínek. Tyto vnější podmínky mají být pro správnou činnost systému co nejvíce podobné, to ale nelze vždy zaručit, proto má být definovaná oblast použití.

Životnost systému je dána dobou, kdy plní svou funkci za podmínek použití a provedení údržby do doby, kdy systém dosáhl mezního stavu. Dosažením mezního stavu je ukončeno používání systému z technologických, ekonomických, technických nebo bezpečnostních důvodů. Mezním stavem je ukončen užitečný život systému. V případě opravitelné poruchy se systém opraví a lze nadále provozovat do výskytu následné poruchy, kdy je nutné znovu provést opravu. Celková životnost je tak dána dobou provozu, kdy je systém schopen plnit svoji funkci, pro kterou byl navržen.

Poruchovým stavem se rozumí takový stav, kdy hasicí systém není schopen plnit svou funkci. Systém není v poruchovém stavu, když je prováděna preventivní údržba a plánované činnosti spojené s údržbou.

Porucha je velmi významným jevem, kterým se spolehlivost zabývá. Porucha se dělí na postupnou a náhlou. Postupná porucha se projevuje opotřebením, lze ji pozorovat při provádění preventivní údržby a spočívá v degradaci parametrů. Mechanické opotřebením je součástí, je typické pro postupnou poruchu a lze ji pozorovat při provádění měření. Náhlá porucha není jakkoliv zjištělná dřívějším pozorováním. Je způsobena náhlou únavou materiálu, kdy dojde k úplnému porušení součásti a vyřazením systému z provozu. Příkladem může být přerušení vodiče, prasknutí vlákna žárovky.

Při úplné poruše dojde k neschopnosti systému plnit svou funkci, ale při částečné poruše je neschopen plnit některé své funkce, nebo plní všechny svoje funkce, ale nedosahuje stanovených parametrů.

Příčinou vzniku poruch bývá jeden nebo více faktorů současně. Porucha z nesprávného použití je, když dochází k překračování namáhání, než byla stanovena výrobcem. Porucha z nesprávného zacházení je způsobena nesprávným zacházením nebo ošetřováním systému. Konstrukční poruchou je špatný návrh při konstruování systému. Výrobní poruchou je nedodržení výrobní technologie nebo špatné zvolení výrobního provedení. Porucha způsobená stárnutím je vliv změny chemických a fyzikálních vlastností materiálu, které vznikly časem v důsledku vnitřního procesu.

Kritická porucha může zapříčinit úraz osob a značné materiální škody. Nekritická porucha nezpůsobí úraz osob ani značné materiální škody, většinou má za následek snížení funkčnosti systému, ale může vést k dalším následkům škod a ohrožení na zdraví [15].

5 PRAKTICKÁ ČÁST A VÝSLEDKY PRÁCE

Při provádění předepsaných prací na vrtulníku bylo možné si všimnout, jaké závady se nám při následné předepsané práci vracejí, i když jsme se snažili je v minulosti odstranit. V případě koroze je tento proces velice náročný až téměř nemožný.

5.1 Kontrola funkčnosti a spolehlivosti hasicího systému vrtulníku Mi-171š

Kontrola funkčnosti systému byla prováděna v souladu s dokumentací pro ošetřování daného typu vrtulníku. Celý systém byl kontrolován, jak vizuálně na mechanická poškození, tak elektricky pomocí kontrolních obvodů. Elektrické obvody nevykazovaly v průběhu pozorování žádné vážné závady, které bylo nutné řešit vyřazením vrtulníku z provozu pro nefunkčnost systému.

Korozní poškození pyrohlavic bylo možné pozorovat při provádění každé předepsané práce. Toto poškození bylo pozorováno při demontáži pyropatron z hasicí láhve, vnější známky koroze byly nepatrně pozorovatelné mezi převlečnou maticí a pouzdrem pyrohlavice, kde pravděpodobně štěrbinová koroze započala.

Hasicí systém z tohoto hlediska lze považovat za funkční a spolehlivý, jeho funkčnost je kontrolována pravidelně před každým použitím vrtulníku. Korozní poškození bylo snahou odstraňovat a v co největší míře omezit jeho účinky v souladu s dokumentací pro ošetřování. Jelikož tato opatření se v průběhu provozu ukázala jako málo účinná, docházelo k nárůstu počtu poškození koroze. Proto je vhodné přistoupit k drobné změně konstrukčního provedení pyrohlavice nebo ke změně povrchové úpravy hlavice. Posledním řešením se jeví změna materiálu hlavice, ze které je vyrobena.

Hasicí systém vrtulníku zahrnuje tyto části: detekce požáru, vyhodnocení a signalizaci, část hasicí. Z tohoto rozdělení byla uvedena následující tabulka počtu provedení prací na vrtulníku během jednotlivého roku. Rozdílný počet je daný druhem prováděných prací a jejich časovou náročností, dále je nutné zohlednit čas při řešení specifické závady nebo čekání na dostupnost náhradního dílu.

Tabulka 2 Počet provedených prací, Zdroj: pracovní záznamy, 2017

Rok	2014	2015	2016
Počet vrtulníků	17	22	15

Tabulka číslo dvě zahrnuje počet vrtulníků, na kterých byly provedeny práce po 100 hodinách provozu a vyšší, kde je potřebný i delší časový úsek pro provedení.

Druhy závad byly rozděleny:

- závada na signalizační části
- závada na elektrické části
- mechanické poškození
- koroze
- poškození hasicí láhve

Tabulka 3 Tabulka počtu závad na hasicím systému, Zdroj: pracovní záznamy, 2017

Rok	2014	2015	2016
signalizační část	3	4	2
elektrická část	0	0	0
mechanické poškození	4	6	3
koroze	17	22	15
poškození hasicí láhve	0	1	1
Počet provedených prací	17	22	15

