

הלך מנוע!

האם עלינו לחזור לאחור?

נכתב על ידי **Barry Schiff**, תורגם על ידי **איציק מה-יפית**, מתוך **AOPA On Line** מתאריך יולי 2002.

הערת המתרגם: לעניות דעתי זהו אחד המאמרים החשובים ביותר שתרגמתי לאחרונה. כיוון שהסטטיסטיקה פועלת תמיד לרעתנו, רצוי להניח שנדקק לעצות שלמטה אי פעם בימי חלדנו. לפיכך, ממליץ מאד לקרוא, לחשוב ולשנן את האמור כאן. בזמן אמת זה עשוי להציל את חיינו וחיי הנוסעים עימנו. וכרגיל, כל הכתוב הוא רק בגדר המלצות המחבר. אל תנסו בבית.

זה עלול להיות הסיוט הגרוע ביותר לטייס חד-מנועי: כישלון מנוע מלא מייד לאחר המראה.

על פי NTSB היו 4,187 תאונות שנגרמו עקב כשלון מנוע במהלך חמש השנים האחרונות (כאמור, המאמר נכתב בשנת 2002). זהו ממוצע של 837 לשנה או יותר מאשר שתיים ליום. מתוכן, מספר משמעותי היה כנראה כתוצאה מכישלון מנוע במטוס חד-מנועי מייד לאחר המראה.

האמת היא שהרבה יותר כישלונות מנועים אירעו במהלך תקופה זו, אולם לא דווחו, כיוון שהם לא גרמו לנזק או פציעות¹

העצה השימושית בדרך כלל לטייס שמוצא עצמו לפתע ללא כוח מנוע יכולה להסתכם במשפט אחד: "אם המנוע כושל לאחר המראה, נחת ישירות קדימה; אל תפנה חזרה לשדה."

זוהי בדרך כלל עצה טובה. אולם ישנם מקרים בהם טייס חייב לחזור לשדה ולא לנחות ישר לפניו.

תיעוד תאונות של ה-NTSB מתאר בפירוט גרפי את התוצאות הקטלניות לעתים מהזדקרות/סחרור של אלו שניסו לפנות 180 מעלות בחזרה לשדה מגובה נמוך מדי. לעומת זאת, טייסים רבים חזרו למסלול בהצלחה, אולם מבלי שהשלטונות הבחינו בכך כיוון שכישלונות המנוע לא גרמו לתאונות.

מבחן החזרה לאחור

גובה הינו אחד משני גורמים עיקריים העושה את ההבדל בין הצלחה לכישלון. עם גובה מספק, חזרה לאחור לשדה יכולה להיות המפלט הבטוח ביותר תחת מספר תנאים, כגון כאשר פני הקרקע שלפנים מספקים תקווה מועטה להישרדות בנחיתה האונס.

אם אין לכם גובה מספק, אין לנסות פניה לאחור. נכון יותר לקבל התרסקות נשלטת לתוך הרוח מאשר להסתכן בסחרור בלתי נשלט לתוך אבדון.

אולם כמה גבוה זה גבוה מספיק? מהו הגובה המזערי שמעליו חזרה לשדה יכולה להתבצע בבטחה?

הדבר תלוי בתכונות הגלישה של המטוס ושיטת החזרה שמשתמשים בה. למשל, האם זווית ההטיה צריכה להיות רדודה, בינונית, או חדה? על מנת לענות על שאלה זו ועל שאלות אחרות ביחס לחזרה למסלול שנויה במחלוקת, גייסתי את עזרתם של מספר מדריכי טיסה לקבלת נתוני טיסה למגוון מקרים של תעופה כללית.

בכדי לדמות כישלון מנוע לאחר המראה, הטסנו את המטוס בתצורת המראה ובמהירות זווית טיפוס מיטבית (best angle of climb speed). בגובה בטוח, הועברה המצערת לסרק והטייס לא עשה דבר במשך ארבע שניות, הזמן הנדרש באופן טיפוסי לזהות כישלון מנוע ולהתחיל לפעול. לאחר השהייה זו יוצב המטוס בהטיה של 30 מעלות בפניית גלישה. לאחר השלמת פניה של 180 מעלות, שיעור

¹ ה-NTSB אינו דורש "כמעט ונפגע", אלא רק דיווח אם יש נזק משמעותי ו/או נפגעים, כאשר נזק המוגבל למנוע בכשל של מנוע אחד אינו נחשב "משמעותי".

