

טמפרטורה בשלישית

מאת Mike Busch כפי שתורגם על ידי איציק מה-יפית מトーク AVweb מ-27.9.06

העתה המתרגם: חלק לא קטן מהתוסים שמהווים *EGT* – שללים אין פועל. אני משוכנע שבין קהילת הטיסים ימצאו לא מעטים שאינם יודעים מהו מכשיר זה, מה מטרתו ולמה הוא משתנה. נושא דלול הטערנות הינו נושא מאד פשוט במהלך הדרכת טיס חדש. אני חושש שמדובר בודדים משקיעים מאמן בחתקינות הדרכנית בושא זה, לموافית הקריטיות שלו לאורך חי המנווע. המאמר שלמה מסביר מזועג לבעל המטוסים שבקבבננו, אמר לו לפחות ממשמעו סוף דבר. מקווה שנשכיל כולנו לשמר על חי המנוועים, הן שלנו והם המשיכרים, לטובתנו.

היה לי מזל נחר ער מענייני מוטסי בוכנה במהלך 37 שניםתי כבעל של מטוס. כל המנוועים על המטוסים שלי הגיעו ל-TBO עם אחזקה מוגערת בכל הדרך, ובשנים האחרונות הם החלפו את ה-TBO.

במשך עשרים התי משוכנע שסוד הצלחתו הייתה העובה ש"פינקט" את המנוועים על ידי האבלת כוח השיווק ללא יותר מ-60% עד 65% הספק. חשתי שהקרה של מעט מהירות בתמורה לאורך חי מנווע ועולה תחזקה מוקטנת, הייתה נכונה.

לאחרונה, למדתי ש"פינוק" כזה הינו דרך אחת להשגת חי מנווע ארוכים, אולי אין זו הדרך הבלעדית. זאת כיוון שלא הכל הוא הגורם נזק למנוועים שלנו, זהה הטמפרטורה. מסתבר שאתם יכולים לפעול מנוועים אלו בקשיחות כפי שתיאבו, ככל עוד תהיו אובייסיביים לגבי שמירת הטמפרטורה תחת בקרה.

או כפי שידידי, גورو מנוועים ונציג טכני לשעבר של TCM Bob "Mose" Moseley אמר, "ישנם שלושה דברים המשפיעים על אורך חי המנווע: (1) טמפרטורה; (2) טמפרטורה; ו- (3) טמפרטורה!"

הכל נסוב סביב החום



מנועי מוטסי הוכנה שלנו הינם מנوعי חום. יש בהם חלקים נאים, במיוחד שתומי פלייטה ומובילי שתומים, החשופים לאלרף לטמפרטורות גבהות קיצונית בטוחה של 1200°F עד 1600°F (ולעתים אפילו חמות יותר). כיוון ששמן מנוע אינו יכול לשרוד טמפרטורת של למעלה מ-400°F בערך, חלקים נאים אלו חייבים לתקן ללא סיכה. הם תלויים במתכונות קשות במיוחד, פועלים במרוחים קבועים במיוחד, בטמפרטורות גבהות במיוחד, ללא סיכה. זה לא משווה שאינו מופלא, ועדות לנבדה יוצא מהכלל, שם שורדים כל כך הרבה.

המפתח המאפשר לאלה קרייטים אלו להחזיק מעמד הינו בקרת טמפרטורה, והטמפרטורה החשובה ביותר הינה טמפרטורת ראש צילינדר (CHT). Mose ניטר ושיפץ מנוועים אלו קרוב לארבעה עשורים. הוא טוען שמנוע הפעול ב-CHT מעל 400°F על בסיס קבוע יראה עד פי חמישה בלבד בלא מתכת בדגימות השמן, בהשוואה למנווע זהה שוגבל תמידה ל-350°F או פחות. "mdahim עד כמה העלה קטנה ב-CHT יכולה להאיין את בלאי המנווע" אמר Mose.