Z uvedené tabulky číslo tři vyplývá, že největším problémem je výskyt koroze. Každý rok to bylo na každém vrtulníku, který byl dopraven k předepsané práci, to znamená, že 100 % bylo zasaženo korozí. Nulovou závadnost vykazovala část elektrická, kde byly zahrnuty obvody signalizace a kabeláž k signalizaci. Nedošlo k prodření nebo poškození vodičů. Signalizační část vykazovala závadnost do 20 %, zde byly započítány závady, kdy byla chybná signalizace v kabině způsobená vadnou žárovkou v kontrolním signalizačním table funkčnosti systému nebo špatný elektrický kontakt v hlásiči požáru umístěného na vrtulníku. Odstranění poruch bylo provedeno výměnou žárovky a pře-

zkoušením systému nebo očištěním kontaktů hlásiče a jeho zpětná montáž a přezkoušení systému. Mechanické poškození se pohybovalo v rozmezí 20 – 30 %, to v sobě zahrnuje závady, kdy došlo vlivem pohybu po vrtulníku při provádění údržby k mechanickému poškození elektrické kabeláže k hasicím lahvím nebo k poškození rozvodu hasicího média do daného úseku při vzniku požáru. Poškození hasicí láhve se pohybovalo od 0 – 7 %, toto poškození bylo způsobeno vlivem koroze pyrohlavic na hasicí láhvi, při provádění údržby a předepsaných prací. Při demontáži zrezlé hlavice došlo k poškození závitů na hasicí láhvi, ta v důsledku poškození musela být demontována a vyměněna.

Z uvedeného výčtu závad vyplývá, že systém je spolehlivý ve své funkčnosti, nedochází k velkému výskytu neobvyklých závad na systému, většina je způsobena opotřebením nebo neopatrností obsluhy provádějící práce. Největším problémem je ale vyskytující se koroze na hlavicích zajišťujících elektrický kontakt na pyropatroně pro její odpálení v případě výskytu požáru.

Tabulka 4 Počet hlavic zasažených korozí, Zdroj: pracovní záznamy, 2017

Rok	2014	2015	2016
Počet hlavic na vrtulníku	16	16	16
Počet zrezlých hlavic na vrtulníku	8-10	10-12	10-15
V procentech (%)	50-62,5	62,5-75	75-93,75

Z tabulky číslo čtyři vyplynulo, že s postupem času se koroze na hlavicích rozšiřovala. Ne vždy byl počet hlavic zasažených korozí stejný a vždy to nebyl nejvyšší počet uvedený v tabulce. Ale postupem času se hlavice vracely na předepsanou práci ve větším poškození (větší míra poškození korozí) než na předešlou předepsanou práci. Vždy bylo provedeno očištění zrezlé části, a pokud nebyla hlavice nijak jinak poškozena, byla provedena její montáž zpět. To ale v sobě ukrývalo odkládání problému na později. V průběhu byly některé hlavice vyměněny, to však bylo omezené počtem dostupných nových hlavic.

Vše je s ohledem na prostředí, ve kterém jsou vrtulníky provozovány a parkovány, kdy hlavně v zimě dochází při teplotě pod nula stupňů Celsia k promrzání konstrukce

a vytváření námrazy na povrchu vrtulníku vlivem vysoké relativní vlhkosti. V zimním období je vrtulník pro let odmražen horkým vzduchem, kdy dochází k ohřevu vnitřních prostor vrtulníku, ohřevu olejových náplní a odstranění námrazy z povrchu vrtulníku a listů nosného a vyrovnávacího rotoru. Může tak dojít ke srážení vlhkosti na povrchu hlavic a vniknutí vlhkosti do závitů hlavice, odkud není vlhkost vysušena a nadále působí jako součinitel koroze.

Tabulka 5 Teplota a relativní vlhkost v zimním a letním období, Zdroj: meteorologické deníky, 2017

		2014		2015		2016	
		Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)
Prosinec	maximum	7,8	99,0	11,4	99,0	10,9	99,0
	minimum	-4,8	49,0	-9,5	50,0	-9,8	51,0
	průměr	0,7	91,8	1,2	90,3	1,4	91,4
Leden	maximum	9,4	99,0	13,7	99,0	11,7	99,0
	minimum	-12,6	55,0	-8,0	40,0	-11,7	57,0
	průměr	-0,1	93,6	0,6	90,9	-1,9	88,6
Únor	maximum	9,2	99,0	6,4	99,0	15,2	99,0
	minimum	-5,3	41,0	-12,2	59,0	-6,0	46,0
	průměr	1,8	89,0	-0,1	85,2	3,0	86,8
Červenec	maximum	31,2	99,0	31,1	97,0	32,9	98,0
	minimum	8,9	27,0	6,8	25,0	8,7	26,0
	průměr	20,0	69,6	21,3	56,6	19,5	67,9
Srpen	maximum	28,1	99,0	34,2	98,0	28,1	98,0
	minimum	5,7	34,0	8,7	20,0	7,6	28,0
	průměr	16,4	81,5	22,0	58,7	18,0	68,9
Září	maximum	23,6	99,0	30,6	98,0	27,9	98,0
	minimum	3,4	52,0	4,4	33,0	6,8	38,0
	průměr	14,2	87,4	13,6	73,3	15,8	76,4

Z výše uvedené tabulky číslo 5 je vidět, že průměrná měsíční teplota v zimním období se pohybovala od $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ při průměrné relativní vlhkosti od $85,2\%$ do $93,6\%$. Minimální hodnota teploty byla $-12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a maximální hodnota teploty $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ při hodnotách minimální relativní vlhkosti $40,0\%$ a maximální relativní vlhkosti, která je pro vyobrazené roky v zimním období shodná $99,0\%$.

Pro letní období je průměrná hodnota teploty v rozmezí od $13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rozmezí průměrné relativní vlhkosti je od $56,6\%$ do $87,4\%$. Minimální hodnota teploty byla $3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a maximální hodnota teploty byla $34,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ při hodnotách minimální relativní vlhkosti $20,0\%$ a maximální relativní vlhkosti $99,0\%$, ta ovšem této hodnoty dosáhla téměř ve všech měsících i v letním období [10], [11], [12].

5.1.1 Koroze

Koroze je nežádoucí, protože poškozuje zařízení, stroje a lidské výtvoř. Způsobuje degradaci materiálů, a tím i stárnutí a poškození výtvořů lidské činnosti. Proto je snahou se korozi bránit využíváním různých ochranných nátěrů, pokovení, využitím vhodného materiálu, kdy dojde aspoň ke zpomalení stárnutí a degradaci jednotlivých materiálů a výrobků z něj vyrobených. Existují materiály, kde ke korozi dojde, vytvoří se ochranná vrstva na povrchu materiálu a dále korozivní děj nepokračuje.

