

## הכול אודות מהירות

נכתב על ידי **Thomas P. Turner**, תורגם על ידי **איציק מה-יפית**, מתוך **AVweb** מתאריך 1.1.2008

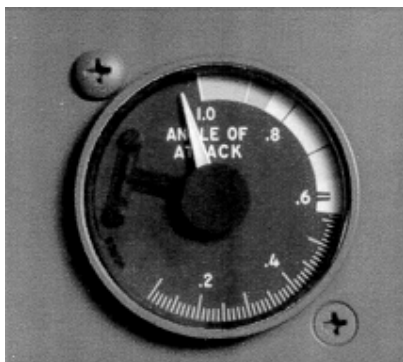
**הערת המתרגם:** נראה לי שמעטים בלבד מתייחסים לזווית ההתקפה של המטוס בכניסה לביצוע תמרון מסוים. המאמר שלמטה מראה כיצד אנחנו שולטים בזווית זו בעזרת המהירות, מבלי לשים לב. במצבי חרום, בעיקר כשלון מנוע, לזווית זו משמעות חשובה ביותר באשר היא זו שתקבע את מרחק הגלישה לשדה החרום המיועד. אני מניח שהמאמר יסיע לנו להתייחס לזווית ההתקפה קצת יותר ברצינות.

כולנו שואפים לדיוק ובטיחות בטיסות שלנו. אם יש מוטיב מרכזי חוזר להמראה חלקה לתוך הטיפוס, תמרון עם שולי ביטחון מעל הזדקרות, חריקת צמיגים על המסלול בנקודת הנגיעה המתוכננת, ושמירת שליטה ודיוק אפילו במצבי חירום, מוטיב מרכזי זה הינו בקרת מהירות.

מהירות הינה תוצאה של הֶסְפֵק, מצב ותצורת מטוס (מיקום של התקנים יוצרי גרר כגון מדפים). לשילוב נתון של הספק, עלרוד ומדפים, תהייה מהירות יציבה אחת. ליתר דיוק, השילוב יגרום לזווית התקפה (AoA) ייחודית, שבתמורה קובעת את ביצועי המטוס. זווית התקפה הינה הזווית הנמדדת בין מיתר הכנף וזרימת האוויר היחסית. וביתר פשטות, כמו שכתב Wolfgang Langewiesche, "... הזווית שבה הכנף פוגשת את האוויר." AoA למעשה מניעה את כל בקרת המטוס וביצועיו.

### התראה

להרבה מטוסים צבאיים ומטוסי סילון אזרחיים יש גרסאות של מחוון AoA, ויש לפחות מכשיר AoA אחד לא מרושיין למטוסים אקספרימנטאליים. מערכות אזהרת הזדקרות – בדרך כלל לשונית או שבשבת הנוטה בזרימת האוויר על שפת ההתקפה של הכנף, והמסמנת בעזרת זמזם או תאורה בתא – מפסיקות בדרך כלל להתריע במהירות של מספר קשרים מעל ההזדקרות. למעשה הם חיישים ישירים של AoA שמזמזמים/מהבהבים את ההתראה מספר מעלות מתחת לזווית ההתקפה של ההזדקרות.



אולם רק למעטים מאיתנו יש מחווני AoA, אלא אם המטוסים שלנו מצוידים היטב. לפיכך עלינו לקבל מהירות אוויר מכשירית כ – AoA הנמדד בעקיפין. שלטו במהירות ותשלטו בבטיחות ובביצועים.

### מהירות יתר

לשליטה במהירות יש תפקיד משמעותי בבטיחות הטיסה. אנחנו משקיעים הרבה זמן בהתרכזות בבקרת מהירות בהקשר של הזדקרויות וטיסה איטית מדי, אולם ישנם זמנים שמהירות גדולה מדי יכולה להיות מצב מסוכן דומה. קחו לקחים אלו שהוצאו מסדרה של דו"חות לתקריות מטוסים שאירעו לאחרונה (ונפוצות):

