

דוח בדיקה

תאריך: 23.03.04	מס' עבודה: M04-03003pub
דוח זה כולל 12 עמודים	

השוואה בין קצה קדמי ("פח חזית") מקורי ותחליפי/פולקסווגן גולף 2004

מזמין: מר יוסי שוורצטוך,
מנהל שיווק חלפים
אגף חלפים
צ'מפיון מוטורס בע"מ
הלח"י 7
בני ברק

אינג'. מאיר קנדלר

מאטריקס הנדסה בע"מ

הערות: 1. בכל פניה הקשורה לדו"ח זה יש לציין את מספר הבדיקה.
2. בדו"ח זה יש להשתמש אך ורק במלואו.
3. הדו"ח מתייחס אך ורק למערכת/פריטים נבדקים.
4. אין להעתיק או לשכפל את הדו"ח או חלק ממנו ללא רשות החברה.

All rights Reserved - MATRIX ©

תוכן העניינים

4	.....	1. כללי
5	.....	2. תוצאות
8	.....	3. ניתוח תוצאות
9	.....	4. סיכום
10	.....	5. תמונות

רשימת תמונות

- 10 1. תמונה מס' 1 – הצגה חזותית של הפריט שנבדק.
- 11 2. תמונה מס' 2 – טרמוגרמות ואנליזה כימית.
- 12 3. תמונה מס' 3 – קורה ראשית, אזור חיבור פולימר/פח.

כללי

1. במענה להזמנתך ביצענו השוואה של קצה קדמי מקורי מתוצרת פולקסווגן גולף עם קצה דומה תחליפי, בהיבט של אפיון החומרים, המשקף את **איכות המוצרים**, והמידות המשקף את **התאמת המוצר**.

הקצה מכיל פח פלדה הנתון במסגרת פלסטית וכולל אביזרי פרזול מתכתיים. המדידות הגיאומטריות בוצעו על גבי הקצה כולו המהווה בעקרון מסגרת פלסטית, וכן על קורת הפלדה. בדיקת האפיון הכימי בוצעה על החלק הפלסטי בלבד, אם כי אופן חיבור של האביזרים המתכתיים מתואר גם-כן. להלן תוצאות הבדיקות.

2. לצורך הזיהוי סומנו החלקים כדלקמן: קצה מקורי - **FO** - (V1J0805588T), קצה תחליפי - **FR**.

3. בדיקות הזיהוי הכימיות לזיהוי חומר הגלם ותוספיו נערכו במקביל על שתי הקצוות. הזיהוי בוצע במשולב בשיטת ספקטרוסקופית FTIR, אנליזת DSC ובדיקת תוצרי שריפה. אנליזת FTIR נערכה באמצעות ספקטרופוטומטר Avatar 360 FTIR מתוצרת Thermo-Nicolet. המכשיר כויל ע"י פילם פוליסטירן.

אנליזת DSC נערכה בעזרת מכשיר Q100 מתוצרת Texas-Instruments, במהירות חימום וקירור של 10°C לדקה באווירת חנקן. המכשיר כויל בעזרת אינדיום. כל הרצת DSC כללה שלושה שלבים: חימום ראשון לנטרול ההיסטוריה התרמית של החומר עקב עיבודו, קירור לגיבוש החומר וחימום שני.

כמות החומר האנאורגני נבדקה על-ידי שריפה ב- 550°C במשך שעתיים. החומר זוהה בשיטת ב-FTIR. בדיקת תכולת הפיח נעשתה לפי תקן ASTM-D- 4218 על-ידי Muffle-Furnace Technique.

תוצאות

4. מדידות גיאומטריות (תמונות 1.1-1.2)

4.1 המדידות בוצעו באמצעות מכשירים מכויילים מסוג קליבר, מיקרו-מטר ושעון אינדיקטור על גבי שולחן גרניט. התמונות מציגות את צילומי הקורה. על-גבי הצילום מסומנים הפרמטרים השונים שנמדדו. המידות בטבלה ב- מ"מ.

