



משרד התחבורה  
והבטיחות בדרכים

מדינת ישראל  
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים  
חקירת תאונות ותקריות אוויר

## דוח חקירה בטיחותית תיק תאונה מס' 22-07

אירעה למטוס PA-31T (שאיין), רישומו N700RG  
בתאריך 29.4.07, בנתב"ג

### 1. תקציר האירוע

בטיסת העברה מהרצליה לשדה דב, בהורדת כני הנסע, הכן השמאלי הראשי לא ירד. הטייס ביצע ניסיונות שונים להורדה, ברגיל ובחירום, ברם, ללא הצלחה. המטוס הופנה לנתב"ג, שם ביצע הצוות נחיתת גחון מוצלחת. הטייס וטייס מתורגל שהיה עימו, נחלצו מהמטוס ללא פגע, למטוס נגרם נזק בינוני. בבדיקה ראשונית, לאחר עצירת המטוס, נמצא שבורג חיבור הצילינדר המפעיל לכן הנסע השמאלי, גזור.



## 2. מידע עובדתי

### א. השתלשלות האירועים

- 1) המטוס המריא מהרצלייה, לביצוע הקפות ותרגילי חירום, במסגרת טיסת רענון, לטייס מתורגל (להלן: החניך) שישב בכיסא שמאל, כהכנה להכשרתו כטייס ראשי.
- 2) לאחר קיפול הגלגלים והמדפים, ללא אירועים מיוחדים, הגיע המטוס לנקודת "ארשף", שם קיבלו הטייסים ממגדל שדה דב נתוני נחיתה למסלול 21.
- 3) במהירות 150 קשר הורדו המדפים לדרגה I והגלגלים הורדו במהירות 145 קשר, תוך שהחניך מקריא את המהירויות.
- 4) עם הורדת הגלגלים הורגשה אסימטריה במטוס, בציר האורך שהתייצבה מייד.
- 5) הטייס העיף מבט אל לוח המכשירים והבחין, שנורית ירוקה של כן הנסע שמאל אינה דולקת.
- 6) החניך בדק את שמישות הנורה ולא מצא בה ליקוי. מתוך כך הסיקו הטייסים, בהתבסס על הסבסוב שהורגש קודם לכן, "שמשהו לא בסדר עם הגלגלים".
- 7) הטייסים הודיעו למגדל על התקלה וקיבלו אישור להיכנס להקפות בגובה 1,200 למסלול 21. בשלב זה הפסיקו הטייסים את הדחוס במטוס והחלו להוריד את כן הנסע בחרום, באמצעות הידית, ברם ללא הצלחה.
- 8) הטייסים פתחו את ספר המטוס בפרק הדן בחרום גלגלים ופעלו על פיו. חרף ביצוע כל התהליך המוכתב, לא היה כל שינוי במצב הגלגלים.
- 9) מטוס מחברת "אופק" הצטרף ובדק בראייה את המצב הגלגלים. עפ"י הדיווח שנתקבל ממנו, דלת שמאל נראתה פתוחה וגלגל שמאל נראה בתוך בית הגלגל.
- 10) לאחר שכלו כל הניסיונות באזור ההקפה, ביקשו הטייסים את מגדל שדה דב לארגן שטח אימונים (רצוי 8), כדי לטפל בבעיה, ועל מנת "לנקות" את שטח ההקפה בשדה דב.
- 11) הטייסים הגיעו לשטח 8 הצמידו טייס אוטומטי ולאחר שהתחלפו במקומות ישיבתם, ביצעו כמה תמרונים חריפים, כולל פניות הדוקות שמאלה וימינה, G חיובי ו- G שלילי, ברם ללא הצלחה.
- 12) בהמשך ביקשו הטייסים את מגדל הרצליה להעלות לקשר את מנהל מכון הבדק שבו מתוחזק המטוס, ובהתייעצות עמו בוצעו עוד כמה ניסיונות, כולל הפעלת משאבת החירום. גם הפעם ללא הצלחה.
- 13) בספר המטוס מצוין, שבכל מקרה של אי ירידת גלגל, יש לנחות על הגחון, משתי סיבות עיקריות: הנזק למטוס יהיה מזערי וסיכויי ההיפגעות בנפש נמוכים מאוד.

