

NDIP-1226 Rev F — בדיקת אולטרסאונד בטבילה — שלב 1 HPT דיסקי — (V2500)
מחוץ למטוס לאיתור סדקים (UT)

NDIP 1226 Procedure for Immersi...

עמוד שער/הגבלות (כפי שמופיע במסמך)

- אין (1979) EAR או ל-ITAR המסמך עשוי לכלול מידע הכפוף ל- (ITAR/EAR) **אזהרת יצוא** לייצא/לשחרר/לגלות לזרים מחוץ לארה"ב בלי עמידה בדרישות רישוי יצוא. מצוינים עונשים של **Section 2410** או **22 U.S.C 2778** לפי **\$1,000,000** שנות מאסר וקנס עד **10** אפשריים עד נדרש לכלול את ההודעה בכל העתקה של חלק. Export Administration Act of 1979. מהמסמך.
- **Restriction:** עם הודעות מתאימות כוללים **מידע רגיש לתחרות** ו/או **מידע קנייני של** Raytheon שנמסר בסודיות; אין גילוי/שימוש ללא הסכמה מראש ובכתב של Pratt & Whitney Technologies Corporation, למעט למטרות רשמיות בתוך ממשלת ארה"ב.
- **Document Property Rights Notice:** Raytheon Technologies המסמך הוא רכוש אסור להחזיק/להשתמש/להעתיק/לגלות את המסמך או מידע שבו לכל. Corporation (RTX). מטרה (כולל תכנון/ייצור/תיקון חלקים או קבלת אישורים רגולטוריים) ללא אישור מפורש בכתב עצם ההחזקה אינה מהווה הרשאה. שימוש/גילוי ללא הרשאה עלול לגרור אחריות של RTX. פלילית ו/או אזרחית.
- **Notices:** "Pratt & Whitney Proprietary Information"; **US Export Controlled: EAR99.**

פרטי מסמך (עמ' 2)

- **September 2021:** חודש/שנה על הכריכה הפנימית.
- **V2500 First Stage High Pressure Turbine Disks — Off-Wing Immersion Ultrasonic Inspection for Crack Detection.** שם:
- הצהרה: ההוראות בנוהל **לא מחליפות/מתקנות/מבטלות** הוראות בפרסומים טכניים אחרים של פעילים ופרסומים אחרים מהווים נתונים טכניים Pratt & Whitney; Service Bulletins מאושרים.
- Written by: **Dave Raulerson, Bill Brown.**
- Approved by: **Kevin Smith.**
- Original issue date: **23-December, 2020.**

היסטוריית גרסאות (עמ' 3)

- **Initial Release (23-Dec-2020):** N/A; Revision by: D. Raulerson, B. Brown; Approved by: K. Smith (PL4).

- **Rev A (20-Mar-2021):** תיקון שגיאות כתיב; הבהרת זווית בדיקה; ניקוי דיסק; דרישות דיווח; (Rev by D. Raulerson, B. Brown; Approved by D. Raulerson PL4)
TOF (8.1.3) עדכון תיאור רעש (7.8.5) וקריטריון דחייה
- **Rev B (21-Mar-2021):** הבהרת (Equipment Setup); תיקון שגיאות כתיב; עדכון פרק 4.0; כיול לגבי זווית פגיעה (5.1.1) והוספת 5.1.4; עדכון 6.0; הסרת אזכור זווית פגיעה מ-7.7.1; (Rev by D. Raulerson, A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4)
עדכון סעיפים 9.1.7.21-23; TOF (8.1.3); עדכון (7.8) & עדכון נוהל (7.7)
- **Rev C (8-Jul-2021):** שינוי פרטי עיפרון סימון **Collimator/Damping**; הוספת אפשרויות Cal block holder; שינוי דרישת הדרכה; הוספת דרישות Post-Calibration הוגדר אופציונלי; שינוי דרישת הדרכה; הוספת דרישות Surface Normalization; הוספת דרישת Baseline Noise. (Rev by B. Brown, A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4)
- **Rev D (4-Aug-2021):** לקריטריון דחייה (Interface) הוספת דרישות הערכת אות ממשק; לקריטריון דחייה (8.1.5); ("Floaters") (8.1.4); הוספת דרישת הערכת זיהום מים/פסולת לקריטריון דחייה (8.1.5); (Rev by A. Harmon, A. Swope; Approved by D. Raulerson PL4)
עדכון A. (Rev by A. Harmon, A. Swope; Approved by D. Raulerson PL4)
- **Rev E (6-Aug-2021):** עדכון ניסוח סביב 8.1.4.1-8.1.4.3 Reporting; עדכון פורמט פרק 9.0. (Rev by A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4)
- **Rev F (2-Sept-2021):** עם רעש ממוצע מתחת C-Scans עדכון קריטריון דחייה להתייחסות ל-5%FSH (8.1.3.3.2). (Rev by A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4)

1.0 מידע כללי (General Information)

1.1 תחולה ומטרה (Scope)

- **HPT** של דיסקי **Bore** **איטור סדקים רדיאליים/אקסיאליים** באזור ה-: בטבילה UT מטרת בדיקת **Powdered nickel metal** שלב 1 העשויים **Disassembled** במצב **Finished shape** הבדיקה מבוצעת על דיסקים ב- **PN 2A5001**: מספר(י) חלק כלולים.

