

# דוח בדיקה

תאריך: 04.03.03	עבודה מספר: M03-02804Apub
דוח זה כולל 9 עמודים	

## השוואה של מגן קדמי מקורי עם מגן תחליפי/ טויוטה קורולה 2001

מזמין: מר יוסי עדן,  
מנהל השירות  
יוניון מוטורס בע"מ  
יבנה 2  
יבנה

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.

© FORMAT MATRIX

## תוכן העניינים

4	..... כללי	1.
5	..... תוצאות	2.
7	..... ניתוח תוצאות	3.
8	..... סיכום	3.

## רשימת גרפים

1. גרפים מס' 1 – טרמוגרמות של החומרים..... 9

## כללי

1. במענה להזמנתך ביצענו השוואה של חומרים ותכונות מכניות של מגן רכב קדמי מקורי ותחליפי. הפריטים שנבדקו הנם של רכב מסוג טיוטה קורולה שנת ייצור 2001-2002 שהועברו למעבדה, אחד מקורי של טיוטה והשני תחליפי דומה, מתוצרת לא ידועה. להלן תוצאות המדידות והבדיקות.
2. לצורך הזיהוי סומנו המכסים כך: **O** – מקורי (53301-02070), **R** – תחליפי (TY20097A).
3. עבור שני הפגושים נערכו **בדיקות כימיות** לזיהוי חומר הגלם ותוספיו. הזיהוי בוצע במשולב בשיטת ספקטרוסקופיה FTIR, אנליזת DSC ובדיקת תוצרי שריפה. אנליזת FTIR נערכה על ספקטרופוטומטר Avatar 360 FTIR מתוצרת Thermo-Nicolet. הספקטרה נרשמו על פילמים דקים שהוכנו בכבישה ב-200°C. 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.
4. התנהגות הפגושים **תחת הלם מכני** נבדקה באמצעות בדיקת נגיפה בשיטת שרפי (עם חריץ) לפי תקן DIN 53453, על גבי דגמים במידות: 50X11X3.5 מ"מ. הבדיקה בוצעה בשני שלבים, תחילה בפגושים כפי-שנתקבלו (חדשים) ובשלב השני לאחר סימולציה של חשיפת הפגושים לקרני השמש (בליה בקרני UV למשך 500 שעות).

## תוצאות

### 5.1 זיהוי כימי

5.1.1 פגוש O - הפגוש המקורי עשוי מתערובת של פוליפרופילן עם גומי EPDM.

5.1.2 פגוש R - הפגוש התחליפי עשוי פוליפרופילן הומופולימר או Impact Copolymer אשר מכיל כמות מעטה

יחסית, של פוליאאתילן ליניארי ( LLDPE או MDPE ).

כן מכילים הפגושים את התוספים הבאים המפורטים בטבלה 1 :

R	O	תוצאות
1.6	0.5	פיח, %
4.2	10.6	חומר אנאורגני, %
טלק	טלק	סוג החומר האנאורגני

טבלה 1

### 5.2 אפיון תרמי

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

.2

R	O	תוצאות
125.9+164.6*	165.4	$T_{m1} [^{\circ}C]$
125.7+163.3*	165.2	$T_{m2} [^{\circ}C]$
122.9	128.2	$TCR [^{\circ}C]$
78.5	53.9	$\Delta H_1 [J/g]$
90.4	63.2	$\Delta H_2 [J/g]$
89.2	61.3	$\Delta H_{cr} [J/g]$

\* שני שיאים אשר מאפיינים שני חומרים שונים בתערובות

טבלה 2

### 5.3 בדיקות מכניות

5.3.1 העמידות להולם (נגיפה) של הפגושים נמדדה בשני מצבים: פגוש במצב חדש, כפי-שנתקבל, ופגוש לאחר בליה.