עד כמה שהיא – CHT הינו קריטי, להרבה בעליים אין שמן של מושג האם ה-CHT שליהם הינו מעל 400°F או מתחת ל-350°F. זה כיוון שהיוי המנווע, המספקים על ידי מרבית יצרני המטוסים, אינם מספקים בצורה מעוררת חמלה. מחוון CHT של המפעול מחובר לצילינדר אחד בלבד, ולא בהכרח החם ביותר. יתר על כן, מחוון CHT של המפעול לעתים אולי אינו מכיל, והקשת היירוקה שלו משחרעת בצורה מגוחכת עד לחום של 460°F (למנועי קונטיננטל) או 500°F (למנועי לייקומינג). המספרים הללו יכולים להיות בסדר כקו חום אדום, אולי ברור שהם מיועדים לתפעול מתמשך. אם כל מה שיש לכם הוא מהווני המפעול, אתם יכולים לבשל בנקל את הצילינדרים שלכם למוטות, בעודם הושבים באושר שהcoil בסדר, כיוון שמהווים CHT נמצאת היבט בקשר היירוקה.

בכדי לדעת מה באמת מתרחש בחזית קיר האש, עליכם להציג במנתח (analyzer) מגע מודרני, רב גששים, עם תצוגה דיגיטלית. מכשור כזה אינו זול, \$2,500 לבודד או \$5,000 לזוג מותקן, אולם אם זה מצל אלכם המצויך להחליפ זוג צילינדרים בדרך – TBO, זה יותר מאשר משתלם. התקנת מנתח מגע דיגיטלי הוא קרוב לוודאי השקעת הכספי הטובה ביותר בגין שאתם יכולים לעשות במטסכם.

קביעת (Setup) מערכת הדלק

להמראה וטיפוס התחלתי, אנחנו באופן נורמלי עם מצערת פתוחה לרווחה, תעבורת שעירה מלאה, סל"ד מירבי (אם יש לנו מדחף מהירות קבועה), ומדפי מגע פתוחים לרווחה (אם יש לנו כללה). כך שאין לנו הרבה מה לעשות מהתא בכדי להשפיע על ה – CHT במהלך שלבים אלו של הטיסה.



מה שמשפיע על CHT הוא כיצד זרימת הדלק בהספק מלא מושתת. לדוגמה, במקרה הזה, זה מוצע לראותות CHT גבוהה עקייב זרימות דלק מושתת לא כיאות, בחלוקת במגוון הזרקת דלק. אין זה בלתי רגיל לזרימות הדלק להיקבע לא נכון, מיום הרכבת המנוע, ולעולם לא לבדוק או מושתת כל הדרך עד ל – TBO. הבעלים מסים בהחלפת צילינדרים כל 500 שעות ולעולם לא יודע מדוע (או משאים את היצורן).

בחלקה, הבעיה אצל הטכנאים, שאינם מבינים במלואו עד כמה קריטי לבדוק ול老子 את קביעת מערכת הדלק על בסיס קבוע. למשל, TCM ממילץ שקביעת מערכת הדלק במגוון TCM עם הזרקת דלק לתקן ותוות מספר פעמים בשנה בכדי להティיחס לשינויים עונתיים. מרבית המטוסים המונעיםovernight TCM עוברים שנה אחרי שנה ללא שזה מתבצע, ולהרבה מוסכים אין אפילו את ציוד הבדיקה הנדרש בכדי לבצע זאת.

אפילו כאשר הטכנאים כן בודקים ומושתים את מערכת הדלק, הם לעיתים תכופות מושתים זאת לא נכון. למשל, הוראת השירות של SID97-3C TCM מכילה טבלה ארוכה המפרטת זרימת דלק בהספק מלא כתובה (מערבי וmirbi). האותיות הקטנות של ההוראה מורה לטכנאים לזרמת הדלק בהספק מלא לקצה הגובה של הטווח המצוין, אולם הרבה טכנאים מחסרים נקודה עדינה זו, ומושתים אותה לאמצע הטווח. הניסיון מראה שהוא פשוט זרימת דלק לא מספקת לשמרות קירור CHT במהלך המראות במזג אווירם.

