

Georg J. Landsberger

Kraftstoffleckagen

Behebung an Flugzeugen mit Integraltanks

Mit vielen Abbildungen, Tabellen und praktischen Fallbeispielen, sowie eine im Anhang den Fachgebieten zugeordnete Sammlung deutsch - englischer Fachbegriffe und deren Definition.

gela

Verlag für Luftfahrttechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Flugzeuge und Kraftstoffe	9
1.1	Kraftstoffarten der Flugzeuge.....	10
1.1.1	Kraftstoffe für Kolbenriebwerke.....	10
1.1.2	Kraftstoffe für Turbinenriebwerke.....	11
1.2	Verunreinigungen im Kraftstoff.....	11
1.2.1	Feste Stoffe.....	12
1.2.2	Schlammablagerungen.....	12
1.2.3	Mikrobenbefall.....	12
1.2.4	Wasser im Kraftstoff.....	12
1.2.4.1	Ablauf der Wasseraufnahme.....	13
1.2.4.2	Feststellung von Wasser.....	13
1.3	Umgang mit Kraftstoffen.....	14
1.3.1	Kraftstoffeinsparung.....	15
1.4	Alternative Kraftstoffe.....	15
1.4.1	Synthetisches Kerosin.....	16
1.4.1.1	Kraftstoffe aus Kohle (CTL).....	16
1.4.1.2	Kraftstoffe aus Erdgas (GTL).....	16
1.4.1.3	Kraftstoffe aus Biomasse (BTL).....	17
1.4.1.4	Kraftstoffe aus Pflanzenölen (HVO).....	17
1.4.1.5	Flüssigwasserstoff (LH2).....	17
1.5	Schnellablassen von Kraftstoff.....	17
2	Behälter zur Kraftstoffaufnahme	19
2.1	Lage der Behälter.....	19
2.1.1	Zusatzbehälter.....	19
2.2	Behälterkonstruktionen.....	19
2.2.1	Starre Einbaubehälter.....	20
2.2.1.1	Instandhaltung starrer Behälter.....	20
2.2.2	Flexible Einbaubehälter.....	21
2.2.2.1	Instandhaltung flexibler Behälter.....	23
2.2.3	Integralbehälter.....	23
2.2.4	Monolithische Kraftstoffbehälter.....	25
2.3	Zugang zu den Behältern.....	25
2.4	Lüftungsanlage der Behälter.....	26
3	Betanken der Kraftstoffbehälter	27
3.1	Zulaufbetankung.....	27
3.2	Druckbetankung.....	27
3.3	Sicherheitsvorschriften zur Betankung.....	28
3.4	Betankungsmenge.....	29
3.4.1	Kraftstoffumrechnungen.....	29
3.4.2	Umrechnungsfaktoren der Systeme.....	29
4	Kraftstoffförderanlage	31
4.1	Versorgung der Triebwerke.....	31
4.1.1	Förderleitungen.....	32
4.1.2	Kraftstoffbehälterpumpen.....	32
4.1.2.1	Behälterpumpenumgehungsventile.....	33
4.1.2.2	Kraftstoffabsperrentile.....	33
4.1.2.3	Siebe und Kraftstofffilter.....	33
4.1.2.4	Rückschlagventile.....	34
4.1.2.5	Kreuzschaltventile.....	34
4.1.2.6	APU Kraftstoffversorgung.....	34
5	Überwachung der Förderanlage	35
5.1	Kraftstoff Vorratsanzeige.....	36

