



מה ספיקת הדלק שלכם בהמראה?

נכתב על ידי **Mike Busch**, תורגם על ידי **איציק מה-יפית**, מתוך **AVweb** מתאריך 30.3.2009.

הערת המתרגם: המטוסים החדשים יותר שמצאו דרכם למפעילים בשדה, כמו גם אצל בעלי המטוסים, הינם בעלי הזרקת דלק. מטוסים אלו מצוידים בדרך כלל גם במד ספיקת דלק, דבר המאפשר לקבוע ספיקה חסכונית בטיסה. מחבר המאמר מתייחס לנושא ספיקת דלק נאותה בהמראה, בשלב הקריטי של הטיסה, ובהשלכה של זה על בריאות ואורך החיים של המנוע. מאמר חשוב מאד לבעלי המטוסים הרלוונטיים, כמו גם לשוכרי המטוסים החפצים בשמירת חיי המנוע במטוס המושכר. לקרוא ולהפנים.

בעיות צילינדר טרם זמן הנין מגיפה. כמעט ולא חולף יום שאיני שומע או קורא על בעל מטוס שצריך להחליף צילינדר אחד או מספר צילינדרים בביקורת השנתית, עקב דחיסה עלובה ונזילה דרך שסתום הפליטה. לעתים תכופות יותר, המטוס הנגוע מונע בעזרת מנוע הזרקה של TCM¹. הגורם למגיפה זו נראה שהינו שיתוף של כמה גורמים תורמים.

נראה שליצרן TCM היו מספר בעיות ייצור במהלך סוף שנות התשעים ותחילת האלפיים² שגרמו למגע לא ממורכז באופן מושלם של השסתום לתושבת שלו. (אני חושב שהם תיקנו בעייה זו בייצור הנוכחי, למרות שקשה להיות בטוח בזה עדיין.)

כמו כן, מכוני בדק ומכונאים מיעטו לאמץ את הנחיות TCM שהופצו ב – SB03-3, שהמליצו למכונאים לא לפרק צילינדרים עקב דחיסה נמוכה מבלי לבצע בדיקת בורוסקופ ולזהות את הסיבה לדחיסה הנמוכה. למרות שחלפו חמש שנים מאז ש – TCM הפיצו עלון שירות³ זה, הייתי משער שיותר ממחצית מכוני הבדק שמטפלים במטוסי תעופה כללית המונעים במנועי בוכנה, עדיין אינם מבצעים בדיקת בורוסקופ שגרתית. כתוצאה מכך, אנחנו עדיין רואים הרבה צילינדרים המפורקים שלא לצורך.

אני חושב שאחד הגורמים הנפוצים ביותר, התורמים לקיצו המוקדם של צילינדר, הינו ספיקת דלק בלתי מתאימה בהמראה. המנועים הללו דורשים תערובת עשירה מאד מאד על מנת להימנע מטמפרטורות דחיסה ולחץ מופרזים בהספק המראה מלא. אם התערובת אינה עשירה דיה, מכלולי הצילינדר יפגעו... במיוחד שסתומי הפליטה.

מהי הספיקה הנאותה?

אם תשאלו את מרבית הטייסים "מהי הספיקה הנאותה בהמראה", מרביתם יפנו אתכם לספר התפעול⁴ או אל מעל הקשת הירוקה במחווון ספיקת הדלק. למעשה, ראיתי הרבה טייסים המווסתים למעשה את בקרת התערובת בהמראה *להקטנת* ספיקת הדלק כיוון שמחוג מד הספיקה פלרטט עם הקו האדום.

זה לא רעיון טוב. ספיקת דלק בהמראה הינה כמו לחץ צמיג: יותר מדי טוב יותר מאשר מעט מדי. מעט ספיקת דלק עודפת בהמראה עשויה להפחית כוח המראה בכשני אחוז, אולם מעט חוסר יכול לגרום לאימוץ יתר של המנוע "ולטגן" את שסתומי הפליטה במהירות. הייתי מעדיף לראות ספיקת דלק בהמראה מעט מעל הקו האדום מאשר מתחתיו באופן משמעותי.

"בסיס הזהב"⁵ לוווסות ספיקת דלק במנועי TCM בעלי הזרקת דלק הינו עלון שירות בעל 39 עמודים הנקרא SID97-3E. זהו האחד שכל בעל מטוס הטס מאחורי מנוע TCM בעל הזרקת דלק חייב להכירו מקרוב. אתם יכולים להוריד עותק עבורכם ממסמך חשוב זה מהאתר של TCM.

¹ TCM – יצרן המנוע: TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS

² דעתו של המחבר כמובן

Service Bulletin 3

Pilot Operation Handbook – POH 4

⁴ "Gold Standard" – שיטה מוניטארית המבוססת על הזהב, כל שטר כסף ניתן להמרה בזהב לפי שער קבוע.