- 14) הטייסים ביקשו ערוץ עבודה משותף עם מגדל בן גוריון, תוך אזכור אפשרות לנחיתת גחון. בשלב הרמת הגלגלים נשארה נורית אדומה דולקת, דבר המצביע על דלת פתוחה. הטייסים החליטו שלא לגעת יותר במערכת כן הנסע, מתוך חשש שהניסיונות השונים יביאו לבסוף להיתקעות הגלגלים באמצע מהלכם.
- 15) בתיאום עם מגדל נתב"ג "שרפו" הטייסים דלק וביצעו מעבר בגובה 500 רגל צפונית למגדל, לבדיקת הדלת הפתוחה. מהמגדל נמסר להם כי הדלת נראית פתוחה במקצת.
- 16) הטייסים ביצעו הקפה למסלול 26 ותדרכו את המגדל לגבי הפעולות המתוכננות, כולל כיבוי המנועים, הנצה והפסקת מערכת החשמל במטוס.
- 17) הטייסים נכנסו ל"צלע הסופית" למסלול 26 במהירות 100 קשר, ולקראת ה"זברה" בגובה כ – 100 רגל ביצעו את פעולות החירום לנחיתה, שכללו כיבוי מנועים והנצתם, סגירת ברזי דלק/אש, כיבוי גנראטורים וחשמל.
- 18) הנחיתה בוצעה כ – 200 מטר מה"זברה", ב"צורה חלקה" על הגחון. המטוס נעצר לאחר כ – 200 מטר של ריצת חיכוך במסלול.
- 19) הטייסים יצאו מהמטוס במהירות מבעד לדלת הראשית.

### ב. פרטים אודות המטוס ותחזוקתו

- 1) המטוס נמצא ברישום זר והופעל על ידי "אופק – צילומי אוויר". החברה המפעילה קיבלה רישיון הפעלה מבצעית למטוס עד לתאריך 31.12.07 וכן פטור מתקנה 42א' (שהיית מטוס זר בארץ מעבר ל – 45 יום).
- 2) בהיות המטוס ברישום זר, כל הטיפולים שבוצעו בו אושרו על ידי אדם שמחזיק בזכות חתימה (AI) אמריקאית ואת הביקורת 100 ו – 200, אישר אדם מוסמך מה – FAA שהגיע לארץ במיוחד לצורך זה.
- 3) בביקורת האחרונה שנערכה למטוס, ב – 27.1.07 בשעות גוף 10,640, נבדק גם כן הנסע ולא נעשתה בדיקה ספציפית לבורג שכשל (לא נדרשת במערך האחזקה).
- 4) המטוס צבר עד לתאונה 10,686 שעות.

### ג. מידע על הטייסים

שני הטייסים שהיו במטוס, עתירי ניסיון טיסה ונושאים ברישיון ALTP. כל אחד מהם צבר אלפי שעות טיסה.