השקיעה נעצר בכדי לדמות הצפה לנחיתה. בדיקות נוספות בהמשך בוצעו בפניות הטיה של 45, 60 ו- 75 מעלות, ואובדן הגובה נרשם.

בהתאם לממצאים אלו, אובדן הגובה המזערי (במרבית המקרים) נבע מפניית הטיה חדה. אובדן הגובה בצסנה 172, למשל, הוא 380 רגל כאשר מבצעים פניה רדודה אולם רק 210 רגל כאשר זווית ההטיה מחודדת ל- 75 מעלות.

זה עשוי להיראות לא הגיוני שהטיה רדודה גורמת ליותר אובדן גובה מאשר הטיה חדה. ככלות הכול, שיעור השקיעה במהלך פניית גלישה גדל עם זווית ההטיה. ההסבר מערב את גורם הזמן. כאשר צסנה 172 בהטיה של 30 מעלות בגלישה של 70 קשר, שיעור הפנייה הינו 9 מעלות לשנייה והזמן הנדרש לבצע פנייה של 180 מעלות הינו 20 שניות, שזה מספיק זמן לאיבוד גובה משמעותי אפילו ששיעור ההנמכה הוא קטן יותר.

ולחיפה, שיעור הפנייה גדל בצורה מדהימה ל- 58 מעלות לשנייה במהלך הטיה של 75 מעלות, ופנייה של 180 מעלות דורשת רק 3 שניות, לא מספיק זמן לאיבוד גובה משמעותי אפילו בשיעור הנמכה גבוה.

נראה שהתוצאות תומכות בשימוש בזווית הטיה חדה. הבעיה הינה שזוויות הטיה הולכות ומחודדות מעלות את מהירות ההזדקרות. במהלך פניית הטיה של 30 מעלות, מהירות ההזדקרות גדלה באופן לא משמעותי, מ- 50 ל- 53 קשרים בצסנה 172L. בפניית הטיה של 75 מעלות, מהירות ההזדקרות גדלה דרמטית ב- 97% (בכל המטוסים). ברור שיש להימנע מזוויות הטיה חדות במהלך תמרונים בגובה נמוך.

טיעון נוסף כנגד פניות חדות הינו הקושי בניסיון לעצור שיעור שקיעה גבוה בקרבת הקרקע. כאשר המטוס בקרבה מסוכנת להזדקרות, נדרש לחץ הגה גובה נוסף בכדי להתנגד לתנע (מומנטום) האנכי המשמעותי של המטוס. הבעיה מוחמרת על ידי הגדלת הסבירות להזדקרות מואצת² (accelerated stall) בקרבת הקרקע.

נראה שזווית ההטיה האופטימאלית, לפיכך, הינה פשרה בין השפעות אובדן הגובה של הטיה רדודה והגדלת מהירויות ההזדקרות הקשורות לזוויות הטיה חדות. נראה שפניית הטיה של 45 מעלות מספקת את התוצאות הטובות ביותר, שיעור פניה מתון ואובדן גובה, ורק 19% של הגדלת מהירות ההזדקרות.

במהלך חקירה זו, בדקנו שיטות פנייה אחרות: מחצית סחרורים (half spins),³ wingovers, ופניות לא מתואמות. במרבית המקרים הוכח שתמרונים אלו אינם קבילים והסתיימו באובדני גובה גדולים ומסוכנים יותר מאשר פניות גלישה מתואמות.

לאחר השלמת פנייה של 180 מעלות, המטוס סוטה הצידה מציר המסלול, ולפיכך חייב לפנות עוד 30 מעלות לפחות בכדי לחזור לציר האמצע ועוד 30 מעלות בכדי להתיישר עם המסלול.

תחילה חשבנו שתידרש תוספת של 25% גובה מעבר לזה של אובדן הגובה במהלך החזרה של 180 מעלות, בכדי לחזור למסלול. אולם המשך הבחינה גילה שנדרשת תוספת של 50%. למשל, צסנה 172L מאבדת 300 רגל במהלך הטיה של 45 מעלות בסיבוב של 180 מעלות (כולל השהייה של 4 שניות ומעבר מטיפוס לגלישה), אולם נדרשים 450 רגל לחזרה למסלול בתנאים אידיאליים.