TELEDYNE CONTINENTAL® AIRCRAFT ENGINE

SERVICE INFORMATION DIRECTIVE

Compliance Will Enhance Safety, Maintenance or Economy Of Operation

SUBJECT: PROCEDURES AND SPECIFICATIONS FOR ADJUSTMENT OF TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS (TCM) CONTINUOUS FLOW FUEL INJECTION SYSTEMS.

PURPOSE: Provide procedures and specifications for the adjustment of Teledyne Continental Motors (TCM) fuel injection systems.

COMPLIANCE: At Engine Installation, 100 hour/Annual Inspection, fuel system component replacement or as required if operation is not within specifications.

MODELS AFFECTED: All TCM continuous flow fuel injected engine models except IO-240-B w/ Bypass Fuel System; L/TSIO-360-RJ; TSIO-520-L, LB, WB; GTSIO-520-F, K, N and GJO-550-A Engine Models.

CATEGORY 4

SID97-3E

Technical Portions
FAA APPROVED
SUPERSEDES MT3-22, M89-10,
M92-17, SID96-10A, SID97-3,
SID97-3A, SID97-3B, SID97-3C
and SID97-3D.

תמונה 1. SID97-3E הינו התנ"ך להגדרת ספיקות דלק במנועי הזרקת דלק של TCM.

TABLE 3. Fuel System Adjustment Values

IDLE AND FULL POWER FUEL PRESSURES AND FLOWS					
ENGINE SEE NOTE 7	Prop. RPM & (MAP)	Unmetered Pump PSI (NOTE 3)	Metered Nozzle PSI (NOTE 4)	Fuel lbs/hr (NOTE 5)	Fuel gal/hr (NOTE 6)
IO-470-D, E, F, H L, M, N, S, U	600	9.0 - 11.0	15.0 - 17.5	124 - 131	21.1 - 22.3
	260 hp 2625	25.0 - 28.0			
IO-520-B, BA, BB C, CB	600	9.0 - 11.0	14.9 - 17.2	136 - 146	23.2 - 24.9
	285 hp 2700	28.0 - 31.0			
IO-550-B	600	8.0 - 10.0	16.5 - 18.4	146 - 156	24.9 - 26.6
	300 hp 2700	29.2 - 36.2			
TSIO-520-UB	600	5.5 - 6.5	14.4 - 16.0	195 - 205	33.2 - 34.9
	300 hp 2700 (36.0)	33.0 - 37.0			
TSIO-520-L, LB SEE NOTE 1	600	25 - Minimum	-	180 - 190	30.7 - 32.4
	310 hp 2700 (38.0)	45.0 - 55.0			
TSIO-520-WB SEE NOTE 1	600	25 - Minimum	-	190 - 200	32.4 - 34.1
	325 hp 2700 (39.5)	45.0 - 55.0			

תמונה 2. לפניכם מפרטי ספיקת דלק SID97-3E למנועים הנפוצים ביותר של בוננזה וברון. יש לווסת את המערכת להשגת הערכים במסגרת האדומה.

אם תסתכלו במבוא של SID97-3E (תמונה 1), תראו ש-TCM ממליצים לווסת את מערכת הדלק בהתקנה הראשונית של המנוע, בכל ביקורת שנתית או ביקורת 100 שעות, בכל פעם שמכלול מערכת הדלק מוחלף, ובכל פעם שנראה שספיקת דלק אינה בהתאם למפרט. מעט מכוני בדק עושים זאת באופן שגרתי בביקורת השנתית, אולם זו המלצת TCM.

כמחצית משלושים ותשעת דפי SID97-3E מוקדשים לטבלאות של מפרטי ספיקת דלק לכל דגם מנוע TCM בעל הזרקת דלק. למטרות המחשה, שלפתי את המפרטים למנועי הזרקת דלק הנפוצים ביותר של Beech Bonanza ו-Baron (תמונה 2):

למשל, אם אתם מטיסים בוננזה עם מנוע IO-520-BA, הטבלה מגדירה ספיקת דלק להספק מלא (יום סטנדרטי, גובה פני הים, 2700 סל"ד) של 23.2 עד 24.9 GPH, או שווה ערך של 136 עד 146 PPH. כמו כן הוא קובע לחץ דלק בסרק (600 סל"ד) של 9.0 עד 11.0 PSI.

קראו את האותיות הקטנות

הרבה מכונאים מתרגמים זאת כאילו כל ערך ספיקת דלק בתחום טווח זה הינו בסדר, אולם למעשה זה איננו נכון כל כך. אם אתם קוראים את האותיות הקטנות של SID97-3E, תמצאו שתי הערות חשובות ביותר שמכונאים לעיתים מחמיצים.

הרי אחת:

NOTE: To ensure optimum cooling during FULL POWER operation, the FULL POWER fuel flow should be set to the maximum specification limit.