1.2-1.3 תיאור כללי

- **(Scan plans)** ומפרט **תוכניות סריקה V2500** הנוהל מתאר מידע ספציפי למנוע **Bore** הבדיקה מבוצעת ע"י יישום **מספר סריקות** על אזור ה- **כוללות Bore** הסריקות מתוכננות לפי גאומטריית ה- **וגם, +45°** עם זווית נשברת **Circumferential shear** בדיקת

- 45°-עם זווית נשברת Circumferential shear בדיקת

דרישות תפקיד/אישור 1.4-1.8

- (או ניסיון שקול), שמכיר מערכת טבילה Level III פיתוח תוכניות כיול וסריקה: דורש בודק ממוחשבת ושהוכשר למשימות הבדיקה הספציפיות
- (או שקול), שמכיר מערכת הטבילה הממוחשבת Level II דורש בודק: ביצוע הבדיקה בפועל ושהוכשר למשימות הבדיקה הספציפיות
- Pratt & Whitney באישור, לכל חלק Scan plans לפני התחלת בדיקות: יש לתכנת MPE-NDE.
- מנוהל ע"י) POD qualification לפני תחילת בדיקה: הבודקים חייבים לעבור בהצלחה מבחן P&W MPE-NDE).
- רק מפעילים מוסמכים/ייעודיים/מאומנים/מאושרים רשאים לבצע; מונפקת תעודה ייעודית של P&W למשימה של
- ייתכן שיידרש MPE-NDE; דורש אישור Damping devices ו/או Collimating שימוש ב- Side lobes הנובע מ- Structured noise לטיפול ב-

2.0 ציוד נדרש (Required Equipment)

2.1 בלוקי כיול (Calibration Blocks)

- IAE2P16675 — Angle Calibration Block:
 - 45° בעומקים שונים, המוטמעים בצד בזווית No.1 Flat Bottom Holes (FBH) כולל
 - Sound entry surface החורים מייצגים עומק ספציפי ביחס ל-
 - Pratt & Whitney MPE-NDE: מקור הבלוקים

Figure 1 פירוט נוסף לפי (עמ' 8 במסמך)

- מופיעה תצורת בלוק עם ממדים/זוויות (בסימון המופיע באיור)
 - (גובה) 1.665 ± 0.015 (אורך) ו- 8.000 ± 0.015 : מלבן
 - 2.479 ± 0.015 בסיס תחתון; 8.000 ± 0.015 אורך עליון: ("V" דמוית) תצורה נוספת
 - 120.000° וכן (בסוגריים באיור), $45.000^\circ \pm 0.500^\circ$ ו- $60.000^\circ \pm 0.500^\circ$ זוויות מסומנות (בסוגריים); Scale: (4.041), (3.500), (4.950); מידות מסומנות נוספות (בסוגריים); -135.000° ו- $2:1$.
 - J, K, L, M, N, P, Q, R, S. צד 45° כולל חורים מסומנים באיור באותיות

מחזיק בלוק כיול (אופציונלי) 2.2

- IAE2P16674 — 45-degree Calibration Block Holder (אופציונלי).

מערכת בדיקה בטבילה (Immersion UT system) 2.3

- (Digital data recording) ושמירת נתונים דיגיטלית C-Scan נדרשת מערכת סריקה ממוחשבת עם
 - "דוגמאות למערכות" או שקול:
 - LS-200 Immersion Tank and Ultrasonic Scanner: לדוגמה — Inspection Research & Technologies Ltd
 - או שקול IMT3007-SS-TT-L-ARN: לדוגמה — Matec
 - Pratt & Whitney MPE-NDE הערה/דרישה: שימוש במערכת סריקה חלופית "שקולה" חייב להיות מאושר ע"י.

מתמרים (Transducers) 2.4

- IAE2P16679 — 5 MHz מתמר טבילה (medium bandwidth) רוחב פס בינוני, 8" פוקוס
 - P&W NDE: gppwmpendetoolsup@prattwhitney.com אספקה דרך

מראות למתמר (Transducer Mirrors) 2.5

- IAE2P16678 — 45° מראה, 5" אורך, 5 MHz, 8" focus.

Chuck Riser / Turntable 2.6

- משמש לאפשר מרכז דיסקים בקטרים שונים Chuck riser

עיפרון סימון (Marking Pencil) 2.7

- PMC-4059.