פרמטר נמדד	FO	FG
L1	912.0±0.2	912.4±0.2
L2	1274.5±0.5	1273.6±0.5
L3	678.0±0.2	678.0±0.2
L4	786.8±0.2	786.0±0.2
L50	191.2±0.1	190.4±0.1
L6	191.2±0.1	190.4±0.1
L7	522.0±0.2	519.0±0.2
L8	523.0±0.2	520.0±0.2
L9	134.0±0.1	134.0±0.1
L10	134.0±0.1	134.2±0.1
T1 (עובי)	3±0.1	2.5±0.1

טבלה 1

4.2 אביזרי פרזול המשמשים לחיבור – בקצה המקורי מושבי התברג מלבנים, בשטח 23X16 מ"מ ומקובעים למקומם, ואילו בקצה התחליפי מושבי התברג גליליים ובקוטר חיצוני של 12 מ"מ. בכל אביזר קדח פנימי מתוברג בקוטר 5 מ"מ בשתי הקצוות.

4.2.1 מסמרות החיבור בראש הקצה המקורי עשויים מחומר פולימרי כשראשיהם מפולסים עם ראש הקצה. המסמרות בקצה התחליפי מתכתיים ובולטים (תמונה 1.2), מעל משטח הראש.

4.2.2 בחזית הקצה המקורי מצויים סביב מושבי הפנסים הקדמיים בליטות מיקום בחתך משולש אשר משמשות כתמיכה לגוף הפנס; בחלק התחליפי בליטות אלו או כל תמיכה אחרת אינן קיימות (תמונה 1.2).

4.3 קורת פלדה בראש הקצה – עובי הפח ופולימר נמדדו.

4.3.1 מקורי – עובי פח 1.08 מ"מ, עובי פולימר 3.33 מ"מ.

4.3.2 תחליפי – עובי פח 1.10 מ"מ, עובי פולימר 3.42 מ"מ.

5. אפיון חומרים ותהליכים

5.1 זיהוי כימי (פולימר)

5.1.1 קצה O – מעטה הקצה המקורית עשויה מתערובת של פוליפרופילן ואימפקט-קופולימר (שיא יחידי בספקטרה).

5.1.2 קצה G – מעטה הקצה התחליפי עשויה פוליפרופילן ופוליאטילן בעל צפיפות בינונית (Medium Density PE) (צמד שיאים בספקטרה).

כן מכילות הקצוות את התוספים הבאים המפורטים בטבלה 2:

תוצאות	O	G
פיח, %	0.05%	0.7%
חומר אנאורגני, %	28%	21%
סוג החומר האנאורגני	סיבי זכוכית	סיבי זכוכית
	מכוונים	קצוצים
	ושקופים	וצבעוניים

טבלה 2

5.2 אפיון תרמי (פולימר)

בנספח מוצגים בתמונה 2 תרמוגרמות ה-DSC של שני החומרים. ההתנהגות התרמית של שני החומרים מרוכזת בטבלה 3.

תוצאות	O	R
$T_{m1} [^{\circ}C]$	164.7	*164.1 ; 126.6
$T_{m2} [^{\circ}C]$	162.4	*162.5; 127.8
$TCR [^{\circ}C]$	121.8	*122.6; 115.8
$\Delta H_1 [J/g]$	70.9	*12.5+56.8
$\Delta H_2 [J/g]$	79.7	*16.8+63.9
$\Delta H_{cr} [J/g]$	75.5	*17.5+62.2

* שני שיאים אשר מאפיינים שני חומרים שונים בתערובות

טבלה 3

5.3 בדיקת מתיחה (פולימר)

חוזק למתיחה של המעטה הפולימרי נבדק לפי תקן ASTM-D-638 על-גבי דגמים בעלי אורך דומה שנוסרו ממקומות זהים בגחון הקצוות. מדידת מודול האלסטי בקצב העמסה של 1mm/min וזו של החוזק בקצב של 5mm/min. התוצאות מרוכזות בטבלה 3.