5.1.1	Elektrische Vorratsanzeige	36
5.1.2	Mechanische Vorratsanzeige	36
5.2	Kraftstoff Durchflussanzeige	37
5.3	Kraftstoff Druckanzeige	37
5.3.1	Kraftstoff Druckmessung	37
5.3.2	Kraftstoff Druckwarnung	38
5.4	Kraftstoff Temperaturanzeige	38
5.5	Kraftstoff Vereisungswarnung	38
6	Auftreten von Kraftstoffleckagen	39
6.1	Auslösefaktoren von Kraftstoffleckagen	39
6.2	Leckagen an Kraftstoffbehältern	39
6.2.1	Anwendung von Talkum-Puder	40
6.2.2	Leckagen an nassen Behältern	40
6.3	Schwierige Leckageerkennung	40
6.3.1	Maximale Betankung der Behälter	41
6.3.2	Simulierung von Flugbewegungen	41
6.4	Leckagen an Verbindungselementen	42
6.4.1	Kontrolle auf Festsitz	42
6.4.1.1	Anwendung von Vakuumbehältern	42
6.4.1.2	Anwendung von Farbmarkierung	43
6.4.1.3	Kontrolle mit Drehwerkzeug	43
6.5	Leckage an Überlappungen und Stößen	44
6.5.1	Freilegungen zur Leckageerkennung	44
6.6	Bewertung der äußeren Leckagen	45
6.6.1	Eingruppierung der Leckagen	45
6.6.2	Position der Leckage	46
6.6.3	Maßnahmen für den Flugbetrieb	46
6.7	Leckagerate an Kraftstoffbehältern	46
6.7.1	Maßeinheiten für Leckageraten	47
6.8	Leckageprüfung an leeren Behältern	48
6.8.1	Überdruckverfahren	48
6.8.1.1	Abdrücken unter Wasser	49
6.8.1.2	Aufbringung von Seifenlösung	49
6.8.1.3	Anwendung von Gasgemischen	49
6.8.1.4	Anwendung von Ultraschall	50
6.9	Auftreten von Leckagen im Fluge	50
6.9.1	Leckagen am Triebwerk	50
6.9.2	Kraftstofftransfer zwischen Behältern	50
7	Enttanken der Kraftstoffbehälter	51
7.1	Saugenttanken	51
7.2	Druckenttanken	51
7.3	Umpumpen	51
7.4	Kraftstoff - Ablassventile	51
7.5	Kraftstoff - Schnellablassanlage	52
7.6	Belüftung der Kraftstoffbehälter	52
7.6.1	Zoneneinteilung	53
7.6.1.1	Zone 0	53
7.6.1.2	Zone 1	53
7.6.1.3	Zone 2	53
7.6.2	Gefährdete Bereiche	54
7.6.3	Messung der Gaskonzentration	54
8	Begehen der Kraftstoffbehälter	55
8.1	Kraftstoffdampf - Luftgemische	55
8.1.1	Flammpunkt des Kerosins	55

Inhaltsverzeichnis

8.1.2	Zündtemperatur des Kerosins.....	55
8.2	Anforderungen zur Behälterbegehung.....	55
8.3	Behälterkategorien.....	56
8.4	Vorschriften und Regelwerke.....	59
8.4.1	Brand- und Explosionsschutz.....	59
8.4.2	Personenschutz.....	59
8.4.3	Personenrettung.....	59
8.5	Umgang mit Kraftstoffzusätzen.....	59
8.5.1	Strontiumchromat.....	60
8.5.2	Biobor JF.....	60
8.5.3	Kathon FP 1.5.....	61
8.6	Freigabe zur Begehung.....	61
8.6.1	Verfassung des Begehungspersonals.....	63
8.7	Persönliche Schutzausrüstung.....	63
8.7.1	Schutzkleidung.....	63
8.7.2	Atemschutz.....	64
8.7.3	Sicherheitswerkzeuge.....	64
8.8	Sicherheitsmaßnahmen.....	65
8.8.1	Beobachtungsposten.....	65
8.8.2	Gefährdeter Bereich.....	65
8.9	Rettungsmaßnahmen.....	65
8.9.1	Rettung aus Kategorie 4.....	65
9	Feststellung von Eintrittsstellen.....	69
9.1	Sichtkontrolle auf Beschädigungen.....	69
9.2	Seifenblasenmethode.....	69
9.2.1	Leckageaustrittsstelle anblasen.....	70
9.2.2	Leckageeintrittsbereich anblasen.....	70
9.3	Behälter mit Druckluft.....	70
9.3.1	Behälter mit Eindringflüssigkeit.....	71
9.4	Unterdruck und Eindringflüssigkeit.....	73
9.4.1	Unterdruckwerte.....	73
9.4.2	Unterdruck und Eindringmittelspray.....	73
9.5	Verfahren mit Unter- und Überdruck.....	75
9.5.1	Unter- und Überdruckwerte.....	75
9.5.2	Anwendung des Verfahrens.....	75
9.5.2.1	Unterdruck und flexibler Behälter.....	77
9.6	Unterdruckverfahren mit Begehung.....	77
9.6.1	Leckageerkennung im Unterdruck.....	78
9.7	Leckage am Verbindungselement.....	78
9.7.1	Anwendung von Klebefittings.....	78
9.7.2	Anwendung von Hohlbolzen.....	79
9.7.2.1	Hohlbolzen mit Druckluft.....	79
9.7.2.2	Hohlbolzen mit Eindringmittel.....	79
9.8	Leckagesuche mit Gasen.....	80
9.8.1	Helium als Prüfgas.....	80
9.8.1.1	Leckagesuche mit Helium.....	80
9.8.1.2	Wasserstoff als Prüfgas.....	81
9.8.2.2	Leckagesuche mit Wasserstoff.....	82
9.9	Analyse der Leckage.....	83
9.9.1	Befundaufnahme der Leckage.....	83
10	Behebung von Leckagen.....	85
10.1	Endgültige Behebung von Leckagen.....	85
10.2	Entfernung beschädigter Dichtmittel.....	85
10.2.1	Kratzen mit Kunststoffwerkzeugen.....	85
10.2.1.1	Vibrationswerkzeug.....	86