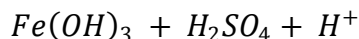
Korozi lze rozdělit podle vzniku na elektrochemickou a chemickou. Nejčastěji se vyskytuje koroze elektrolytická, která vzniká především v místech, kde se nachází vzdušná a kondenzační vlhkost. Ve styku dvou kovů různého složení za přítomnosti elektrolytu jsou optimální podmínky pro vznik koroze.

Rozdělení koroze je na rovnoměrnou, kde lze předvídat její postup a šíření, na nerovnoměrnou, kde nelze předpovědět její šíření a objevuje se nahodile na částech povrchu zasažené korozi. Dalším dělením je koroze bodová, kdy zasažený materiál koroduje především do hloubky materiálu, vznik děr. Laminární koroze je typická pro vrstvené materiály, její výskyt je na hranici styku dvou materiálů. Mezikrystalická koroze postupuje na hranici krystalových zrn a její postup je do hloubky materiálu. Oproti tomu transkrystalická koroze působí napříč zrny materiálu.

Příznivé podmínky pro vznik koroze vytváří tyto činitele - vzdušná vlhkost, změna teploty, vlhkost, vzdušný kyslík a jiné plyny, ionty minerálních solí. Koroze je schopna

se šířit pod nátěry a vrstvou konzervačních prostředků, díky chemické reakci, při níž vzniká hydroxid železitý, kyselina sírová a vodík. Rez obsahuje množství vody, do chemické reakce se železem vstoupí kyselina sírová a tak dochází k šíření koroze i pod ochranným nátěrem.

Rovnice vzniku koroze:

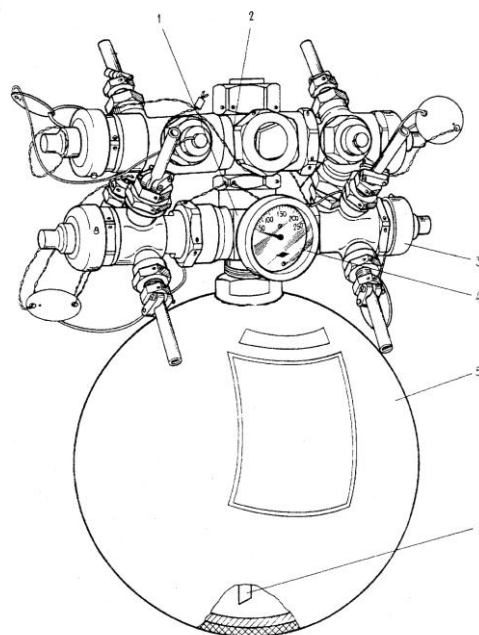


Způsob jak zabránit korozi, aby se dále šířila je její spolehlivé odstranění z povrchu materiálu a následně provést ochranu materiálu nánosem ochranných vrstev.

Ochranu kovových materiálů lze provést vhodnou volbou nerezavějícího materiálu nebo oceli, pokovením povrchu základního materiálu, vhodným nátěrem nebo působením par a plynů, které tvoří inhibitor koroze [9], [13].

5.2 Hasicí láhev a pyrohlavice

Hasicí láhve se nacházejí na pravé straně reduktoru ve směru letu. Umístěné jsou na podlaze za výstupní plynovou tryskou pravého motoru. Na láhvi jsou namontovány čtyři pyrotechnicky ovládané ventily do zvolených hasicích sekcí. Každý ventil obsahuje dvě pyropatrony. Ty jsou zajištěny ve své pozici pyrohlavicí, která je zašroubovaná na přírubu ventilu. V pyrohlavici je elektrický kontakt zajišťující propojení obvodu. Tyto pyrohlavice zapojené ve stejné sekci jsou zajištěny vzájemně proti povolení. Na následujícím obrázku je vyobrazena hasicí láhev, na které je vidět její uspořádání. Ve spodní rovině jsou dva pyrotechnické ventily s pyrohlavicemi umístěnými směrem k obsluze (směřují vně vrtulníku) a v horní rovině jsou dva pyrotechnické ventily s hlavicemi směřujícími dovnitř vrtulníku (směrem k reduktoru). Hasicí láhev je osazena tlakoměrem pro kontrolu tlaku v láhvi, je osazena montážními zajišťovacími prvky umožňující bezpečnou přepravu a manipulaci s láhví, ty jsou za provozu zdemontována. Tento typ systému hasicí láhve a pyrohlavic umožňuje různé modifikace v počtu pyrotechnických ventilů montovaných na láhev (například jeden pyrotechnický ventil nebo pět a více). Pro vrtulník Mi-171š byla podle čtyř okruhů zvolena láhev se čtyřmi pyrotechnickými ventily.

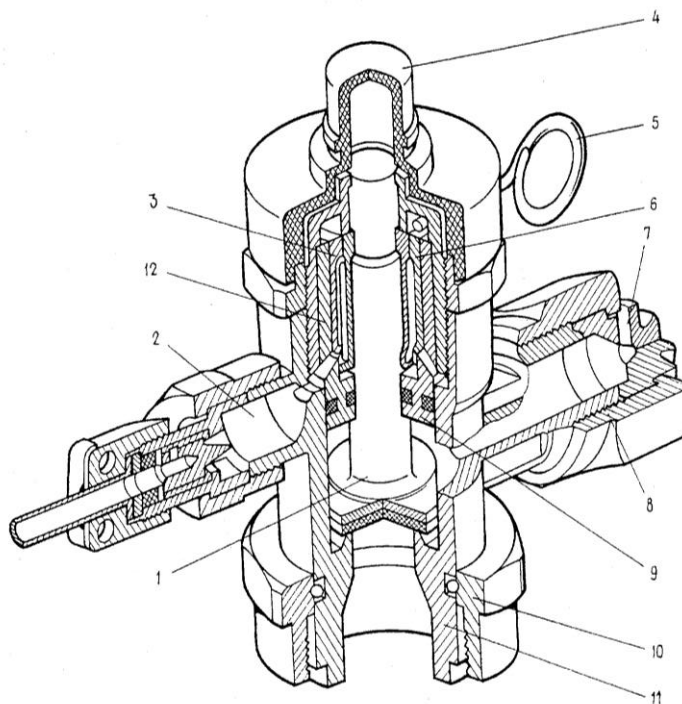


- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Adapter | 4. Pressure Gauge |
| 2. Additional Adapter | 5. Bottle |
| 3. Squib Control Head | 6. Siphon |