כמו כן קיימת בעיה של שינויים במגוונים לאחר מכירתם. לדוגמה, מנוועים שהודיעו עם צילינדרים תוצרת Superior's Millennium יוצרים לעיתים גבוהה מאשר עם הצילינדרים המקוריים של המפעל.Cut-off אנחנו יודעים שהסיבה לכך היא שלצילינדרים של Millennium יש "יעילות נפחית" טוביה יותר מאשר לצילינדרים של המפעל, במלחינים אחרות – הם קולטים ופולטנים גזים טוב יותר. כיוון שהם קולטים יותר אויר בכל מחזור דחיסה, הם זוקרים ליותר דלק בכדי לשמור על אותה תעבורת אויר/dלק. ספיקת הדלק להספק מלא, המושגנת על מהווים הזרימה שלכם או המוגדרת בהוראת השירות של SID97-3C TCM, עשויה להיות לא גבוהה מספיק, אם מותקנים אצלכם צילינדרים של Millennium.

גורועים יותר הם מנוועים מגודשים עם התקנת מצננים פנימיים. המגן מפחית את טמפרטורת האוויר הנכנס לצילינדר, גורם לו להיות צפוף יותר (פהיה ליל). אויר צפוף יותר דורש יותר דלק לשמרות התעבורת הרצויה, כך שספקת דלק להספק מלא חייבת לגודל משמעותית מעל המפרטים המקוריים של המפעל. לעיתים קרובות זה לא מתחזע, והتوزאה היא צילינדרים מטוגנים.

הרבה מוכנים לא מתלהבים מօיסות ספיקת דלק למראה מעבר לקו האדום. מכל מקום, אם ברשותכם צילינדרים של Millennium, מצננים משומשים, או "שינוי" אחר המאפשר למנווע שלכם להפיק יותר הספק מאשר הפיק אשר עבר את המפעל, זה בדיקת מה שחייב להישנות בכדי לשמור את ה – CHT שלכם קר יותר, ולמנוע כישלון מוקדם של הצילינדר.

ספקת דלק הולמת?

איך תוכלו לומר באם ספיקת הדלק להספק מלא שלכם מתאימה? אם אתם מוגבלים למחווני המפעל, אתם בודאי אינם יכולים, לפחות עם דיקון כלשהו. הטוב ביותר שתוכלו לעשות הוא להבחון במחוון ספיקת הדלק שלכם (אם יש לכם).

כל אצעע טוב הינו להכפיל את הספק המירבי המדורג של המנוע ב – 0.1 ב כדי לקבל את ספיקת הדלק המזערית הנדרשת בגalon לשעה, או ב – 0.6 לפאונד בשעה. למשל, אם המנוע שלכם מדורג בהספק של 285 כוח סוס, ספיקת הדלק להמרת החיבת להיות לפחות לפחות 171 GPH או 28.5 PPH; אם הוא מדורג ב – 310 כוח סוס, המינימום חייב להיות 186 GPH או 31.0 PPH. אם ספיקת הדלק להמרת נמוכה מזה משמעותית, תנו למכנאי שלכם להעלותה. ואל תשכחו שגם יש לכם צילינדרים של Millennium או מצנץ פנימי משומש, המנוע שלכם עשוי להפיק כמו אחוזים יותר של הספק מאשר אחוזים של ספיקת דלק.

אם יש ברשותכם מנוע דיגיטלי, רב גישים, קל יותר לומר באם ספיקת הדלק שלכם מושתת גבוה מספיק. רק והוא שף אחד מה – CHTs אין חורג מ – 380°F במהלך ההמרת והטיפוס. אם הם בסביבות 350°F, זה אפילו טוב יותר. הניסיון מראה ש – EGT בהספק מלא לא יהיה יותר מאשר 1,300°F בערך למנועים רגילים, ובערך 1,400°F למנועים מגודשים, למרות שמספרים אלו אינם כה חשובים כמו ה – CHT.

מה לגבי שיטות?

טיטה שיטות מייצגת את חלק הארי של זמן הטיסה שלנו. כמו בהמרת וטיפוס, חיוני לשמור את כל ה – CHTs ב – 380°F או פחות במהלך השיטות להשתתת אורח חיים טוב של הצילינדר, ו – 350°F אפילו טוב יותר. בתקופה שנוכן לעשות זאת מבלי לשפוך 30 GPH של LL 100 על הבעה.