אופציונלי — כלי אחיזה (Handling tools) 2.8–2.9

- IAE1P16217 ו-IAE1P16014 שלב 1 HPT עבור תצורות דיסק
- IAE1P16221 ו-IAE1P16366 שלב 2 HPT עבור תצורות דיסק
 - HPT אזהרה: יש להימנע ממגע מתכת-במתכת עם דיסקי

3.0 (Inspection Qualifications) כשירות/הסמכה לביצוע הבדיקה

- **Source** מערכות טבילה של חברת תעופה/מוסך שיפוץ המבצעות את הבדיקה חייבות להיות **P&W MPE-NDE** ע"י **approved**.
 - תקינה לכל מערכת שמשמשת בנוהל זה **POD** נדרשת ביצועיות.
 - עד שיהיו זמינים MPE-NDE ע"י "Interim Testing/Qualification Assets" ייתכן שיפקו **3.1.1** POD נכסי.
 - **כדי להסמיך מחדש** בודקים POD כשהם זמינים: חייבים להשתמש בנכסי **3.1.2**.
 - רק מפעילים מוסמכים ומאושרים רשאים לבצע; מונפקת תעודה ייעודית למשימה למי שעובר POD. בהצלחה את תהליך ה-.
- (3.3) דרישות איש צוות**
- **UT** (או שקול) ב- **Level II** הבודק חייב להיות **3.3.1**.
 - הבודק חייב להוכיח מיומנות בהפעלת מערכת טבילה ממוחשבת **3.3.2**.
 - **מקומי Level 3** היכרות עם שיטת הבדיקה תינתן ע"י **3.3.3**.
 - על בסיס איתור/כימות מדויק של P&W MPE-NDE ע"י **Interim** או **POD** מעבר מבחן **3.3.4** P&W מאושרי (Proctors) הערכה מבוצעת ע"י בוחנים; PW פגמים ידועים בחלק (ים) מאושרי-**מותר ניסיון חוזר אחד בלבד**; בלבד; הפרוקטור יכול להעיר על אי-יעילות.
 - **חודשים** ללא ביצוע בדיקה **6** נדרשת **הסמכה מחדש** אם עברו יותר מ- **3.3.5**.
 - P&W MPE/NDE לפנות ל-: POD/Interim לפניות בנושא **3.3.6**.

4.0 Setup כללי לציוד (General Equipment Setup)

- ההנחה: הבודק מכיר את תפעול מערכת הסריקה וכלי הניתוח.
- למצב בטוח Manipulator להזיז את ה- **4.2**.
- למערכת Home לבצע **4.3**.
 - לבחור ולהתקין את המתמר על המניפולטור **4.3.1**.
 - להוריד את המתמר/מניפולטור למים **4.3.2**.
 - לבדוק בועות אוויר **4.3.3**.
 - להסיר בועות כשהמתמר בתוך המים **4.3.3.1**.
 - ולהסיר (web למשל תחת ה-) לבדוק בועות על משטחי החלק **4.3.3.2**.
- **Angled Calibration Block** — להכניס למכל את תקן הכיוון/רגישות **4.4**.

- לבדוק ולהסיר בועות ממשטחי הכניסה של האולטרסאונד על התקן 4.4.1.
-

5.0 כיול (Calibration)

יעד כיול 5.1

- בתקן No.1 FBH גובה מסך אנכי עבור כל 80% לבצע כיול כך שמתקבלת אמפליטודה של

5.1.1 שלבי כיול (כפי שמנוסח בנוהל)

- לנרמל מתמר למשטח העליון של תקן הכיול.
 - $Water\ path = 8"$ לקבוע
 - $18.6^\circ \approx$ להטות מתמר לזווית פגיעה נדרשת
- יקבע זווית מתאימה להשגת Level III; זווית הפגיעה יכולה להשתנות בהתאם לסביבה בחלק 45° גל גזירה נשבר
- $8"$ - $Water\ path$ לאחר שינוי הזווית: לכוון שוב את ה-
- כך שהאמפליטודה מהמשטח האחורי (משטח 45°) של התקן תהיה B- A לנרמל את צירי מקסימלית
- $Water\ path$ לבצע סריקה למתמר תוך שמירה על זווית המתמר ועל ה-
- K- J ללא חורים, S עד L להשתמש בחורים: (Figure 1) FBH למקסם אמפליטודה מכל יעד

5.1.2 DAC (Distance-Amplitude-Correction)

- FSH (Full Screen Height) 80% כך שכל החורים המשמשים בכיול (5.1.1) מגיעים ל-DAC לבנות

5.1.3 Curvature Correction

- ספציפיים לכל מתמר ומערכת, Pratt & Whitney נדרש תיקון עקמומיות; ערכים מסופקים ע"י DAC לכל נקודות ה-Curvature Correction של Gain להוסיף

5.1.4 Gain offsets לתקן כיול

- נמצאים בכרטיס הכיול (gain offsets) ההפרשים; Master standard תקני כיול מקושרים ל-DAC הספציפיים לתקן לכל נקודות ה-Gains להוסיף את ה-

5.1.5 Post-Calibration

- DAC מבוצע בחזרה לבלוק הכיול, באימות תגובת האמפליטודה בכל נקודת Post-calibration שנוצלה.