כאשר אתם קובעים כמה גובה המטוס המסוים שלכם מאבד במהלך פנייה של 180 מעלות, הגדילו מספר זה בלפחות 50% בכדי לקבוע את גובה החזרה המזערי. על ידי הוספת תוצאה זו לגובה השדה, יש לכם גובה מיועד שיש להגיע אליו לפני שאתם שוקלים חזרה למסלול.

² הגדלת מהירות ההזדקרות כאשר המטוס בפנייה ושומר גובה.

³ ביצוע פנייה תוך כדי נסיקה ולאחר מכן צלילה.

מקום לתמרון

הגורם העיקרי השני (גובה הינו הראשון) שיכול לקבוע הצלחה או כישלון הינו אורך המסלול. אם המסלול קצר, ניסיון לחזור מגובה סיבוב חזרה מזערי כנראה ויכשל כיוון שהמטוס יהיה רחוק מדי מהמסלול כאשר הוא מגיע לגובה הסיבוב חזרה. כמו כן, זה משאיר מקום מועט לטעות (במיוחד כיוון שהנחיתה עם הרוח). מצד שני, סיבוב חזרה מגובה מתאים למסלול באורך 12,000 רגל אינו מסובך. כלל אצבע ממליץ שלא לחשוב אפילו על פניה לאחור אלא אם נטפס מעל שני שלישים מהגובה המזערי לפניה חזרה לפני חציית את קצה המסלול⁴.

למרות שטיפוס ראשוני במהירות זווית מיטבית לטיפוס V_x (best angle of climb) מוביל לגובה רב יותר מעל קצה המסלול מאשר במהירות שיעור מיטבי לטיפוס V_y (best rate of climb), על הטייס להכיר שכיטול מנוע ותגובה מושהית ב- V_x גורמים לאובדן מהירות מהיר יותר הממקמים את המטוס בסכנת הזדקרות גדולה יותר. יתר על כן, המעבר ממצב אף גבוה שכזה למצב גלישה דורש להוריד את האף בחדות, פעולה שנראית תחילה כאילו ממלאים את השמשה הקדמית בהתרוממות מהירה של הקרקע. הדבר יכול להפחיד אפילו את אלה המוכנים לתמרון בגובה נמוך. למרות שטיפוס ב- V_y יכול להפחית את היכולת לחזור למסלול, המהירות הנוספת שהוא מספק הינה רצויה יותר.

פניה חזרה מסוכנת כשעוזבים לתוך רוח אף חזקה עקב האפשרות של החטאת יתר (overshoot) ואורך מסלול ניכר הדרוש להקטנת מהירויות קרקעיות. תחת תנאים אלו, מומלץ יותר להנמיך את האף לאחר כישלון מנוע ולקבל מה שמונח לפנים.

אם ברוח עסקינן, כיוון הפנייה צריך להיות לתוך הרוח בכדי להקטין סטייה רוחבית מציר המסלול, דבר המקל על התיישרות לנחיתה. פנייה עם הרוח תגרום למטוס להיסחף הרחק מציר המסלול, ותקטין את הסבירות לחזרה לשדה.

אם הרוח נושבת במורד המסלול⁵, פנו לכיוון שנוח לכם יותר (שמאלה למרבית הטייסים).

אם אתם יוצאים ממסלול מקביל, עליכם כנראה לפנות לקראת המסלול המקביל האחר ולנחות עליו או על כל מסלול אחר שנוח יותר. אל תהיו מקובעים לגבי נחיתה על המסלול שעזבתם. אם מסלול הסעה או כל שטח נקי אחר נראה כבחירה טובה יותר, השתמשו בהם. הנחיתו את המטוס על כל משטח שיאפשר נחיתה ללא פגיעות גוף.

אם סיבוב חזרה גורם לגובה עודף בגישה הסופית, ניתן להיפטר ממנו על ידי פניות S, הורדת מדפים⁶, או על ידי החלקה. מאידך, אם אף פעם לא הייתם כה נמוכים ואינכם בטוחים אם כני הנסע יחלפו את הגדר או יהרסו אותה, אתם יכולים להמתין עד השנייה האחרונה להורדת המדפים למצב המראה. ניסיון הזדמנות אחרונה זה גורם בדרך כלל להתרוממות קלה ועשוי להיות מה שנחוץ לבסוף. אולם כיוון שאין ארוחות חיים, היזהרו משיעור שקיעה מוגדל לאחר שעזבתם את הגדר מאחוריהם (בתקווה שללא פגע).