ישנן שלוש אסטרטגיות בסיסיות שונות לשימרת CHTs נמוכים במהלך השיטות:

- פנקו את המנוע
- תפעלו בתערובת עשוירה מאד
- תפעלו תערובת ענייה מיטבית

כל שלוש האסטרטגיות עובדות, ושימוש מצפוני בכל אחת מהן ייתן לכם סיכוי טוב בבחירה TBO עם ביעות צילינדר מוערויות. אולם לכל אחת יש בעד ונגד. הנה נתבונן מקרוב.

לפנק את המנוע

הרובה ספיי תפעלי טיס (POH) מדברים על הפעול בשלוש אלטרנטיבות של מצב תערובת: "תערובת הספק מיטבית" (בערך 125°F מתחת לשיא דילול תערובת), "תערובת ענייה מומלצת" (בערך 50°F מתחת לשיא דילול תערובת) ו"תערובת חסכנות מיטבית" (שיא דילול תערובת). לפי ניסויינו, מרבית הטיסים נוטים לפעול אי שם בין תערובת הספק מיטבית ותערובת ענייה מומלצת.

נראה ש"תערובת ענייה מומלצת" (בערך 50°F מתחת לשיא דילול CHT) הינה מצב התערובת הגרוע ביותר האפשרי לשימורת CHT נמוך. אם אתם מתבוננים בגרף, תראו ש – CHT מגיע למקסימים קרוב מאד ל – 50°F מתחת לשיא דילול תערובת. כך שאם אתם רוצים לפעול ב"תערובת ענייה מומלצת" ובמקביל לשמור על CHT נמוך, יש דרך אחת להגיע לשם: להפחית כוח בזורה דרמטית (כלומר, ל – 60% הספק או פחות). במלים אחרות, לפנק את המנוע.

הן "תערובת הספק מיטבית" והן "תערובת חסכנות מיטבית" גורמות ל – CHTs נמוכים יותר במידת מסוימת מאשר גורמת "תערובת ענייה מומלצת". ככל אחד מצביו תערובת אליו, אתם יכולים לפעול בדרך כלל ב – 65% הספק פחות או יותר, ועדיין לשמור את ה – CHTs בטוחה המקובל.

בכל אחד מקרים אלו, אתם מחליפים כוח ומהירות תמורה טפרטורות נמוכות ואורך חיים ארוך יותר. לרובנו, זהה הchèלפה הגינונית.

תפעול עשיר מאד

אולם מה אם איןכם מוכן להקריב כוח ומהירות? האם אפשרי להיות מהיר יותר ועדיין לשמר CHTs נמוכים? אכן כן. כבר דיברנו לגבי דרך אחת לעשות זאת, בדין על המראה וטיפוס התחלתי: לצתת הרבה 100LL על הבעה. במלים אחרות, לתפעול עשיר מאד.

כמה עשיר? הגרף מרמז שעל מנת להפחית CHTs ב - 25°F, אתם צריכים להעניר את התערובת לערך 160°F מתחת לשיא הדילול. לכל הפחתה של F 10° נספים ב - CHT, עלייכם להעניר את התערובת ב - 50°F מתחת לשיא דילול התערובת. שימוש בתערובות עשירות מאד כאלו, אתם יכולים לטוס מהר ועדיין להישאר קרים. אולם לפני שתחליטו לлечת בנטיב זה, שיקלו את החסרונות.

הvisorון הכרוך ביותר הינו שאסטרטגיה זו אינה מאד זלנית בלבד. בהשוואה ל"תערובת חסכנית מיטבית", האסטרטגיה המדועה צורכת בערך 25% יותר דלק, ומתקינה טوها באוטו השיעור. המנסיגים של תערובות עשירות מאד יספרו לכם ש"דלק זול יותר ממגוון", אולם אל תהיו כל כך בטוחים. במחירים הדילוק התעופתי של היום, שימוש ב - 25% יותר דלק במנוע 300 כוח סוס יכול לעלות יותר מאשר \$25,000 על פני ה - TBO של המנוע, וזה מספיק בכדי להחליף מספר צילינדרים.