התארכות [%]	מודול אלסטי [Mpa]	מאמץ מתיחה מקסימלי [Mpa]	דגם
5.5	3708	38.7	G
3.8	3907	45.4	O

טבלה 4

5.4 קורה ראשית (פלדה)

5.4.1 חיבור

מקורי - פולימר ופח מהודקים יחד באמצעות אביזר פרזול (O בתמונה 3.1).
תחליפי - הפולימר עוטר את הפח; אביזר הפרזול מהדק את הפח בלבד (G בתמונה 3.1).

5.4.2 ציפוי

עובי הצבע נמדד על-גבי חתכים מטלוגרפיים שהוכנו בניצב לכל אחד מהפחים. הדגמים אוכלו על-ידי תמיסת ניטל 4% לחשיפת מבנה החומר.
מקורי - על גבי הדפנות הפנימית והחיצונית קיימת מערכת של 2 שכבות ציפוי: ציפוי בסיס בעובי 5.5-7.2 מיקרון וציפוי צבע חיצוני בעובי כ- 33 מיקרון (תמונה 3.2).
תחליפי - שכבת צבע אחת בלבד על פני שתי הדפנות. עובי שיכבה זו כ- 20 מיקרון (תמונה 3.3).
 מיקרומבנה של חומר הפחים (תחליפי ומקורי) אופייני לפלדת פחמן.

ניתוח תוצאות

6. מידות וגיאומטריה

- 6.1 ההבדל הבולט במידות מתבטא בעובי המעטה הפולימרי של הקצה – הקצה התחליפי דק יותר מהמקורי בשיעור של כ- 17%.
- 6.2 הבדלים מובהקים נוספים בין הפריטים מרוכזים בטבלה 5.

משמעות	ממצא
התחליפי רגיש לפרוק עקב עדינות החיבור	אביזרי פרזול מסיביים במקורי ועדינים יחסית בתחליפי
בעת ההרכבה של הקצה התחליפי תפגע התאמת המשטח המשיק, קרי מכסה המנוע	מסמרות מפולסות במקורי ובולטות בתחליפי
בעת הרכבת הפנס בקצה התחליפי קיימת אפשרות להחלקת הפנס ממקומו	בליטות קיבוע בחזית הפנס חסרות בתחליפי

טבלה 5

7. אפיון חומרים

7.1 האנליזה הכימית מצאה כי שני הקצוות מכילים בבסיסם פוליפרופילן. ההבדל המובהק מצוי בסוג התוסף ומאפייניו. הקצה המקורי מורכב מתערובת (המכיל אימפקט-קופולימר) שמעניקה לו חוזק מכני גבוה עם שריון של רשת סיבי זכוכית המונחת בכיווני פעולת העומס בקצה. הקצה התחליפי מכיל אמנם סיבי זכוכית אך אלו בכמות פחותה בשיעור 25% ביחס לקצה המקורי, אך החשוב מכך הוא כי סיבי הזכוכית בתוך החומר התחליפי קצוצים ובכוונים אקראיים. מעבר לעובדה כי מצב זה מאפיין חומר ממוחזר, מכאן נובע כי חוזקו המכני של הפריט התחליפי בהכרח נמוך מזה של קצה מקורי.

7.2 בחינת החוזק של שתי הקצוות מצאה בקצה התחליפי פיזור חוזק גדול, כלומר בנקודות שונות נמצאו ערכים קיצוניים, המצביע על חוסר הומוגניות. תכונה זו של החומר נובעת מהיות הסיבים קצוצים, בניגוד לאחידות של הקצה המקורי הבנוי מרשת סיבים מסודרים. כצפוי, נמצא כי החוזק המכני של הקצה המקורי גבוה בכ- 17% מזה של התחליפי.