כשאתם מתחילים את הנחיתה, אל תאפשרו הצפה ארוכה שתיצרוך אדמה יקרה. הורידו את המטוס – בתקיפות, אם נדרש – ולחצו בחזקה על המעצורים (stomp on the binders). אם מכשולים צצים לפניכם, הרימו מדפים בכדי לחסל את העילוי, ושקלו לולאה קרקעית. עשו ככל שנודרש למנוע מהחרטום להיתקע בתוך עצם ניח.

להתכונן לגרוע מכל

המסורת טוענת שנחיתה מסוכנת יותר מהמראה. נחיתה, כך מלמדים אותנו, דורשת יותר עידון ומומחיות והשוותה להשחלת חוט במחט. המראה, מאידך, לעתים מושווית בפשטות להוצאת החוט. אולם ביחס לאמינות מנוע, ההמראה מסוכנת יותר. זאת כאשר המנוע נבחן לראשונה וכאשר אנחנו

4 נראה די ברור מה המשמעות לממריאים מהרצליה.

5 ללא רכיב צידי.

6 בהנחה שהמדפים מכאניים, או שהם חשמליים ומערכת החשמל תקינה.

למדים אם הכול עובד כשורה. יש סיבה קטנה יותר לדאגה לשלמות המנוע במהלך הגישה כיוון שאמינותו הובטחה במהלך הטיסה.

כאשר הכרתם בסיכון של כישלון מנוע במהלך המראה וטיפול ראשוני, המעט שביכולתכם לעשות הינו להתכונן לאפשרות זו בהכירכם את הגובה המזערי לפני חזרה למטוס שלכם. גובה זה מספק יתרון פסיכולוגי בזמן שאתם עמוסים במגוון מטלות יציאה ופחות מוכנים לכישלון מנוע. עם גובה מיועד בראשכם, אינכם נאלצים לבצע החלטה באשר כן/לא פניה חזרה, ההחלטה בוצעה קודם לכן. אם הינכם מתחת לגובה המיועד, אתם יודעים שאינכם חוזרים. מעל גובה זה, ביכולתכם לפנות עם ודאות רבה יותר להצלחה, וכתוצאה מכך, לבצע זאת ביתר קור רוח ויעילות מאשר לפנות מבלי לדעת דבר לגבי הסבירות להישרדות. כישלון מנוע לאחר המראה מפחיד באופן קיצוני ויכול למסמס את החדות שלכם כהרף עין. מצידים בגובה מיועד, אתם מתחילים עם היתרון בצדכם.

כאשר התנאים רומזים על שימוש בתמרון פניה חזרה, אינכם יכולים להרשות לעצמכם את המותרות של השערות. עליכם לדעת שביכולתכם לבצע זאת בבטיחות - או לא לנסות את הפנייה כלל. כאשר התחייבתם לחזרה לאחור, עליכם לבצע זאת בקור רוח, דיוק מחושב, פנייה בזווית הטיה רצויה בעודכם שומרים בקפדנות על מהירות גלישה מיטבית. סטיות גדולות בביצועי הטייס יכולים לכרסם בצורה דרסטית את הגובה יקר-הערך.

שמרו ראשכם בתא והשגיתו על המכשירים בעודכם מבצעים את פנייה הגלישה. זה מסייע לוודא כניסה נאותה. שרוב הצוואר לאיתור המסלול אינו מביא תועלת עד שחלק מהפנייה הושלמה.

מאידך, ודאו שאתם מביטים במסלול לפני השלמת מחצית הפנייה בכדי להחליט אם החזרה לשדה נראית סבירה. אם לא, הפכו את הפנייה ונחתו לתוך הרוח.

התנגדו לפיתוי לחדד את ההטיה ו/או להקטין מהירות במהלך הפניה (הקטנת מהירות בתחום של 5% ממהירות ההזדקרות מפחיתה אובדן גובה למעלה של פניה, אולם לא ניתן להמליץ עליה במצפון נקי).