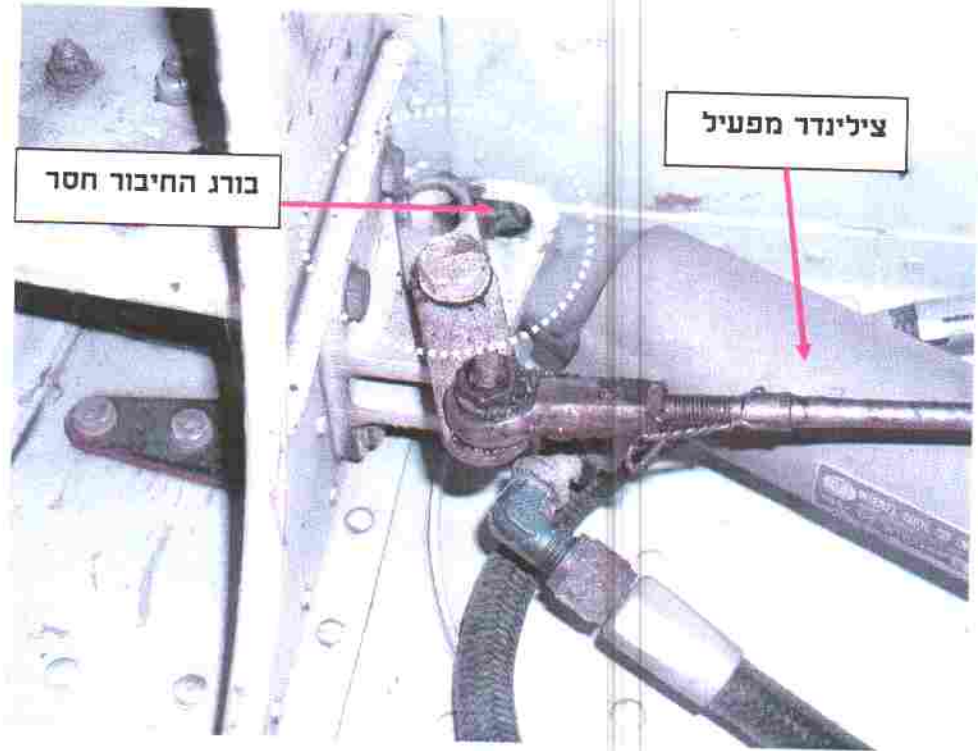
#### ד. מידע מאתר התאונה

המטוס נמצא על מסלול 26 במרחק כ – 200 מטר מה"זברה" עם סטייה כמטר אחד מציר המסלול.

המטוס נראה מונח על גחונו, כאשר ניכרת כפיפה לאחור של כל להבי הפרופלורים. עם עצירת המטוס, צוות כיבוי אש של נתבי"ג התיז מים על חלקו התחתון של המטוס ועל אזור המסלול הסמוך.