Obrázek 5 Hasicí láhev na vrtulník Mi-171š, Zroj: technická dokumentace

A) Pyrotechnický ventil

Pyrotechnický ventil je detailně vyobrazený na následujícím obrázku. Ventil je připojený na požární láhev pomocí připojovací matice číslo 10, do požární sekce je vývod hasicího média připojen pomocí připojovací matice číslo 8. Ventil číslo 1 je při provádění prací a servisu láhve zajištěn zajišťovadlem číslo 5, to je při provozu demontováno. Do prostoru pod číslem 2 je instalována pyropatrna PP-3, která při elektrickém odpalu tlakem plynů způsobí přesunutí pojistného kroužku číslo 6, tím se vytvoří prostor pro roztažení kleštiny číslo 3, která drží ventil v zavřené poloze. Po uvolnění kleštiny dojde k přesunutí ventilu číslo 1, a tím zprůchodnění cesty pro hasicí médium z požární láhve do sekce připojené na daný ventil [6].



- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Valve | 7. Blank |
| 2. Fuse | 8. coupling Nut |
| 3. Collet | 9. Case |
| 4. Rubber Cap | 10. Coupling Nut |
| 5. Safety Pin (Flag is Not Shown) | 11. Case |
| 6. Coupling | 12. Thrust Cover |

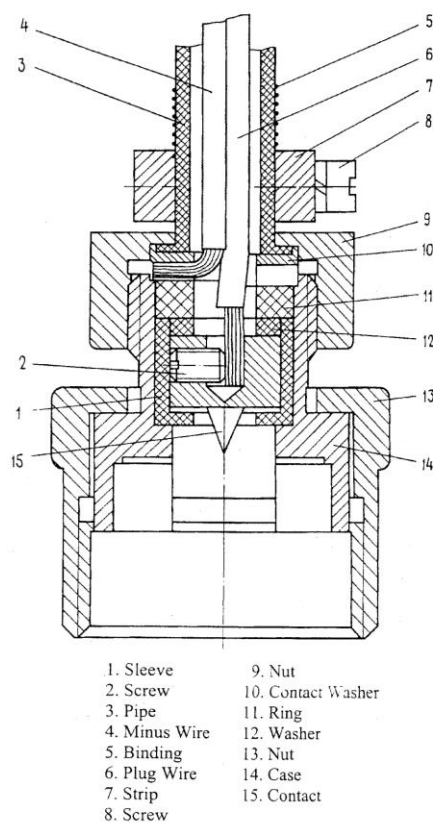
Obrázek 6 Pyrotechnický ventil hasící láhve, Zdroj: technická dokumentace

B) Pyrohlavice

Pyrohlavice, která zajišťuje pyropatronu ve správné poloze v pyrotechnickém ventilu v prostoru pro umístění pyropatrony pod číslem 2 (pyrotechnického ventilu), je vyobrazena na následujícím obrázku číslo 7.

Pyrohlavice je připevněna na pyrotechnický ventil převlečnou maticí číslo 13 přes pouzdro pyrohlavice číslo 14. V tomto pouzdru je umístěn izolační kalíšek číslo 1 a v něm domeček s hrotem číslo 15, kde je připevněn šroubkem číslo 2 fázový drát číslo 6. Nad tímto domečkem je distanční a izolační podložka číslo 11 a 12. Nad těmito podložkami je umístěna měděná podložka se zářezem pro připájení drátu číslo 4 tvořící minus pól. Měděná podložka je v kontaktu s pouzdrum číslo 14. Oba kontakty jsou v pouzdru uchyceny převlečnou maticí číslo 9, z níž vede ochranná gumová trubička

číslo 5 pro vstup obou drátů číslo 4 a 6, které jsou uchyceny vně matky číslo 9 pomocí dvou svorek číslo 7 a spojeny pomocí šroubků číslo 8 [6].



Obrázek 7 Pyrohlavice, Zdroj: technická dokumentace

Problém s korozi se vyskytuje v této pyrohlavici mezi převlečnou maticí číslo 13 a pouzdrem pyrohlavice číslo 14. Koroze poškozuje nejčastěji vnitřní povrch matice číslo 13 a vnější povrch pouzdra číslo 14. Vlhkost se do tohoto prostoru dostává mezerou mezi pouzdrem a maticí, občas byla znatelná vlhkost v tomto prostoru při demontáži pyropatron z pyrotechnického ventilu, někdy byly známky vlhkosti v podobě kapek vody přímo v pyropatroně. Znamky koroze byly občas znatelné i na samotných pyropatronách.

Vzhledem k místu výskytu koroze se jedná o místo s velkým namáháním, dochází k montáži a demontáži pyropatron nejméně po 6 měsících, kdy musí být provedena jejich výměna z důvodu životnosti pyropatron nebo vždy při provádění předepsaných prací, při výměně agregátů a dalších případech.

Při pohybu kov na kov mohlo docházet časem k odírání měkčího z materiálů, tím došlo ke vzniku mikročástic, které ve vlhkém prostředí mohou se spolupůsobením vzdušné vlhkosti dát ideální podmínky pro vznik a šíření koroze.



Obrázek 8 Umístění hasicích lahví na vrtulníku Mi-171š, Zdroj: vlastní, 2017

Na obrázku číslo 8 výše je vidět umístění hasicích lahví na pravé straně vrtulníku za motorem, připojení pyrotechnických ventilů na jednotlivé sekce, namontované a připojené pyrohlavice.

Z obrázku číslo 9 níže je vidět detail pyroventilu, kde dolní ventil má dvojici pyrohlavic směrem vně vrtulníku a horní je otočená o 180 stupňů a směřuje dovnitř vrtulníku směrem k reduktoru. Pyrohlavice jsou dotažené a zajištěné vázacím drátem, na konci vázacího drátu je provedena plomba.