10.2.2	Entfernung mit chemischen Mitteln.....	87
10.2.3	Hochdruckstrahlen mit Wasser.....	87
10.2.4	Entfernung durch Kunststoffbürsten.....	88
10.2.5	Weitere Oberflächenvorbereitung.....	88
10.3	Voranstriche und Dichtmittel.....	89
10.3.1	Allgemeines über Voranstriche.....	90
10.3.2	Allgemeines über Dichtmittel.....	90
10.3.2.1	Handhabung der Dichtmittel.....	92
10.3.3	Einfluss der Umgebungstemperatur.....	96
10.3.4	Einfluss der Umgebungsluftfeuchte.....	96
10.4	Anwendung der Dichtmittel.....	96
10.5	Aushärten der Dichtmittel.....	101
10.5.1	Anwendung von Warmluft.....	103
10.5.2	Vermehrte Härterzugabe.....	103
10.5.3	Katalytische Geräte.....	103
10.6	Blockierung des Leckageweges.....	107
10.6.1	Blockierung von der Außenseite.....	107
10.6.2	Blockierung von der Innenseite.....	108
10.6.3	Großflächige Dichtmittelaufbringung.....	109
10.6.4	Pinsel und Rollenanwendung.....	109
10.6.5	Aufspritzen der Dichtmittel.....	109
10.7	Vorläufige Behebung von Leckagen.....	109
10.7.1	Abdichten der Leckageaustrittsstelle.....	110
10.7.1.1	Oylite - Stik Dichtmittelstifte.....	110
10.7.1.2	Epoxy Tabs Type "O".....	111
10.7.1.3	Anwendung des Druckwerkzeuges.....	111
10.7.1.4	Abdichtwerkzeug mit Schraube.....	112
10.7.1.5	Abdichtwerkzeug mit Saugheber.....	114
10.7.1.6	Click Patches.....	115
10.7.1.7	Aluminiumfolie mit Dichtmittel.....	116
10.7.2	Abdichten von Beplankungsstößen.....	116
10.7.3	Abdichten von Überlappungen.....	117
10.8	Kurzhinweise zur Leckagereparatur.....	117
11	Schließen der Kraftstoffbehälter.....	119
11.1	Kontrolle auf Fremdkörper.....	119
11.2	Kontrolle der Reparaturstelle.....	119
11.3	Komplettieren der Begehungsbereiche.....	120
11.4	Anwendung von Zweitkontrollen.....	120
11.5	Einbau der Zugangsdeckel.....	120
12	Dichtkontrolle am Behälter.....	121
12.1	Trockene Dichtkontrolle mit Prüfgas.....	121
12.2	Nasse Dichtkontrolle mit Kerosin.....	122
12.2.1	Wartezeit bis zum Betanken.....	122
12.2.2	Wartezeit nach dem Betanken.....	122
13	Dokumentation und Freigabe.....	123
13.1	Erfassung von Beanstandungen.....	123
13.2	Bescheinigung von Arbeitsunterlagen.....	123
13.3	Freigabe des Flugzeuges.....	123
14	Überführung mit Leckagen.....	124
14.1	Ablauf bei Überführungsflügen.....	124
14.1.1	Eingruppierung und Maßnahme.....	124
14.1.2	Reduzierung der Kraftstoffmenge.....	124

Inhaltsverzeichnis

14.1.3	Blindsetzen betroffener Bereiche.....	124
15	Abläufe zur Leckagereparatur.....	125
15.1	Planung des Reparaturablaufes	125
15.2	Statistik zur Leckagereparatur	129
15.3	Sammelkarte.....	129
16	Fuel Tank Safety SFAR 88.....	131
16.1	Einführung der SFAR 88.....	131
16.1.1	Forderungen der Behörden.....	132
16.2	Auslösefaktoren für eine Explosion.....	132
16.3	Kontrollen und Änderungen	133
16.3.1	Vorgaben an das Luftfahrtpersonal.....	133
16.4	Fuel Airworthiness Limitations	134
16.4.1	ALI's	134
16.4.2	CDCCL's	134
16.4.2.1	Beispiel für eine CDCCL.....	134
16.5	Vermeidung von Explosionsgefahren	136
16.5.1	Stickstoffeinblasung.....	136
16.5.2	Sicherheit im Umgang mit Stickstoff	138
17	Anhang	139
17.1	Definition technischer Ausdrücke.....	139
17.2	Fachtermini Englisch - Deutsch.....	142
17.2.1	Kraftstoffe und Kraftstoffanlagen.....	142
17.2.2	Werkzeuge und Geräte.....	146
17.2.3	Dichtmittel und Hilfsmaterial	148
17.2.4	Sicherheit und Gesundheitsvorsorge	149
17.3	Technische Abkürzungen.....	151
17.4	Umrechnung der Maßsysteme.....	157
17.5	Vorsätze und Vorsatzzeichen	159
17.5.1	Große und kleine Zahlenwerte.....	159
17.6	Literaturverzeichnis.....	160
17.7	Sachwortverzeichnis.....	161