- מהאמפליטודה בכיול הראשוני $\pm 1 \text{ dB}$ סטייה מותרת: בתוך

(5.1.5.1.1–5.1.5.1.2) השלכות חריגה

- **גבוה** מעבר לטולרנס: כל המשטחים שהניבו אינדיקציות דחייה מאז Post-calibration אם **Re-scan** האחרון התקין — חייבים post הכיול/ה-
- האחרון התקין **post נמוך** מעבר לטולרנס: כל המשטחים מאז הכיול/ה- Post-calibration אם **Re-scan** — חייבים

(5.1.5.2) דיווח

- בסיום **MFT** דרך P&W חייבים להיות מתועדים ומדווחים ל- Post-calibrations כיולים ו- איסוף/הערכת הנתונים

- סיפקו או מסמך שקול מאושר P&W רישום חייב להתבצע בתבנית ש-

(5.1.5.3) Post-calibration מתי חובה לבצע

- לפני החלפת משמרת

- (Part number) לפני החלפת מספר חלק

- לפני החלפת מתמר

- מיד אחרי כל אירוע שגרם להפסקה לא צפויה בסריקה/בהערכת הנתונים (דוגמה: הפסקת חשמל לא צפויה)

5.2 Recertification כיול לבלוקי

- Pratt & Whitney NDE בלוקי כיול חייבים ריסרטיפיקציה שנתית ב-

6.0 הכנת הדיסק (Disk Preparation)

- הדיסק חייב להיות **נקי** וללא חומר זר או סימונים שמפריעים לחדירת/החזרת האולטרסאונד או שמסתירים אינדיקציות

- על הדיסק $0^\circ / 12:00$ לבדיקה ב- "Start" לסמן נקודת

- Blade בדרך כלל על המשטח האחורי של: **Serial Number (S/N)** לאתר את **Heat Code (H/C)** ו- **P/N** שבהם מופיעים tangs ליד attachment tang,

- tang — להשתמש ב- tang אחד והמספר עצמו על tang על "S/N" אם כתוב "S/N" שעליו כתוב

- בעזרת עיפרון S/N עם ה-tang על החזית ועל הגב של ה-Start לסמן את נקודת ה- סימון מאושר.
- P/N, S/N, H/C: לרשום בגליון הבדיקה.
- להתקין את הדיסק.
- 0.0° לכונן את מצב 12:00 על שולחן הסיבוב ל-.
- לבדוק ולהסיר בועות אוויר מכל משטח בנפח הנבדק.

7.0 תהליך הבדיקה (Inspection Procedure)

7.1 תוכנית סריקה (Figure 2)

- Figure 2 של הדיסק עבור המשטחים המוגדרים ב-Bore לבדוק את אזור ה-.
- 45°± בזווית נשברת Circumferential shear wave: סוג בדיקה.
- להשתמש ב-Bore ID כדי לייצר 45°± עבור בדיקת משטח Bore offset אם משתמשים בשיטת (2.910" לרדיוס נומינלי) 0.943"± בהיסט.
- (Figure 2 כמוצג ב-) 2.6": נדרשת כיסוי נפחי רדיאלי מינימלי.
- (כיווני גלי גזירה 45°±): A, B, C, D, E: לפי האיור, משטחי/עמדות הסריקה מסומנים.

7.2-7.3 רזולוציית סריקה/אינדוקס

- 0.020": בכל מצבי הבדיקה Scan increment מקסימום.
- 0.020": בכל מצבי הבדיקה Index increment מקסימום.

7.4-7.8 הכנות לפני סריקה וסריקה בפועל

- מוגדר לאמפליטודה מינימלית כדי לאפשר איסוף כל נתוני הבדיקה Gate threshold.
- 8" = Water path לוודא.
- יושב עד הסוף על המתמר Mirror לוודא שה-.
- על משטח הבדיקה Normalization לבצע.
- לסרוק את תחום המידות המקסימלי שניתן לבדוק בכל משטח.
- 7.8.1 "Edge signals" C-Scan; מוחרגים מאזור ההערכה של ה- (למשל מעבר על קצה או לקונטור) Index למעבר.

7.9 הערכת אינדיקציות + רעש

- להעריך כל אינדיקציה רלוונטית לקריטריוני הדחייה (פרק 8)

• שלבי עבודה

- לנקודת האינדיקציה Manipulator להזיז את ה-
- למקסם את תגובת האינדיקציה ע"י תזוזה בצירי האולטרסאונד
- מגובה המסך האנכי $\geq 20\%$ לתעד כל אינדיקציה עם אמפליטודה
- לסמן על הדיסק את נקודת כניסת הקול בקו עם אינדיקציה שהאמפליטודה שלה \geq (כמוגדר בנוהל זה) **קריטריון הדחייה**

7.9.5 — (Noise) רעש

- או אינדיקציות Edge signals לבחור שטח גדול ככל האפשר שאינו כולל
- C-Scan לכל ה- (Mean/Average) לתעד את רעש הממוצע
- לבצע: $>7.5\%$ אם (Edge effect ללא) $\leq 7.5\%$ חייב להיות C-Scan רעש ממוצע לכל שטח ה-
Re-calibrate + Re-normalize + Re-scan.
- **Re-calibrate + Re-normalize + Re-scan** לבצע: $>8.5\%$ אם. C-Scan: **8.5%** ב-"Band" רעש מקסימלי לכל
- לבחור את השטח הגדול ביותר השייך Amplitude C-Scan ב-Noisy banding אם קיימת band. לחדד את מיקום ה- **TOF C-Scan** אפשר להשתמש ב-band;-
- (פרק 8) TOF להעריך אינדיקציות לפי קריטריון **7.9.6**
- לשמור את כל תוצאות הבדיקה לקובץ ולרשום את שם הקובץ בגליון הנתונים **7.9.7**