Obrázek 9 Detail pyrotechnického ventilu a pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017

Z obrázku číslo 10 níže je vidět zasažení převlečných matic a pouzder korozí. Na obrázku číslo 11 je pak vidět detail zrezlého vnitřního povrchu převlečné matice. V matici je vidět zasažení vlastního závitu korozí. Vnější povrch převlečné matice bývá barevně označen podle toho, do které hasicí sekce na pyrotechnickém ventilu byly připojeny.

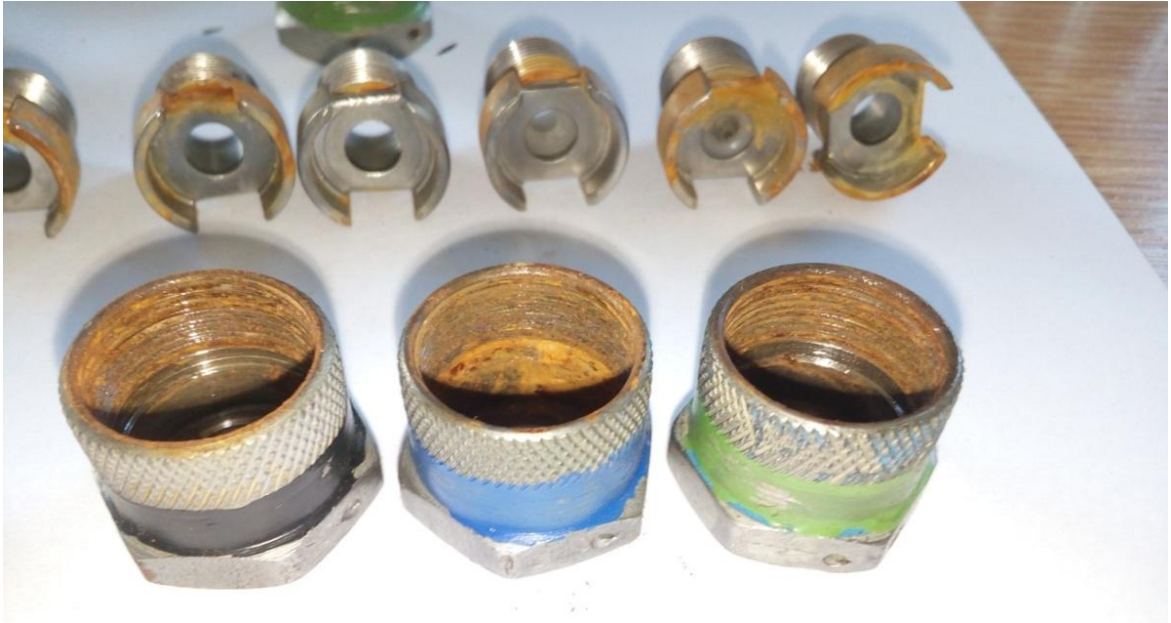
Z obrázku číslo 12 bylo možné pozorovat, že koroze z poškozených pyrohlavic ulpívá na pyropatronách, což je nepřijatelné. Poškozené pyroprostředky korozí nebo jakkoliv deformované, či vykazující známky vnějšího poškození je zakázáno používat na letecké technice.

Obrázek číslo 13 poskytuje náhled, jaké bylo poškození závitu pro uchycení pyrohlavice na pyrotechnickém ventilu. K poškození závitu došlo při demontáži zrezavělé pyrohlavice z pyrotechnického ventilu. Pyrohlavice byla demontována, aby byly vybity

pyromechanismy z důvodu provedení předepsaných prací. Při demontáži zrezavělé pyrohavlvice došlo ke stržení závitu jedné (dolní) z dvojice montážních otvorů na pyrotechnickém ventilu.



Obrázek 10 Převlečné matice a pouzdra zasažené korozi, Zdroj: vlastní, 2017



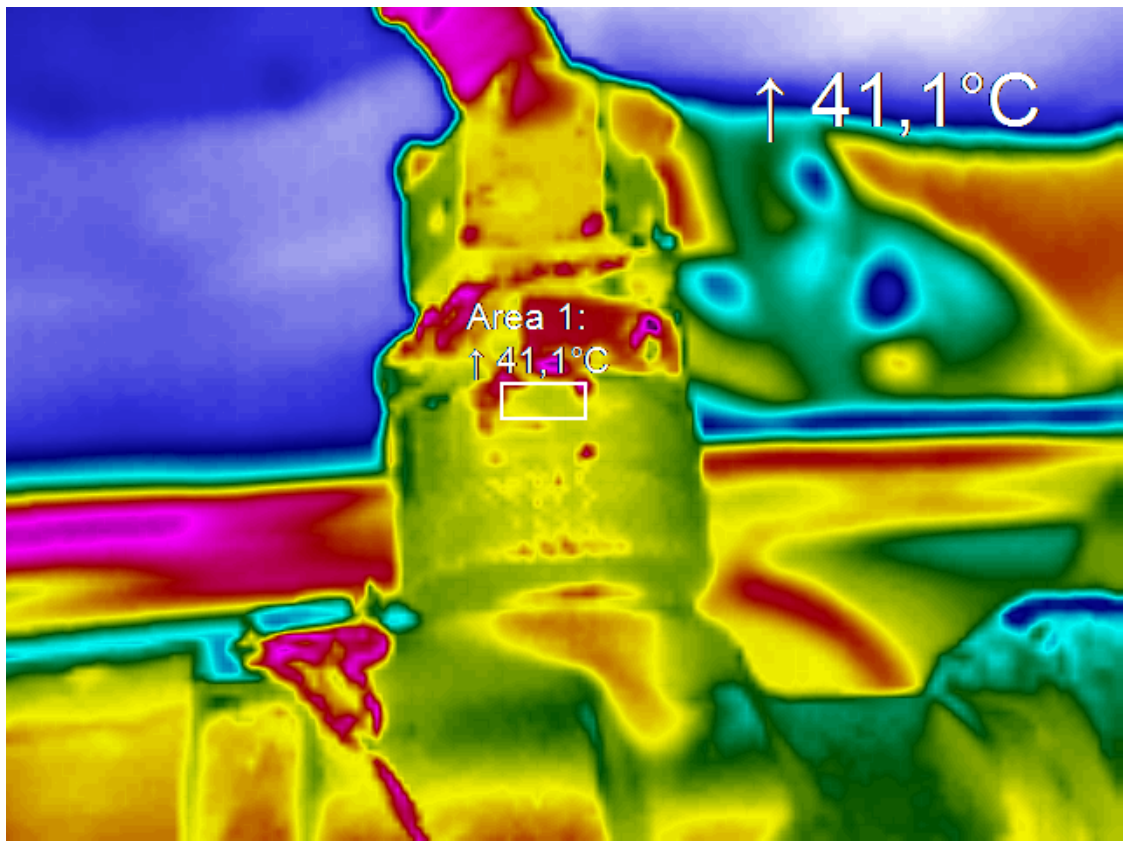
Obrázek 11 Detail převlečných matic zasažených korozí, Zdroj: vlastní, 2017