הערה: על מנת לוודא קירור מטבי במהלך תפעול הספק מלא, ספיקת הדלק להספק מלא צריכה להיקבע למגבלת המפרט המרבית.



במילים אחרות, יש לכוון את מערכת הדלק לייצור GPH 24.9 או PPH 146 בהמראה, וכל דבר פחות מכך יגרום להתפשרות על חשבון הקירור ואורך החיים של הצילינדר. דבר זה מתורגם באופן טיפוסי לחיווי ספיקת דלק קרוב לקו האדום על מחוון ספיקת הדלק. (מניסיוני, זה כלל אינו רעיון רע לווסת את המערכת ל GPH 0.5 או PPH 6 גבוה יותר, רק עבור מעט זהירות יתר.)

הנה הערה חשובה אחרת שלעתיים מוחמצת:

NOTE: Maximum part-throttle full-rich fuel flow will be achieved by setting the idle RPM (low) unmetered fuel pump pressure to the minimum value specified.

הערה: ספיקת דלק מרבית במצערת חלקית ומלא תערובת עשירה, תושג על ידי קביעת לחץ משאבת דלק לסל"ד סרק (נמוך) לערך המזערי המוגדר.

לפיכך, לא רק שחשוב לווסת ספיקת דלק להספק מלא למגבלה המרבית, זה חשוב גם לווסת ספיקת דלק להספק סרק למגבלה המזערית (PSI 9.0 במקרה של מנוע IO-520-B). רק על ידי ויסות המערכת בצורה זו, תוכלו להיות בטוחים בהשגת ספיקת דלק מספקת למצב מצערת חלקית.

שינויים לאחר מכירה

לבסוף, קיים נושא קשה בנוגע לכיצד לווסת את ספיקת הדלק במנועים שעברו שינוי לאחר מכירתם כגון GAMInjector ו-turbonormalizers. הנה לפניכם מה של - SID97-3E יש לומר בנושא:

תהליכי הוויסות הכלולים באשגר זה הינם לשימוש על מנועים שלא עברו שינוי מתצורתם המקורית כפי שנשלחו מהמפעל על ידי TCM. מנועים שעברו שינוי של הרכבת מכלולים לאחר מכירה כגון מערכות turbo normalizing, מקרנים, נחירי דלק, וכו', הן בהתאם ל - STC או אישורי שדה, חייבים להשתמש בהנחיות שסופקו על ידי בעלי ה - STC או המתקין. TCM לא יקבל כל אחריות או חבות לשום מנוע שעבר ויסות מנוע בהתאם לתהליכים הכלולים בהנחיית שרות זו.

במילים אחרות, TCM אומרים "עקבו אחרי הנחיות בעלי ה - STC⁶". לרוע המזל, כמה STC אינם מספקים הנחיה לוויסות מערכת הדלק, דבר שמשאיר את בעל המטוס והמכונאים שלו די לבדם.

⁶ STC – Supplemental Type Certificate

תורגם על ידי איציק מה-יפית
אוקטובר 2010.



בדיקת זריזה

אם SID97-3E אינו זמין ברשותכם, הנה כלל אצבע זריז שאתם יכולים להשתמש בו:

- במנוע הזרקת דלק רגיל, ללא מדחס גידוש (turbo charger), המתוכנן לפעול בדלק 100 אוקטן (יחס דחיסה של 8.5 עד 1) ספיקת דלק מהספק המראה ב - GPH צריך להיות בערך 9% מהספק המנוע המרבי. (למשל, מנוע IO-520 בעל הספק של 285 כוח סוס, ספיקת דלק צריכה להיות כ - 25 עד 26 GPH).
- למנועים בעלי מדחס גידוש שהותקן במפעל (יחס דחיסה של 7.5 עד 1), ספיקת דלק להספק המראה ב - GPH צריך להיות בערך 10.5% מהספק המנוע המרבי. (למשל, מנוע TSIO-520 בעל הספק של 310 כוח סוס, ספיקת דלק צריכה להיות כ - 32 עד 33 GPH).

כלל אצבע זה אינו כה מדויק כפי שנראה ב - SID97-3E, אולם זה לפחות מודא שאתם קרובים. רווח שולי נוסף הינו שכלל האצבע פועל במנועי לייקומינג ומנועי קונטיננטל בעלי מאייד (בהנחה שאתם יודעים את יחס הדחיסה, שאותו אתם יכולים למצוא בגיליון נתוני המנוע).

לאחר קריאתכם את המאמר הזה, אם יש לכם אפילו את הספק הקל ביותר באם ספיקת הדלק שלכם בהמראה מתאימה, דאגו לוויסותה - וודאו שאתם מבקשים מהמכונאי שלכם שהוויסות יהיה בצד הגבוה. החיים שתצילו יהיו של ... הצילינדרים שלכם!