ניקוי 7.10

- לאחר הסריקה: לנגב את כל המשטחים ולייבש בעזרת אוויר דחוס

8.0 קריטריוני דחייה (Rejection Criteria)

- Pratt & Whitney כל דיסק עם אינדיקציה דחייה חייב לצאת משירות ולהישלח חזרה ל-
- TOF C-Scan וגם Amplitude C-Scan ניתוח הדחייה כולל

8.1.2 קריטריון Amplitude C-Scan

- עם עומקים בין פיקסלים, אינדיקציה רלוונטית חייבת להיות לפחות **אשכול של 3 פיקסלים** (מצג 3 Figure) פיקסלים נחשב לא רלוונטי ומוזנח אשכול קטן מ-3. 0.025 סמוכים בתוך (דוגמאות לתצורות מינימום של 3 פיקסלים)

- **FBH#1 מ-25%** אמפליטודת השיא של אשכול 3 הפיקסלים חייבת להיות: **דחייה**.
- **FSH; Evaluation ב-15% FSH; Reject ב-20% FSH; 80% FSH** ל-1 FBH#1 מוגדר גם: לכוון

8.1.3 TOF C-Scan קריטריון

- אינדיקציה חייבת לעמוד בכל התנאים
 - **פיקסלים 15 לפחות**.
 - (לא לספור חיבור אלכסוני בלבד) פיקסלים סמוכים בקבוצה חייבים לשתף **צלע**
 - **0.025"** בתוך Scan עומק פיקסלים סמוכים בכיוון
 - **0.010"** בתוך Index עומק פיקסלים סמוכים בכיוון
 - סמוכים **Scan קווי 3 לפחות**
 - פיקסלים: לא רלוונטית ומוזנחת קבוצה קטנה מ-15
- (או **SNR > 1.5:1** לדחות אי-רציפויות שיש להן ≤ 15 פיקסלים, מחוברות לאורך צלע, עם: **דחייה**
 - ללא קצוות Amplitude C-Scan גדול/שווה 1.5 ביחס לרעש ממוצע) ביחס לרעש הממוצע של (section 7.7 בהפניה ל-).
 - (הרעש הרלוונטי band של) מוגדר: אמפליטודת פיקסל בודד / רעש ממוצע SNR
 - נקבע TOF קריטריון דחייה: **FSH 5%** נמוך מ-C-Scan אם רעש ממוצע של ה- (FSH כלומר הערכה כאילו רעש ממוצע = **FSH 7.5% ל-5%**).

Gate שחודר ל- Interface signal אינדיקציות שנגרמות מ- 8.1.4

- חייבת לעבור Gate ל-Interface שנובעת מכניסת אות ה- (Amplitude/TOF) כל אינדיקציה
 - בדיקות משלימות; אם היא לא עומדת בתנאים/נשארת אחרי תיקון — המקום **דחוי**
 - Scan לפי התנהגות האות בקו
 - להזיז את תחילת. אם האות **מתרחב/מתכווץ** ולא "זז" → כנראה **חספוס פני שטח** כדי לוודא שאין אותות אחרים Re-scan ולבצע Interface אל מחוץ לאות ה-Gate-שיכולים לעמוד בקריטריון הדחייה Gate-ב-
 - להתאים את **Run-out** ולא מתרחב/מתכווץ → כנראה Gate אם האות **נכנס/יוצא** מה-Re-scan. לאזור המקומי ולבצע Water path ה-
 - לכוון את המתמר **Water path** כנראה **סטיית** → Gate אם האות **סטטי בתוך ה-** Re-scan. המתוכנן ולבצע Water path ל-

8.1.5 "Floaters" (זיהום מים/פסולת)

- **מקומי** כדי לבדוק **Re-scan** אם יש חשד שאינדיקציה נגרמת מזיהום/פסולת במים: לבצע אם האינדיקציה חוזרת — היא **דחוייה**. **חזרתיות**
- **יחיד Scan** אשכולות פיקסלים של **קו** Floaters מאפיין של

9.0 דיווח (Reporting)

- עם המידע הבא **Pratt & Whitney** לדיווח תוצאות בדיקה ל-
 - של תקן הכיול SN, של המתמר SN, של מערכת הבדיקה SN, שם הבודק, תאריך
 - של המטוס ומיקום המנוע Serial number
 - serial number, total time -total cycles, דגם מנוע
 - מאז חדש total part cycles -total part time, HPT, S/N, Heat code של דיסק P/N, ומאז בדיקה אחרונה
 - שיטת בדיקה, מיקום ואמפליטודה של אינדיקציות דחייה
 - שמראה אמפליטודה מקסימלית **A-scan** דו"ח אלקטרוני עם תצוגת
 - דו"ח אלקטרוני עם מיקום האינדיקציה (ות)
 - **MFT** יוקם אתר **P&W MPE-NDE** להישלח ל- **Amplitude & TOF C-Scan** נתוני להעברת קבצים