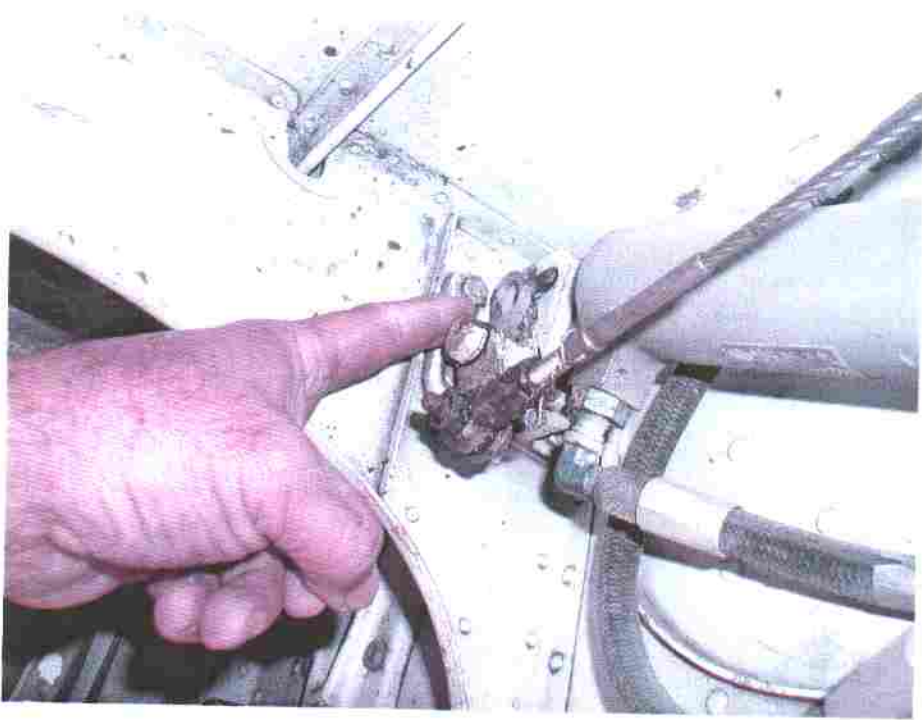
#### ה. חקירת המעבדה

- 1) למעבדה לחקר כשל הועברו שני ברגים: זה שכשל והדומה לו שנמצא בכך הנסע הימני, ואשר שימש כייחוס במהלך הבדיקה.
- 2) בבורג שכשל נמצא שבר לרוחב הקנה של הבורג (באזור החלק שלו), כך שמשטח השבר ניצב לציר הבורג.
- 3) על פני בורג הייחוס (של כן הנסע הימני), נמצאו סימני חירוף היקפיים, **באותו מיקום בו כשל הבורג השמאלי**. הסימנים מרמזים על תנועת הבורג כנגד תותב (תושבת אוזן בוכנת הצילינדר המפעיל).
- 4) הבורג המחורץ של כן הנסע הימני נבדק לסדקים בשיטת "מגנופלקס" ולאחר חשיפתו לתאורה אולטרה-סגולה (UV), לא נתגלו סימנים לנוכחות סדק, או אי רציפות אחרת על קנה הבורג.
- 5) הבורג שכשל נבדק באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק. בבדיקה נמצאו קמטי התעייפות עדינים שהתפתחו מהיקף הבורג למרכזו, דבר המאופיין התקדמות הדרגתית של סדק. באזור השבר הסופי אובחנו גומות האופייניות לעומס-יתר.
- 6) המאפיינים המיקרוסקופיים של השבר, שוללים ליקוי מטלורגי כל שהוא, כגורם לכשל.
- 7) **סכום ממצאי המעבדה**: הבורג נשבר כתוצאה מהתהוות סדק התעייפות בהיקפו. ריבוי מקורות ההתעייפות בהיקף הבורג, מרמז על מאמצי כפיפה מתחלפים שפעלו עליו. העובדה כי כל היקף הבורג מכיל מקורות התעייפות, מלמדת על "החופש" שבו היה נתון הבורג, כך שיכול היה לסוב על צירו, ובכך להיחשף בכל פעם לכפיפה בכיוון שונה.



צילינדר מפעיל

בורג החיבור חסר



מיקום הבורג שכשל בכך הנסע

### 3. ניתוח

- א. כבר באתר התאונה הוברר, כי הסיבה לאי ירידת כן הנסע, נעוצה בכשל מכני של בורג חיבור הכן לצילינדר המפעיל.
- ב. אם נצא מהנחה שהבורג שכשל הינו הרכבה מקורית של היצרן, אזי נווכח, שהבורג "מילא את תפקידו" לפחות 10,000 שעות טיסה.
- ג. הבורג שכשל הינו קשיח תעופתי נפוץ (AN5-17A). אין לגביו אורך חיים מוגדר ואין דרישה ספציפית של היצרן לבודקו לסדקים. למרות שמאופי תפקידו, בהיותו משמש כציר הנתון בתוך תותב, מתהווה בו מעת לעת חריצה (במיקום הקיצוני של התותב), כפי שאותר בבורג הימני של המטוס נשוא החקירה, וכפי שהוברר לנו מניסיון העבר של המבקר הראשי במוסד בו תוחזק המטוס.
- ד. עפ"י מערך התחזוקה הקיים, לא נדרש להסיר את הבורג לבדיקה בביקורת מחזורית כל שהיא, ואם מתהווה בו חריצה, אזי עם הזמן, סופה יתהווה לסדק.
- ה. עלות בדיקת סדקים בברגים האמורים, עולה עשרות מונים על עלותם של ברגים חדשים, מן הטעם הזה לא מומלץ לבצע בדיקת סדקים, אלא להחליף את הברגים בפרקי שיקבעו (מכון הבדק המליץ על 1,000 שעות).
- ו. מערכת כן הנסע דומה נמצאת במטוסים: "נבאחו", "ציפטין" ו"שאיין", מן הטעם הזה, כל החלטה שתילקח בנוגע למדיניות האחזקה של ברגים הנ"ל, צריכה לכלול את כל סוגי המטוסים הרלוונטיים.
- ז. ובאשר לתפקוד הטייסים: איתור התקלה, ניסיונות ההורדה ברגיל ובחירום, תוך שיתוף גורמים חיצוניים, כל אלה בוצעו בצורה מיטבית, תוך מיצוי כל האפשרויות. מאופי ההתמודדות עם מצב החירום, ניכר היה, שמדובר בשני טייסים מיומנים ביותר, שעשו את כל הנדרש בטרם החליטו על נחיתת גחון.