הvisorון שני ופחות ברור הינו שתערובות עשירות מאד גורמות לבירהה "מלוכלת", עם הרבה תוציאו לוואי שלא נשרפם בגז הפליטה. תפעול בדרך זו למשכים ארכיים נתה לגרים לבניית משקעים על ראש הבוכנה, חריצי התבעת, מצחים וקני שסתום הפליטה. עשו זאת זמן מושך ותוכלו להחליף מספר טבעות תקועות, שסתומים תקועים, מובילי שסתום בלויים ומצחים מטונפים.

תפעול בשיא הדילול

הדרך השלישית להפחיתת CHTs הינה לדילול אפלו יותר באנרגזיביות מאשר ספר התפעול ממליין, ולתפעול בצדיו המדולל שלシア ה - EGT. התרשימים מראה שאתם יכולים להקטין לckettין ב - 25°F על ידי דילול של בערך 10°F מתחת לשיא הדילול. לכל הפחתה נוספת של F 10° ב - CHT, אתם חייבים לדילול 15°F נוספים מתחת לשיא הדילול. שימוש בתערובות עניות מאד אלו, אתם יכולים לטוס מהר, להישאר קרים ולהשיג חיסכון דלק ממשמעותי, הכל באותו הזמן.

מה ההvisorון בגישה שלシア הדילול? ההvisorון העיקרי היחידי הינו שלמנוע שלכם יש חלוקת תערובת בלתי אחידה בין הצילינדרים שלו, הוא יפעל בדרך כלל בצורה גסה לא קבילה במצב תערובת שלシア הדילול.

חלוקת תערובת בלתי אחידה יכולה להיות מתוקנת בדרך כלל במנועי הזרקת דלק על ידי "תיאום" נהיר מזוק הדילוק לסליל חור או איזון התערובות. הימם נחרים ניתנים לתיאום, המספקים עתה למרבית מנوعי קונטיננטל וליקומינג בעלי הזרקת דלק. TCM מציע עתה גרסה שלו למזרקים מתואמים על מספר מנועים שלו.

מנועי ה - TSIO-520-BB בৎנה T310R של GAMIjectors ב - GAMIjectors. כתוצאה,חלוקת התערובת שלו קרובה לשלהם, ואני יכול בדרך כלל לדילול לצורה קצונית (קרוב ל - 100°F מתחת לשיא הדילול) ללא פעללה גסה מורגשת.

אםelman שלכם ישマイיד, אין לכם נהיר מזוק להם. אםחלוקת התערובת שלכם בלתי אחידה, המנוע שלכם כנראה לא יפעל מתחת לשיא הדילול ללא פעולה גסה בלתי קבילה, וכנראה אין יותר מדי מה לעשות לגבי זה.

יש שונות אדירה בחלוקת תערובת בין מנועים בעליマイיד מיצרים ודגמים שונים. למרבית מנועי ליקומינג בעליマイיד ישחלוקת תערובת אחידה יהשית והם לעיתים מודדים טובים לתפעול בשיא הדילול. מצד שני, מנועי קונטינטל O-470, הנמצאים במרבית מטוסי צנעה 182s, ידועים לשםchner בחלוקת תערובת בלתי אחידה, ומתפקידם לא ניתן לדילול מעבר לשיא EGT ללא מקרה חמוץ של רעדות.

הישאר קר!

באייזו אסטרטגיה שתעדיפו, הדבר החשוב הינו להשיג על ה – CHTs שלכם מקרוב, ולודא שהם נשאים קרים. הדרך הטובה ביותר לעשות זאת הינו להתקן צג מנוע דיגיטלי רב גשים, ולהתכנס את ההתרעה של ה – CHT לפועל ב – 400°F או 390°F.

אם ההתרעה פועלת במהלך המראה או טיפוס התחלתי, עליכם לדרוש מהמכונאי שלכם להעלוות את ספיקת הדלק להספיק מלא. אם היא מופעלת במהלך שיט, יש להעיר או לדלול בכדי להוריד את ה – CHT לרמות מקובלות.

אם אין לכם צג מנוע דיגיטלי רב גשים, התקינו אחד. הูลות של מכשור שכזה (כולל התקינה) הינו בדרך כלל פחות מאשר עלות החלפת צילינדר אחד. אי התקינה של מכשור כזה הינה מקרה קלאסי של "קונה בזוקר – מוכר בזול".

טoso בביטחון.