(A נספח; 9.1.7) דרישות נוספות לכל אינדיקציית דחייה

- של SN, P/N + חובה לכלול (ברמת שדות דיווח): תאריך בדיקה, שם בודק, מערכת בדיקה משטח, TSN, CSN, של דיסק P/N/SN/Heat code, של מנוע SN, של בלוק כיול SN, מתמר (מעלות), Scan (אינץ'), עומק לאורך מסלול הקול (אינץ'), מיקום Index הבדיקה, מיקום (FSH כן/לא), אמפליטודת כיול ($80\% - 1 \times 2 / 2 \times 1$) Amplitude pixels אינדיקציה לגבי פיקסלים על $3 \leq$ קווי 15 (>) TOF pixels אינדיקציה לגבי, DAC (%FSH) אמפליטודת שיא עם כולל (TOF SNR -), Amplitude C-Scan, לפי TOF (%FSH) כן/לא, רעש ממוצע — Scan (הגדרה: אמפליטודת שיא / רעש ממוצע)

A נספח (Appendix A)

- הכוללת את כל שדות הדיווח לעיל, עם מקום "Rejectable Indication Report" תבנית (צדדים FWD/Rear הבחנה בין) לסימון/שרטוט מיקום האינדיקציות על גבי תרשימי חתך הדיסק

NDIP-1227 Rev D — HPT 2 דיסקי (V2500) שלב בטבילה — Immersion בדיקת אולטרסאונד (UT) מחוץ למטוס לאיתור סדקים

NDIP 1227 Procedure for Immersi...

אך שונה בנתוני החלק/תוכנית הסריקה, ובמספר נקודות ניסוח, NDIP-1226 מבנה הנוהל זהה מאוד ל- אינם מיושרים לציר TOF ובפרט ייחוס "ציר האלומה" ועוד סעיף התאמה במקרה שנתוני TOF קריטריוני (האלומה).

עמוד שער/הגבלות (כפי שמופיע במסמך)

- כולל איסור יצוא/גילוי, עונשים עד 10 שנים וקנס עד (ITAR/EAR אותם עקרונות בדיוק: אזהרת Notices, -RTX, על מידע תחרותי/קנייני, הודעת זכויות קניין של Restriction (\$1,000,000), Pratt & Whitney Proprietary; **EAR99**).

פרטי מסמך (עמ' 2)

- **November 2021**: חודש/שנה.
- **V2500 Second Stage High Pressure Turbine Disks — Off-Wing Immersion Ultrasonic Inspection for Crack Detection**: שם.
 - Written by: **Dave Raulerson, Bill Brown**.
 - Approved by: **Kevin Smith**.
 - Original issue date: **28-December, 2020**.
- פרסומים P&W; הצהרה: ההוראות אינן מחליפות/משנות/מבטלות פרסומים טכניים אחרים של פעילים מהווים נתונים טכניים מאושרים.

היסטוריית גרסאות (עמ' 3)

- **Initial Release (28-Dec-2020)**: N/A; Rev by D. Raulerson, B. Brown; Approved by K. Smith (PL4).
- **Rev A (22-Mar-2021)**: תיקון שגיאות כתיב; הבהרת זווית בדיקה; ניקוי דיסק; דרישות דיווח; עדכון פרק 4.0; הבהרת כיול לגבי זווית פגיעה (5.1.1) והוספת 5.1.4; עדכון 6.0; הסרת אזכור TOF (8.1.3); עדכון 9.1.7.21-23; עדכון 7.8 & עדכון 7.7; זווית פגיעה מ-7.7.1 (Rev by D. Raulerson, B. Brown; Approved by D. Raulerson PL4).
- **Rev B (8-Jul-2021)**: שינוי פרטי עיפרון סימון Collimator/Damping; הוספת אפשרויות Cal block holder; שינוי דרישת הדרכה; הוספת אופציונלי; שינוי דרישת הדרכה; הוספת Post-Calibration requirement/specifications; הוספת Surface normalization; הוספת Baseline noise requirements. (Rev by B. Brown, A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4).

- **Rev C (2-Sept-2021):** עם רעש ממוצע C-Scans עדכון קריטריון דחייה להתייחסות ל-: Interface (8.1.4); Floaters הוספת דרישות הערכת; <5%FSH (8.1.3.3.2); A. (Rev by A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4) עדכון תמונה בנספח; evaluation (8.1.5)
- **Rev D (10-Nov-2021):** TOF עדכון קריטריון דחייה כדי לציין במפורש שגבולות עומק ה-: (Rev by A. Harmon; Approved by D. Raulerson PL4) (8.1.2.1, 8.1.3.1.3, 8.1.3.1.4, 8.1.3.3). נמדדים ביחס ל-ציר האלומה

1.0 מידע כללי (General Information)