#### 4. מסקנות

- א. התאונה מאפיינת כטכנית, נבעה עקב כשל בורג חיבור הצילינדר המפעיל של כן הנסע השמאלי וכתוצאה מכך לא נתאפשרה הורדת כן הנסע.
- ב. הכשל בבורג ארע עקב סדק התעייפות שהתפתח לאורך הזמן, עד לכשל הסופי.
- ג. סדק ההתעייפות ארע, עקב שחיקה בין חלקו החלק של קנה הבורג שכשל, ובין התותב העובר בהיקפו.
- ד. ריבוי קמטי ההתעייפות בהיקפו של איזור השבר בבורג, מלמד על כך, שהבורג היה נתון למאמצי כפיפה, כל פעם במיקום אחר.
- ה. עפ"י מדיניות האחזקה הנקוטה בדגם המטוס נשוא התאונה, לא נדרש לבצע בדיקה כל שהיא לבורג שכשל ואף אם מתהווה סדק בהיקפו, לא ניתן לגלותו בבדיקה חיצונית.
- ו. הטייס פעל במיומנות לאחר איתור התקלה במטוס, תוך שיתוף פעולה מיטבי עם החניך שישב לצדו ועם גורמים חיצוניים שונים, ולאור הנסיבות, הנחית את המטוס על גחונו תוך גרימת נזק מינימאלי אפשרי.
- ז. הפניית המטוס לנחיתה בנתב"ג הייתה נכונה, הן בשל מימדי המסלול המתאימים יותר לנחיתה גחון מאשר בשדה דב, והן בשל קיומם של שירותי הצלה ראויים למקרה הצורך.

## 5. המלצות

### המלצה 1

לקבוע לברגים האמורים אורך חיים מוגדר, ולציין זאת במערך האחזקה של המטוסים הרלוונטיים.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית  
מועד ביצוע: 1.11.07

### המלצה 2

בכל דגמי המטוסים הכוללים את סוג כן הנסע שכשל, להחליף בביקורת הקרובה את הבורג שכשל (בשני כני הנסע).

הערה: מומלץ לרכז את כל הברגים שהוסרו מהמטוסים על מנת לקבל תמונה רחבה אודות התהוות כשל בברגים האמורים.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית  
מועד ביצוע: מיידי ושוטף

### המלצה 3

ליידע את היצרן ואת ה- FAA אודות הכשל שאותר ואודות מדיניות התחזוקה שנקטה בעקבות הכשל.

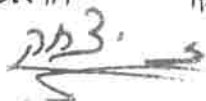
אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית  
מועד ביצוע: 1.11.07

6. התאונה נחקרה וסוכמה ע"י החוקר אורי דיינ ומר מיכה גוטשטדט (בוגר קורס חקירות).

דוח התאונה נבדק ואושר לפרסום על-ידי החוקר הראשי.

בברכה,

עו"ד רוז יצחק (רוצייק)  
החוקר הראשי



סימוכין: 08550607

תאריך: 23.09.07