כאשר טייס פועל בדרך פעולה מחושבת, רוחו מועמסת פחות בפחד, ויתכן שיוותר לו זמן לניסיון התנעה מחדש. יתכן והבעיה יכולה להיפתר על ידי החלפת מיכלי דלק או הפעלת משאבת דלק. אולם ניסיון לנתח כישלון מנוע תוך כדי תמרון דורש ראש נקי. הכנה מסייעת לאפשרות זאת.

בעוד אתם קוראים זאת, ללא ספק תשקלו את הטעוניהם הרבים והלגיטימיים כנגד פניה חזרה לאחר המראה. מאידך, שקלו גם את הטעוניהם התומכים בכך. ישנם טעוניהם רבים כאלו, כולל הברור מאליו: הזמינות של משטח נחיתה חלק וארוך. כמו כן, צוותי חילוץ והצלה בדרך כלל זמינים יותר בשדה מאשר מחוצה לו.

הרבה מעבר לתמרון פניה חזרה עומד נושא הימנעות מכישלון מנוע מלכתחילה. כיוון שחוסר דלק נפוץ יותר מאשר כישלון מבני או מכאני, טייס חייב לשנות את הכנותיו לפני טיסה שיכילו את בחירת מיכל הדלק המלא ביותר לפני התנעת מנוע. אין להזיז את בוחר הדלק שוב עד אשר המטוס בטיסת שיוט⁷. מיקום מחדש של בוחר הדלק במהלך בדיקת מנוע יכולה שלא לאפשר מספיק זמן להחליט שהמנוע פועל בזרימת דלק משמעותית. יתכן ויש מספיק דלק בצנרת רק בכדי להביא את המטוס לאוויר לפני הדממה הפתאומית שתכניס את הטייס להלם מרפה ידיים.

על ידי בחירת מיכל הדלק הרצוי לפני התנעת מנוע, אתם יכולים לבחון תקינות זרימת דלק במהלך התנעת המנוע, הסעה שגרתית ובדיקות מנוע לפני המראה. הדבר מוודא טוב יותר שהדלק אכן זורם בחופשיות מהמיכל למנוע.

כאשר מקדמים את המצערות בתחילת ריצת המראה, האיזון בקפידה לרעש בלתי שגרתי, סקרו את המחווניהם בשיקול דעת, והיו מוכנים לאפשרות של ביטול המראה.

7 אני משוכנע שהמחבר לא התכוון לסטות כהוא זה. מהכתוב בכד"ח המטוס עליו טסים.

יש לבצע טיפוס התחלתי תלול ככל האפשר מבחינה מעשית ובטיחותית. טיפוס שטוח יחסית מפחית את היכולת לחזור לשדה אם יתרחש כישלון מנוע, אפילו כאשר נמצאים מעל הגובה המזערי לפניה חזרה.

טייסים רבים נוהגים להפחית מצערת כמעט מייד לאחר ההמראה. הימנעו מזה, אלא אם הדבר נדרש עקב נהלי הפחתת רעש בשדה. אם המנוע פועל כשורה במלוא ההספק, השאירו אותו כך והשתמשו בו לשמירת ביצועי טיפוס מרביים. אל תפחיתו כוח עד אשר הגעתם לגובה המזערי לפניה חזרה או עד אשר יכולה להתבצע נחיתה בטוחה יחסית מחוץ לשדה.

כאשר אתם באוויר, החלו לחפש מקום לנחיתה. זה עשוי להיות קשה לשנות מצב מחשבתי בפתאומיות שכזו ולחשוב על נחיתה אונס במהלך הרגעים הראשונים של הטיסה, אולם תהליך פשוט זה עשוי להשתלם שבעתיים. אם נבחר אזור נחיתה, ההלם של כישלון מנוע בגובה נמוך לא יהיה כל כך דרמטי. אתרי נחיתה מתאימים אינם תמיד לפניים או מאחור; בחירה טובה יותר יכולה להיות בצד.

איש אינו יכול להנחות את הטייס בדיוק מה לעשות כאשר המנוע היחיד שלו נכשל לאחר המראה, וכל אחד מאיתנו חייב להחליט על דרך הפעולה שלו. דיון שנוי במחלוקת זה אינו מיועד לעודד חזרה לשדה. מטרתו היא לספק מידע נוסף והסבר הנובעים מחקירה ממצה של האפשרויות, בתקווה שזה יהיה בעל ערך לאלו המכירים בסיכון הנלקח במהלך כל המראה והמראה.

ותודה לטל ר' על הערותיו ועריכה לשונית.