1.1 תחולה ומטרה

- **שלב 2** מפודרת HPT של דיסקי Bore מטרה: איתור סדקים רדיאליים/אקסיאליים באזור ה- Disassembled ובמצב Finished shape ניקל, ב-
 - **PN 2A4802:** מספר חלק
 - NDIP-1226 יתר סעיפי 1.2–1.8 זהים במבנה ותוכן ל-
 - V2500 + Scan plans;
 - Circumferential shear עם Bore סריקות $\pm 45^\circ$;
 - לביצוע Level II; לפיתוח Level III;
 - MPE-NDE באישור Scan plans תכנות
 - Task specific certificate-POD מעבר
 - Side lobes structured noise דורש אישור ועשוי להידרש לטיפול ב-Collimator/Damping

2.0 ציוד נדרש (Required Equipment)

- כולל מספרי פריטים, NDIP-1226 זהה ל-
 - Calibration block: **IAE2P16675** (Angle calibration block 45° עם No.1 FBH).
 - Holder (אופציונלי): **IAE2P16674**.
 - מערכות לדוגמה: LS-200 (Inspection Research & Technologies Ltd) / Matec או שקול IMT3007-SS-TT-L-ARN

- שימוש בציוד שקול Digital data recording ו-C-scan דרישה: מערכת ממוחשבת עם CAUTION/במסמך זה מופיעה כאזהרה) P&W MPE-NDE חייב אישור “instruments”).
- Transducer: **IAE2P16679** — 5 MHz, 8" focus, medium bandwidth; אספקה דרך gppwmpendetoolsup@prattwhitney.com
- Mirror: **IAE2P16678** — 45°, 5" length, for 5MHz 8" focus.
- Chuck riser (מרכז דיסקים בקטרים שונים) לשולחן סיבוב.
- Marking pencil: **PMC-4059**.
- Handling tools אופציונליים: IAE1P16217/IAE1P16014 (Stage 1) + IAE1P16221/IAE1P16366 (Stage 2).
- אזהרה: להימנע ממגע מתכת-במתכת.

Figure 1 — נתוני הבלוק באיור 1 (עמ' 8) — J,K,L,M,N,P,Q,R,S (כולל חורים) זהים למה שתואר לעיל: (עמ' 8) — נתוני הבלוק באיור 1 (ומידות/זוויות מסומנות).

3.0 כשירות/הסמכה (Inspection Qualifications)

- NDIP-1226 (Source approval למערכות POD performance; Interim assets; ע"י פרוקטורים POD/Interim מבחן; Level 3 הכשרה ע"י; Level II דרישות Re-qualification; (אחרי 6 חודשים ללא בדיקה Recert; מאושרים; ניסיון חוזר אחד).

4.0 Setup כללי (General Equipment Setup)

- התקנת מתמר → הורדה למים → Home → למצב בטוח Manipulator) זהה ברצף השלבים ובדיקת Angled calibration block בדיקת/הסרת בועות על המתמר ועל החלק → הכנסת (בועות).
- במסמך זה מודגש במפורש לבדוק בועות על משטח כניסת האולטרסאונד של המתמר.

5.0 כיול (Calibration)

- זהה במטרה ובשלבים, כולל:
 - No.1 FBH. יעד: 80% גובה מסך אנכי לכל.

- להשגת 45° Level III זווית פגיעה $\approx 18.6^\circ$ עם קביעה/התאמה ע"י; "8 Water path = 8"; אחרי ההטיה "מחדש ל-8 Water path כיוון shear refracted wave;".
- למקסום האות מהמשטח האחורי (45°) של התקן A/B נרמול צירי.
- L-S, מיקסום תגובה מהחורים.
- DAC 80% עד FSH; Curvature correction + calibration standard gain offsets (calibration card) לכל נקודות.
- Post-calibration: במקרה Re-scan כללי; dB טולרנס ± 1 ; DAC אימות כל נקודות: Post-cal לפני החלפת משמרת/מספר Post-cal ביצוע; MFT חריגה; תיעוד ודיווח שנתי לבולקים recert; חלק/מתמר/לאחר הפסקה לא צפויה.

6.0 הכנת הדיסק (Disk Preparation)

- זהה בתוכן:
- ניקיון וללא חומרים זרים/סימונים שמפריעים/מסתירים אינדיקציות משמעותיות.
- "S/N" אם: H/C ו-P/N אחורי סמוך ל-tang על S/N איתור; ב-12:00/0° "Start" סימון "S/N". שעליו כתוב tang להשתמש ב- — tangs ו-המספר מפוצלים בין התקנה; כיוון: H/C, S/N, P/N רישום; S/N עם tang על חזית+גב של Start סימון ה- הסרת בועות מכל משטח נפח נבדק; 12:00 ל-0.0°.