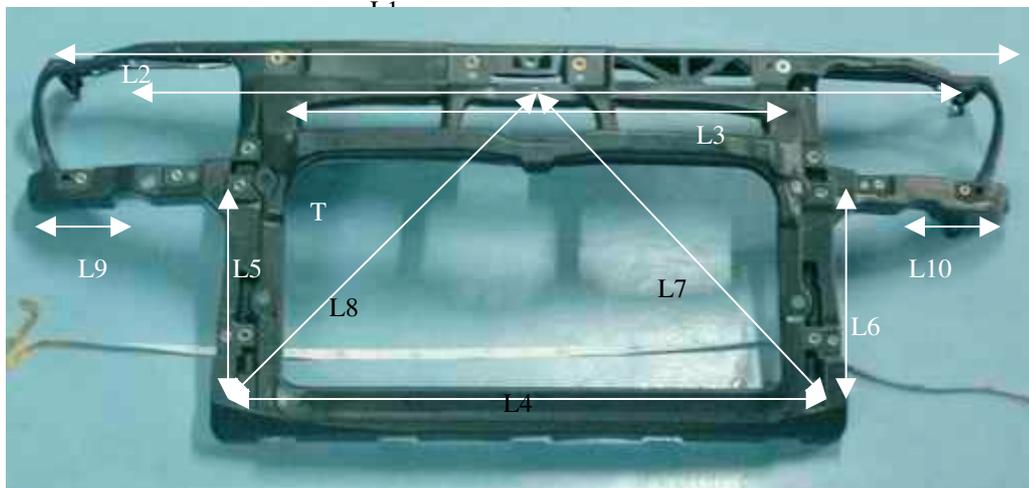
סיכום

8. **בדיקות התאמה** השוואתיות שנערכו בין קצה קדמי מקורי וקצה קדמי תחליפי של פולקסווגן גולף 2004 מצאו כי הקצה התחליפי דק בכ- 17% מהקצה המקורי. כן נמצאו הבדלים מביניים ביניהם. משמעות ההבדלים הנה, כי פרט לעובדה שהקצה התחליפי עדין יותר, הרי שבעת הרכבת הקצה צפויים להתגלות קשיים בהתאמת האביזרים והפריטים המשיקים לו.

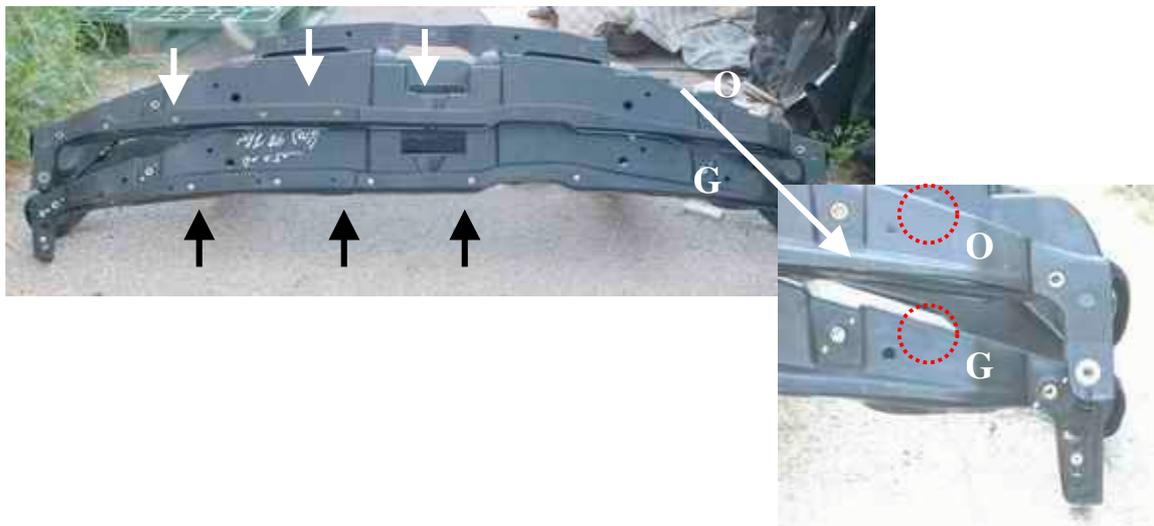
9. בדיקת חומר הקצוות מצאה הבדלים מובהקים **באיכות החומרים** בין הקצה המקורי לבין הקצה התחליפי. ההבדלים בהרכב החומר משפיעים על התנהגות הקצוות תחת עומס מכני (משקל האביזרים הנישאים על ידה ברכב) ורגישותה להלמים במהלך הנסיעה. מסקנה זו הוכחה על ידי בדיקות חוזק מכני של הקצוות לפיה הקצה התחליפי חלש בכ- 15% מהקצה המקורי. מאחר שתפקיד הקצה הקדמי לשאת חלקים מכניים שונים, החוזק המכני שלו חשוב, ובמיוחד הכוון בו נישא העומס.