Obrázek 12 Pyropatrony PP-3 po demontáži z pyrohlavic zasažené korozí, Zdroj: vlastní, 2017



Obrázek 13 Pyrotechnický ventil po demontáži poškozené pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017



Obrázek 14 Teplota na pyrohlavici po přistání vrtulníku, Zdroj: vlastní, 2017

Obrázek číslo 14 zobrazuje průměrnou teplotu v ohraničené oblasti na pyrohlavici. Teplota se na měřených pyrohlavicích pohybovala od 35 °C do 50 °C podle velikosti měřené oblasti a polohy pyrohlavice umístěné na pyrotechnickém ventilu přední nebo zadní láhve.

5.3 Návrh řešení

Jelikož problémem je koroze vznikající mezi dvěma součástkami - převlečnou maticí a pouzdrem, pravděpodobně se bude jednat o vznikající štěrbinovou korozi, která je více typická u korozivzdorné oceli. Štěrbinová koroze může vznikat již při nevhodné povrchové úpravě materiálu vlivem drsnosti povrchu. V tomto případě docházelo k časté změně teploty, pyrohlavice je provozována v prostředí s vysokou relativní vlhkostí, kde dochází ke srážení vlhkosti mezi těmito dvěma součástkami. Vlhkost v podobě kapek působila jako elektrolyt, který pomáhal v degradaci materiálu a rozvoji koroze mezi těmito součástkami.

Řešením této situace bylo zvoleno použití plastové podložky vložené mezi převlečnou maticí a pouzdro pyrohlavice, tím dojde k oddělení dvou kovových materiálů a částečnému dotěsnění mezery mezi převlečnou maticí a pouzdrem nebo využití plastového o-kroužku, který se navleče na pouzdro pod závit a bude pouze tvořit těsnící kroužek mezi převlečnou maticí a pouzdrem.

Plastová podložka nebo o-kroužek nám poskytne výhody plastových materiálů např. vysokou korozní odolnost, elektroizolační vlastnosti aj., oproti tomu bude nutné vybrat vhodný materiál s ohledem na možné teploty, mechanické zatížení, mechanickou roztažnost nebo případně hořlavost.

Vhodným materiálem byl zvolen polytetrafluoretylen (Teflon), který je teplotně odolný, interval teplotního použití se udává -200 °C až 250 °C, počátek rozkladu je při teplotě 380 °C. Je schopen odolávat všem činidlům (voda, alkálie, kyseliny, oxidační činidla, organická rozpouštědla), kromě roztavených kovů. Teflon je poměrně měkký materiál, jeho tvrdost podle Brinella se pohybuje 3-4 kg/mm².

Použití teflonu má široké uplatnění díky jeho odolnosti proti vysokým teplotám, dielektrickým vlastnostem a odolnosti proti působení činidel, je hojně využíván v chemickém průmyslu ke zhotovení těsnění čerpadel a dalších zařízení.

V případě volby o-kroužku by byl zvolen materiál EDPM, který je také odolný vůči zestárnutí, UV záření, ozónu, teple a rozsah použití je udáván -30 °C až 140 °C. Je parotěsný a odolný vůči ketonům, kyselinám a alkoholům.

5.4 Náklady na použití navrhnutého řešení

Náklady na provedení tohoto typu řešení budou zahrnovat cenu obvyklou. Cena, za kterou je možné součásti koupit nebo prodat v daném čase a místě. Dále cenu za balné a dopravu součástí [5].

Montáž bude provedena vlastními silami při provádění předepsaných prací, takže bude uvažována za 0 Kč.

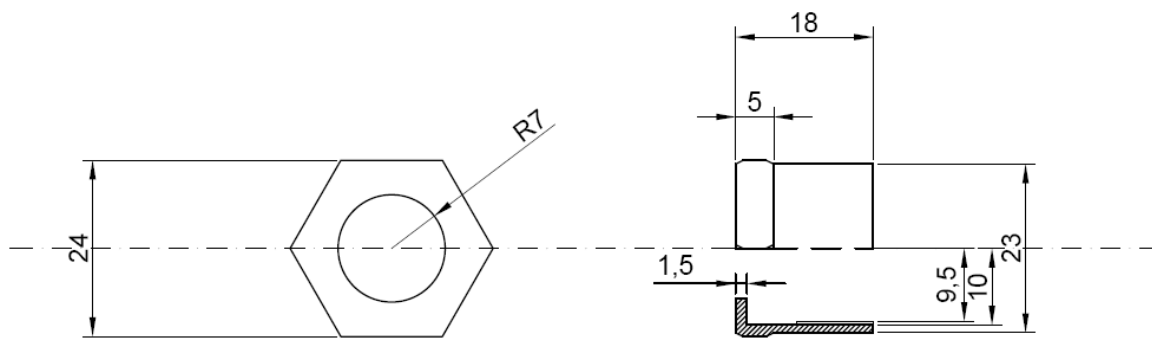
Teflonová podložka o rozměrech:	13,5x18x2	9,56 Kč s DPH
	13,0x19x2	9,85 Kč s DPH
EDPM o-kroužek o rozměrech:	13,0x1,5	0,58 Kč s DPH