7.0 תהליך הבדיקה (Inspection Procedure)

7.1 תוכנית סריקה (Figure 2)

- Figure 2 לפי תוכנית הסריקה ב-Bore לבדוק את אזור ה-.
- $\pm 45^\circ$ בזווית נשברת Circumferential shear wave.
- "0.898" Offset להשתמש ב-Bore ID: לשם $\pm 45^\circ$ בבדיקת Bore offset אם משתמשים ב- ("2.773" לרדיוס נומינלי).
- "2.6": נדרש כיסוי נפחי רדיאלי מינימלי.
- כיווני גלי גזירה (+ K, L, M, N, O, P): משטחי/עמדות הסריקה מסומנים באותיות Figure 2 לפי $\pm 45^\circ$.

7.2-7.10

- NDIP-1226 זהה ל-.
- מקס' 0.020"/סיבוב Index increment; "מקס' 0.020 Scan increment.
- מינימלי לאיסוף כל הנתונים Gate threshold.
- על משטח הבדיקה; סריקה Normalization; יושב עד הסוף Mirror; Water path 8"; Edge signals של תחום מקסימלי לכל משטח; החרגת.
- סימון נקודת, VSH הערכת אינדיקציות: תזוזה למיקום, מיקסום תגובה, תיעוד $\leq 20\%$ לאינדיקציות אקריטריון דחייה sound entry.
- אחרת $\rightarrow 8.5\%$ band ומקסימום (edge ללא) ממוצע $\geq 7.5\%$ Noise; Re-cal/Normalize/Scan; TOF מיקום שימוש; Noise banding; טיפול ב-; banding.
- שמירת קבצים ורישום שם הקובץ; ניקוי וייבוש באוויר דחוס; TOF הערכה לפי.

8.0 קריטריוני דחייה (Rejection Criteria)

- Pratt & Whitney כל דיסק עם אינדיקציה דחייה יוצא משירות ונשלח ל-.
- Amplitude C-Scan + TOF C-Scan הדחייה כוללת.

8.1.2 Amplitude C-Scan

- (beam axis) ביחס לציר האלומה "0.025 פיקסלים עם עומקי פיקסלים סמוכים בתוך 3 מינימום לא רלוונטי \rightarrow פחות מ-3.
- FSH; מכיל ל-80% FBH#1 (FBH#1 דחייה: אמפליטודת שיא של אשכול 3 פיקסלים $\leq 25\%$ מ-25% Reject 20%-FSH; Evaluation 15%-FSH).

8.1.3 TOF C-Scan

- תנאים (כולל ייחוס לציר האלומה)
 - חיבור בצלעות בלבד; פיקסלים 15 לפחות
 - לאורך ציר האלומה "0.025 בתוך Scan עומקי
 - לאורך ציר האלומה "0.010 בתוך Index עומקי
 - סמוכים Scan לפחות 3 קווי
- פיקסלים \rightarrow לא רלוונטי פחות מ-15.

- אינם יחסיים לציר האלומה — C-Scan ב-TOF אם נתוני (8.1.3.3) סעיף ייחודי במסמך זה מותאם שיתאים לנתונים TOF כדי לקבל קריטריון עומק P&W MPE-NDE חייבים ליצור קשר עם 8.1.3.1.3, 8.1.3.1.4, שאינם "לאורך ציר האלומה", בהתייחס ל-8.1.2.1.
- (או $1.5 \leq$) ביחס לרעש $SNR > 1.5:1$ דחייה: אי-רציפויות עם ≤ 15 פיקסלים, מחוברות בצלע, עם band; אמפליטודת פיקסל / רעש ממוצע של $SNR =$; ללא קצוות Amplitude C-Scan ממוצע של $TOF = 7.5\%FSH \rightarrow$ קריטריון $< 5\%FSH$ ואם רעש ממוצע

8.1.4–8.1.5

- NDIP-1226 זהה ל-
 - Interface signal encroachment (roughness/run-out/water path deviation) עם הזזת gate/ water path/ מתמר ו- Re-scan; כיוון מתמר ו- Re-scan; לא נפתר → דחייה.
 - Floaters: Re-scan מאופיין באשכולות; דחייה → חזרתי; חזרתיות; חזרתי → דחייה; מאופיין באשכולות Re-scan; יחיד Scan פיקסלים של קו

9.0 דיווח (Reporting)

- אותו סט פריטים (כמו) עם כל הפרטים Pratt & Whitney לדווח תוצאות ל-נציג שדה מקומי של NDIP-1226), כולל:
 - פרטי בודק/מערכת/מתמר/בלוק כיול
 - פרטי מטוס/מיקום מנוע
 - (זמן/מחזורים/serial/דגם) פרטי מנוע
 - (זמן/מחזורים מאז חדש ומאז בדיקה אחרונה, P/N, S/N, Heat code, פרטי דיסק
 - מקסימלי ועם מיקום האינדיקציה A-scan דו"חות אלקטרוניים עם
 - MFT. דרך MPE-NDE -Amplitude+TOF C-Scan שליחת נתוני
- כמו ברשימה 9.1.7, כולל שדות A לכל אינדיקציה דחייה: נדרש סט השדות המלא לפי נספח A (וכן SNR, רעש, TOF pixels).

נספח A

- הכולל את כל שדות הדיווח, עם שרטוטי חתך של "Rejectable Indication Report" טופס ומקום לסימון מיקום האינדיקציה (Forward/Rear) הדיסק