בעניין זה נמצא שבגלל ההבדלים בסוג המשריין (סיבים ארוכים ומכוונים במקורי וסיבים קצוצים ואקראיים בתחליפי) החוזק על-פני הקצה התחליפי משתנה מנקודה לנקודה. באותו אופן, החיבור המשולב של קורת הפלדה יחד עם הפולימור, בקצה המקורי, יוצר חוזק מקומי גבוה בהשוואה לקצה התחליפי.

10. הבט נוסף של **האיכות** הנו אופן הגימור של קורת הפלדה. במוצר המקורי מוגן הפח על ידי מערכת של שתי שכבות ציפוי המבטיחה הצמדה של הצבע העליון לפח והגנתה הנאותה בפני חלודה ונזקים סביבתיים. בפח של המוצר התחליפי, נמצאה שכבת צבע אחת בלבד, אשר בתנאי האקלים בארץ עשויה להיפגע, להתקלף ולחשוף המתכת לתהליכי קורוזיה ובליה מואצים.



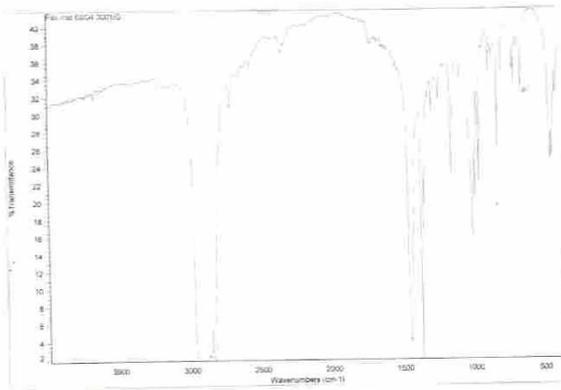
1.1



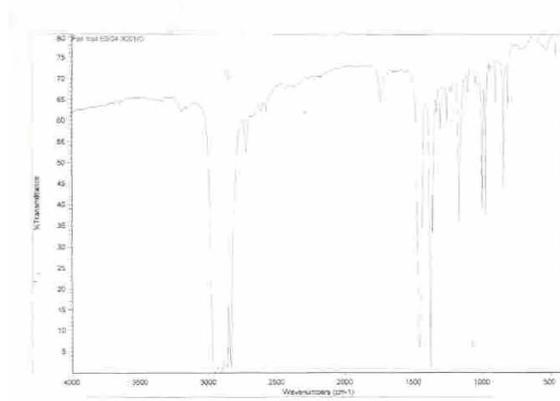
1.2

תמונה 1: הקצה נשוא הבדיקה.