- בקרת מהירות לקויה עשויה לתרום לפיצוץ צמיגים ו/או אובדן שליטה כיוונית בנחיתה. כאשר אתם נוגעים, אתם תתפתו לבלום בחריפות ותסתכנו בפיצוץ צמיג. אם צמיג מתפוצץ, אתם עשויים לא לשלוט בכיוון הריצה. במקרים קיצוניים המטוס מתנגש בחפץ או מתהפך אחרי שעוזב את המסלול ... הכול בגלל מספר קשרים עודפים בגישה הסופית.
- אתם עלולים לנחות נחיתה קשה על ידי "אילוץ" המטוס מטה לנקודה בה תרצו אותו, למרות מהירות גבוהה מדי, תוך גרימת נזק לכן הנסע בעת הנגיעה. או שאתם עלולים לייצר "מריצה" מסוכנת (אובדן היגוי עקב משקל עודף על גלגל קדמי). מסוכן יותר, "תנועת דולפין" (עלרוד מעלה ומטה כתוצאה מאובדן שליטת עלרוד או תנועת נדנד הנגרמת על ידי הטיס בנסותו לתקן), העלולים להוביל בקלות לנזק בכך הנסע, צמיג או פגיעת מדחף.
- מהירות עודפת בגישה הסופית יכולה לגרום להחטאת אזור הנחיתה (overshoot) לחלוטין, ואם תבחרו שלא ללכת סביב לניסיון נוסף, אתם מסתכנים בריצה מעבר לסוף המסלול, בסבירות של עודף אנרגיה (מהירות) שתגרום לנזק או פגיעה.
- מהירות עודפת עשויה להיות גם סימפטום של טעות תצורה. אם יש לכם את קביעת הכוח הנכונה, מצב ומהירות אנכית בגישה הסופית והמהירות שלכם עודפת, המקום הראשון לחפש בכדי לפתור אי התאמה זו (במטוסים בעלי כני נסע מתקפלים) הינו מחוון מצב כני הנסע. במטוסים אחרים, יתכן והמדפים אינם במצב בו אתם חושבים שהם, ויש לכם שולי הזדקרות נמוכים. מהירות עשויה להיות הסיבה לצרות; מהירות יכולה גם להיות סימפטום למצבים אחרים כגון נחיתה בלתי

נמנעת עם כני נסע מכונסים או מיקום לא נכון של המדפים. אל תתייחסו לסימפטום (על ידי התאמת העילרוד למהירות); חפשו וטפלו בסיבה (כשל הספק, פסיעה ותצורה).

#### איטי מדי

מלבד ההזדקרות הוודאית אם המהירות קטנה מדי לעומס ה- $G$  של המטוס (AoA הופך גדול מדי), טיסה בתוך מעטפת AoA אולם לאט יותר מהאופטימום, יוצרת הגדלה של הגרר, וזה בתורו מפחית את הביצועים. בטיפוס במהירות נמוכה מדי (ניסיון "לנקות" מכשול או דרך רווח בין עננים, למשל) שיעור הנסיקה יורע למעשה. הגעה לנחיתה מתחת למהירות הגישה הסופית המתאימה ועודף גרר, מביאים את המטוס למטה בזווית תלולה יותר. אתם עלולים למצוא עצמכם במצב מבלבל שבו אתם נדרשים לדחוף את האף קדימה בכדי לנקות מכשול, אם מהירותכם (AoA) גדולה מדי. כך בנוסף לסכנת ההזדקרות, מהירות נמוכה בטיפוס או נחיתה יכולים לגרום לכם להחטיא את מטרות הביצועים וליצור סכנת בטיחות.

#### רוחות חזקות או משבים

רוחות חזקות או משבים יכולים לשנות את זווית ההתקפה של מטוס נוחת או ממריא. אני מגדיר "חזקות" כ-15 קשר ומעלה, אולם זה באמת עניין של יכולת מטוס ספציפי וההכשר שלכם ביום של רוחות. דברו עם המדריך שלכם להערכה של מה מוגדר רוח "חזקה" עבורכם.



תנו לעצמכם שוליים גדולים יותר מעל זווית ההתקפה של הזדקרות כאשר ממריאים או נוחתים ברוחות חזקות או משבים. כפי שאמרנו, קיימת סכנה של תנועת דולפין או תופעת מריצה בריצה על המסלול במהירות גדולה מדי, כך שיצירת שוליים אלו בהמראה, או שימוש בהם בנחיתה, דורשים מעט עידון. לא הייתי מעביר הרמת אף מעבר למהירות ההמראה שבספר, אולם גם לא הייתי משתמש בטכניקה רגילה במטוס בוכנה של שחרור האף במהירות נמוכה יותר ולאפשר לו לנתק "כשהוא מוכן". כמו כן הייתי (והדרכתי כך הרבה פעמים) כופה מגבלה אישית כנגד טכניקה להמראה ממסלול קצר או רך ברוחות חזקות או משבים. תיעוד התקריות מגלה היסטוריה של ניתוק במהירויות שמתחת להן המטוס (או טיס) מסוגלים לפצות בצורה נאותה על רוחות צולבות, או גלגול כתוצאה ממערבולת בדרגה נמוכה.

ובכן ... כוח מלא, האיכו למהירות הניתוק (מתוך ספר התפעול לטיס - טבלת ביצועי המראה או הפניות אחרות), ואז הביאו את האף מכוון למצב ניתוק. במרבית המטוסים מעט לחץ אחורה על מוט ההיגוי ימנע תנודות או תנועות דולפין כשהמטוס מאיץ, אולם עדיין יעניק מספיק כוח לסיוע בהיגוי ושליטה אורכית עד אשר ההגאים אפקטיביים במלואם.