Balné a poštovné: dle váhy a výběru dopravce 120 – 200 Kč s DPH

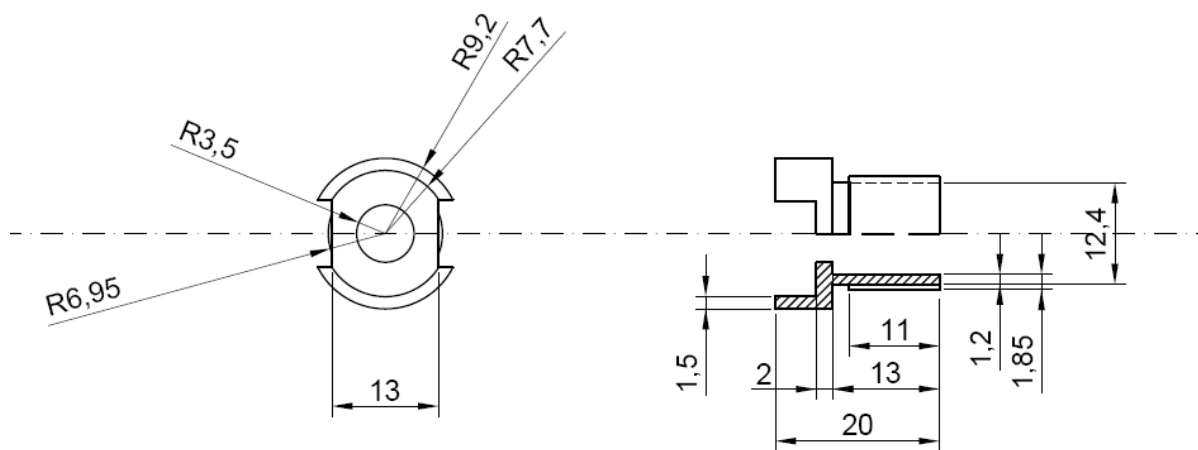
Počet pyrohlavic na vrtulníku je 16 ks takže v případě teflonových podložek se jedná o cenu 152,96 Kč nebo 157,60 Kč podle volby rozměru podložky, v případě volby ED-PM o-kroužku se jedná o částku 9,28 Kč na jeden vrtulník.

V případě, že vezmeme v úvahu počet vrtulníků a rezervu k případné výměně podložek nebo o-kroužků v průběhu provozu, jedná se o částku do 3500 Kč s DPH a dopravou za tuto provedenou změnu. Což je částka v porovnání náhradních dílů na výměnu pyrohlavic (cena pyrohlavice 6496 Kč, cena celé požární láhve 234863 Kč s DPH) podstatně nižší.

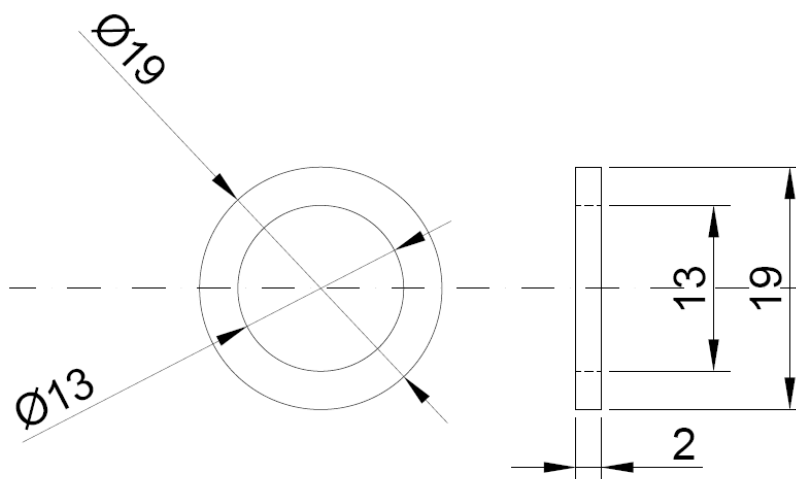
Před započítáním montáže a plošného provedení této změny bude dobré ověřit účinnost tohoto opatření laboratorními zkouškami, případně provedení této změny na zkušebním počtu vrtulníků.



Obrázek 15 Rozměry převlečné matice pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017



Obrázek 16 Rozměry pouzdra pyrohlavice, Zdroj: vlastní, 2017



Obrázek 17 Rozměry jedné z navrhovaných podložek, Zdroj: vlastní, 2017

6 DISKUZE

Z výše uvedeného výčtu je vidět, že hasicí systém je podobný a je jedno, o jaký typ se jedná. V podstatě se jedná o podobnost se systémy v budovách, pokud se budeme bavit o stabilních hasicích systémech. Vždy jde o část detekční mající za úkol zjistit vznik, později výskyt požáru, dále pak o část hasicí mající za úkol uhašení požáru.

Jelikož použití vrtulníku je značně rozdílné, co se týče prostředí, ve kterém se pohybuje, je kladen důraz na použití kvalitních materiálů a provádění všech předepsaných prací. Přesto se může vlivem provozu a specifického prostředí později projevit nějaké opotřebení, které je následně třeba řešit doplňujícím opatřením. Může se jednat o změnu v použití materiálu, ze kterého je součást vyrobena, ke zkrácení provozních hodin dílu, sledování opotřebení a nařízení v jakém případě součást vyměnit.

Jak uvedl Fousek ve své práci, koroze je složitý a rozsáhlý proces, a proto by se konstruktéři měli v této oblasti vzdělávat, aby byly využívány vhodné materiály a povrchové ochrany materiálů. Následné poškození zařízení nebo nehody většinou vznikají zanedbanou údržbou nebo z neznalosti, což je zapříčiněno lidským faktorem. Výměna součástí zasažených korozí je levnější než následné poškození stroje či jeho úplná ztráta funkčnosti [7].

Vliv lidského faktoru a znalost dané problematiky je velice významná pro zkoumání jakýchkoliv poškození, pro správný odhad mechanismu vzniku a vhodný návrh řešení na odstranění příčiny a zabránění vzniku budoucích škod.

Již v minulé autorově práci bylo autorem zjištěno, že pokud chceme provozovat stroj, zařízení, kde bude zaručena jeho požadovaná životnost, musí se ošetřovat s ohledem na dané prostředí, ve kterém je provozovaný. S tím jsou přímo spojené finance na zaškolení pracovníků, pořízení kontrolní a měřicí techniky a nákup prostředků na čištění, ošetření techniky a výměnu předepsaných částí a kapalin [9].

Pařízek v publikaci uvedl, že člověk a stroj vytváří systém, jehož úkolem je plnit úlohu, pro kterou byl stroj určen. Dále, že člověk negativně ovlivňuje inherentní spolehlivost tohoto stroje [15].