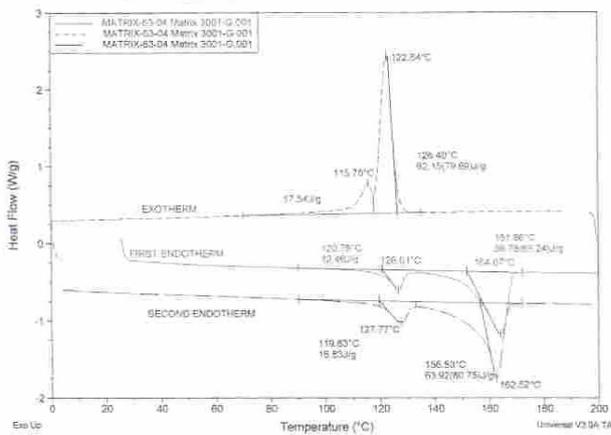
1.1 קצה קדמי. מבט מהחזית. המידות שנמדדו מסומנות.
 1.2 מבט על. שתי הקצוות סמוכות זו לזו. המסמרות המתכתיות בולטות על ראש החלק התחליפי
 ואילו המסמרות פנימיות ושקועות בחלק המקורי. בתמונה הקטנה מסומן בעיגול בליטה
 משולשת הנמצאת בקצה המקורי בלבד אשר מהווה תמיכה למכלול הפנס.



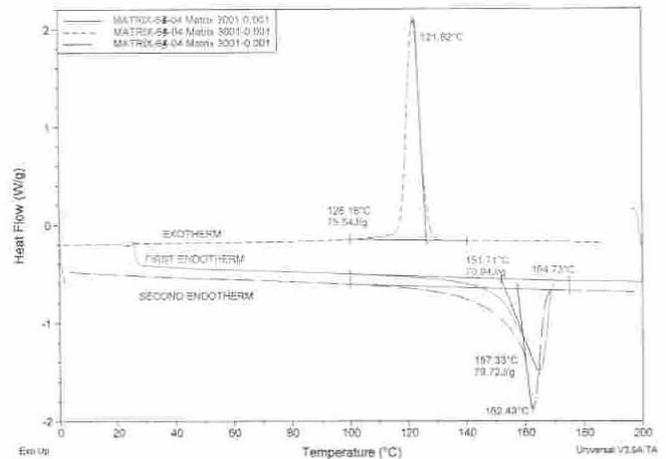
2.2



2.1



2.4

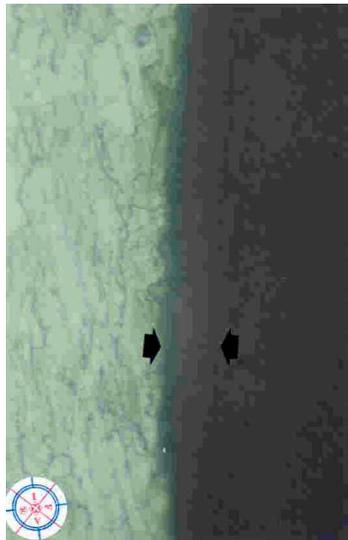


2.3

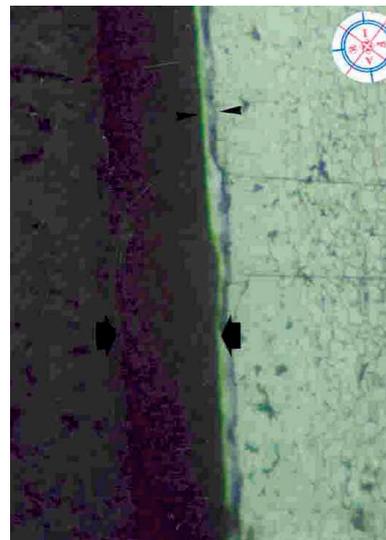
תמונה 2: טרמוגרמות ואנליזה כימית.
 2.1-2.2 אנליזה כימית של הקצוות המקורית והתחליפית בהתאמה.
 2.3-2.4 טרמוגרמות של הקצוות המקורית והתחליפית בהתאמה.



3.1



3.3



3.2

תמונה 3: קורה פלדה באזור חיבור פולימר לפח.
 3.1 מחבר מקורי (O) בו הפח והפולימר מחוברים יחד; במחבר התחליפי (G) הפולימר צף מעל לפח.
 3.2 פח מקורי. 2 שכבות ציפוי: ציפוי בסיס 5.5-7.2 מקרון ועובי ציפוי חיצוני כ- 33 מיקרון (X544).
 3.3 פח תחליפי. ציפוי חיצוני בלבד בעובי כ- 20 מיקרון (X544).