בדרך כלל תרימו את האף ("rotate") למצב שגורם ל- $V_x$  או  $V_y$ . בהרבה מטוסים קלים נדרשים משבע עד עשר מעלות של מצב אף מעלה (בשימוש באופק מלאכותי) בכדי להגיע לטווח  $V_x/V_y$ . ברוחות חזקות או משבים, הביאו אותו למצב של כחמש מעלות אף מעלה, או מעט פחות מאשר מה שנורמאלי למטוס שלכם. זה נותן לכם ריכוך נוסף מתחת לזווית ההתקפה של ההזדקרות, במקרה של מערבולות.

בנחיתה, הוסיפו מעט כוח ונחתו "רדוד", או בזווית רדודה. הדבר בא מתוך ההמלצה הרגילה של "גורם חצי משב" להגדלת מהירות במשבים. הרעיון, שוב, הינו לשמור זווית התקפה קטנה יותר להגנה מפני הזדקרות.

הימנעות מהזדקרות בהמראה ובנחיתה מרמזים גם על הימנעות מנחיתות והמראות ממסלולים קצרים/ניקוי מכשולים ברוחות קרקע חזקות או משבים. זווית ההתקפה הגבוהה הנדרשת אינה תומכת בצורך לשוליים גדולים יותר של הזדקרות בעת ש- $AoA$  משתנה במהירות במשבים. טכניקות של מסלולים רכים, אשר מביאות את המטוס לאוויר במהירות נמוכה מאד בהמראה ושומרת אותו שם לזמן ארוך בנחיתה, גם הן לא מועילות לשוליים של ההזדקרות ולבקרה אורכית ברוחות חזקות או משבים. השתמשו במסלול ארוך יותר או סלול בתנאי רוחות חזקות או משבים, או דחו את הטיסה עד אשר התנאים משתפרים.

#### חרומים

בקרת מהירות הינה חיונית כאשר עוסקים בחיוויים בלתי רגילים או חרומים. הביטו בפרק תהליכי חרום בספר המטוס ותראו שהכול אודות שמירת מהירויות מדויקות. טוסו לאט מדי והשליטה סובלת, אתם מסתכנים בהזדקרות. טוסו או מהר מדי או לאט מדי ונבנה גרר, המפחית ביצועים זמינים. מהירות "דאייה מיטבית" הינה המדד העקיף המעשי לזווית התקפה אופטימאלית לכמות הגרר המועטה ביותר – ואם המנוע השתתק, זוהי המהירות שבה המטוס יהיה בעל מרחק הדאייה הגדול ביותר.

כמעט אין מקום בו בקרת מהירות הינה הקריטית ביותר מאשר במקרה של כישלון מנוע מיד לאחר המראה במטוס בוכנה דו מנועי.  $V_{MCA}$  הינו המהירות המכשירית המזערית שבה למטוס דו-מנועי יש שליטה אורכית באוויר במקרה של כישלון מנוע בתנאים הגרועים ביותר, כמצוין בנוהלים לרישוי מטוס. אותו "גורם  $V_{MCA}$ " של אובדן שליטה קיים במהירות מכשירית נמוכה כיוון שכל אחד ממשתני הרישוי משנה החל מהתנאים הקריטיים ביותר.  $V_{YSE}$ , או שיעור טיפוס מיטבי למטוס חד מנועי, הינה המהירות המתקרבת לזווית ההתקפה בעלת הגרר הקטן ביותר, וכמו כן היא פוחתת עם המשקל של המטוס. לכל משקל מטוס נתון יש זווית התקפה יחידה (המאופיינת כמהירות מכשירית) המספקת ביצועים זמינים מרביים ללא מנוע, עם ביצועים זמינים משתנים אולם פחותים בזוויות התקפה אחרות. שליטה הינה פונקציה ישירה של זרימת אוויר מעל משטחי ההיגוי, או מהירות מכשירית (לא רק AoA). לפיכך המאמץ לשמור מהירות מדויקת מספק את שני הקריטריונים למניעת אובדן שליטה מתחת ל-  $V_{MCA}$ .

הן במטוסים חד-מנועיים והן בדו-מנועיים, בקרת מהירות הינה האלמנט החיוני להישרדות במקרה של כישלון מנוע.

ניהול זווית התקפה, הנמדדת בעקיפין כמהירות מכשירית, הינו המפתח לבטיחות ודיוק בטיסה. הכול אודות המהירות. דעו את המהירויות הנאותות לטיסה סדירה וחרום, ושאפו לשליטה מתמדת במהירות.