V této práci bylo zjištěno, že vlivem prostředí, kde je nadměrná relativní vlhkost, často nad 80 % i 90 %, kdy tato vlhkost je nadkritickou, dochází ke vzniku elektrolytu,

který napomáhá vzniku koroze a to štěrbinové. V zimním období je častý výskyt mlhy v dané lokalitě. Fousek ve své práci uvedl, že nejdestruktivnější elektrolyt vzniká při mlze díky přítomnosti různých látek [7].

Pro vhodnou ochranu a zabránění šířícího se poškození, se dle autora v první řadě může zasloužit personál provádějící předepsané práce, který je školený v dané problematice a zajímá se o technologie, novinky v oboru a pracuje zodpovědně. Každý z personálu upozorní na vznikající anomálie a poškození s cílem zamezení jejich následnému vzniku. Opět bylo zjištěno, že velmi podstatným faktorem je lidský činitel, který ve velké míře ovlivňuje funkčnost a bezporuchový provoz daného stroje.

Nově navržená opatření by se v budoucnu měla podrobit následnému pozorování, jestli nezpůsobují jiná poškození stejné nebo jiné části stroje, pokud ano, opatření znovu upravit a pozorování opakovat.

7 ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že požár je nekontrolovatelný a způsobuje značné škody, snažíme se mu zabránit všemi možnými prostředky. Jedná se buď o přenosné prostředky, preventivní opatření nebo stabilní hasicí systémy.

Od těchto systému je vyžadována bezporuchová činnost a pohotovost k zásahu proti vzniklému nebo vznikajícímu požáru.

Stabilní systém na vrtulníku je specifický tím, že i přes jeho stabilní umístění se stále pohybuje a jeho podmínky se značně mění - změny teploty, vlhkosti i znečištění prostředí nebo obsahem látek ve vzduchu (soli). Všechny tyto látky mohou působit jako součinitel koroze a napomáhat jejímu vzniku, šíření.

Přestože se výrobce snaží vyrobit výrobek odolný, aby spolehlivě fungoval, můžou se vyskytnout poškození specifická pro dané prostředí a je následně nutné reagovat a přijmout opatření k zamezení vzniku poškození.

V praxi má personál zodpovědně přistupovat k práci na strojních zařízeních, znát problematiku daného zařízení a dále se v materiální části vzdělávat. Pozorovat opotřebení vykazující abnormality oproti normálnímu opotřebení, spolupodílet se na řešení a návrhu tvorby opatření.

Každé vhodně navržené opatření může vést k zabránění poškození daného zařízení, a tím i zabránění špatné činnosti stroje, v nejhorším případě ztrátě na lidských životech. Drobná a vhodná opatření mohou zlepšit efektivitu práce obsluhy a usnadnit provádění předepsaných prací, uspořit náklady na pozdější výdaje za opravy a zabránit dalším řetězově se rozvíjejícím poškozením.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Bell Helicopter. Chapter 26 BHT-407: FIRE PROTECTION. 23 DEC 2009. Fort Worth, TX 76101 USA, 2009, s. 1-4.
- [2] Bell Helicopter. Chapter 26 BHT-412: FIRE PROTECTION. 27 FEB 2009. Fort Worth, TX 76101 USA, 2009, s. 1-12.
- [3] Bell Helicopter. Chapter 26 BHT-427: FIRE PROTECTION. 7 MAR 2006. Fort Worth, TX 76101 USA, 2009, s. 1-12.
- [4] Bell Helicopter. Chapter 26 BHT-429: FIRE PROTECTION. 14 MAR 2014. Fort Worth, TX 76101 USA, 2009, s. 1-32.
- [5] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Brno: CERM, 1997. ISBN 80-7204-057-X.
- [6] Fire extinguishers for aircraft fire extinguishing systems. Maintenance manual. May 10/77. 1977, s. 1-20.
- [7] FOUSEK, Radim. *Korozní poškození a ztráta funkce strojního zařízení*. Brno, 2016. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Michal Černý, CSc.
- [8] Hasicí přístroj. Wikipedia: Otevřená encyklopedie [online]. 2017 [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hasicí_přístroj
- [9] KONŮPKA, Ondřej. *Vliv prostředí a obsluhy na životnost leteckého rotačního kulometu 9 - A - 624*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Jan Mareček, DrSc.

- [10] Meteorologický deník: *Leden, Únor, Červenec, Srpen, Září, Prosinec*. Sedlec-Vícenice u Náměště nad Oslavou, 2014.
- [11] Meteorologický deník: *Leden, Únor, Červenec, Srpen, Září, Prosinec*. Sedlec-Vícenice u Náměště nad Oslavou, 2015.
- [12] Meteorologický deník: *Leden, Únor, Červenec, Srpen, Září, Prosinec*. Sedlec-Vícenice u Náměště nad Oslavou, 2016
- [13] MOHYLA, Miroslav. *Koroze a povrchové úpravy kovů ve strojírenství*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1981.
- [14] Oheň. Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. 2017 [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Oheň>
- [15] PAŘÍZEK, Jiří. *Spolehlivost a technická diagnostika*. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-206-1.
- [16] Provozní manuál. *Termokamera: Optris infrared thermometers*. Berlín, NĚ-MECKO, 2009, s. 1-57.
- [17] RYBÁŘ, Pavel. *Stabilní hasicí zařízení plynová, prášková, aerosolová a inertizační, provozuschopnost a účinnost SHZ*. Praha: Profesionální komora požární ochrany, 2016. Edice PKPO. ISBN 978-80-260-9155-4.
- [18] SCHOŘ, Jan a Petr ŠUSTEK. *Provozní postupy, zvláštní a nouzové postupy - vrtulník (071 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů vrtulníků dle předpisu JAR-FCL 2. ISBN 978-80-7204-595-2.

- [19] Vrtulník Mi-17: konstrukce a provoz letecké výzbroje. 1989. Hradec Králové, 1989.
- [20] Vrtulník Mi-171š. Fire protection. Section 26 Maintenance manual. Jun 26/95. 1995, s. 1-12.
- [21] Vrtulník Mi-24V/35: Technická pomůcka pro letecký personál. 2015. Vyškov, 2015.
- [22] Vrtulník Mi-8 PS a P: Technická pomůcka pro letecký personál. 2014. Vyškov, 2014.