לאחר בלייה [mJ/mm <sup>2</sup> ]	כפי שנתקבל [mJ/mm <sup>2</sup> ]	
22.14	21.44	מקורי
14.7	9.3	תחליפי

#### טבלה 3

5.3.2 בתום הבדיקה נבחנו חזותית הדגמים השונים ונמצא כי 80% מדגמי הניסוי של הפגוש התחליפי כפי-שנתקבל נקרעו ו- 100% מהדגמים לאחר הבלייה. לעומת זאת, כל הדגמים שנלקחו מהפגוש המקורי בטרם ולאחר ניסוי הבלייה לא נקרעו, אלא התכופפו.

## ניתוח תוצאות

### 6. אפיון חומרים

- 6.1 האנליזה הכימית מצאה כי שני הפגושים מכילים בבסיסם פוליפרופילן. ההבדל המובהק מצוי בסוג הפולימר הבסיסי ובחשיבות משנית בתכולת התוספים. הפגוש המקורי מורכב מתערובת שמעניקה לו חוזק וגמישות במשולב. תכונות אלו חסרות בפגוש התחליפי כפי שעולה מהממצאים.
- 6.2 האנליזה התרמית מצאה כי דרגת הגבישיות של הפגוש המקורי נמוכה מזו של הפגוש התחליפי ולכן הפגוש המקורי גמיש יותר ובעל יכולת ספיגת אנרגיה טובה יותר. תמיכה לממצא זה הוא התנהגות החומר תחת עומס נגיפה – כמעט כל דגמי הפגוש התחליפי נשברו במהלך ניסוי הנגיפה בעוד שאף לא אחד מדגמי הפגוש המקורי; דגמי הפגוש המקורי התכופפו אך לא נשברו.

### 7. תכונות מכניות

- 7.1 בדיקת הולם מצאה כי כושר ספיגת אנרגיה במצב חדש של הפגוש המקורי עולה על 200% בהשוואה לכושר זה בפגוש התחליפי.
- 7.2 בדיקת הולם לאחר בליה מצאה יציבות בהתנהגות החומר של הפגוש, אך קיים הבדל בהתנהגות להלם עבור חומר הפגוש התחליפי לאחר בליה. תופעה נוספת שמלווה את התנהגות החומר לאחר הבליה היא העלייה בפריכות של הפגוש התחליפי כתוצאה מהבליה.

## סיכום

8. הבדיקות מצאו הבדלים מובהקים בהרכב החומר בין הפגוש המקורי של טויוטה לבין הפגוש התחליפי. ההבדלים בהרכב משפיעים על התנהגות הפגוש ורגישותו להלמים. המשמעות הבטיחותית באה לידי ביטוי בתכונות הבאות של הפגושים:

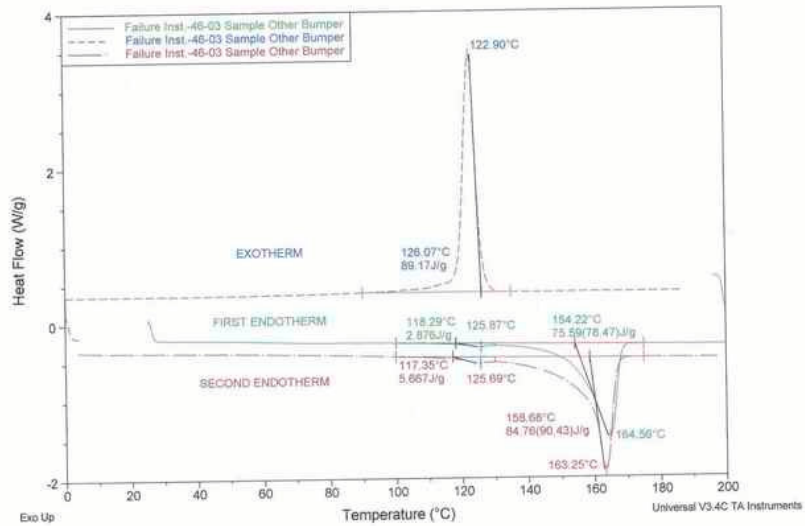
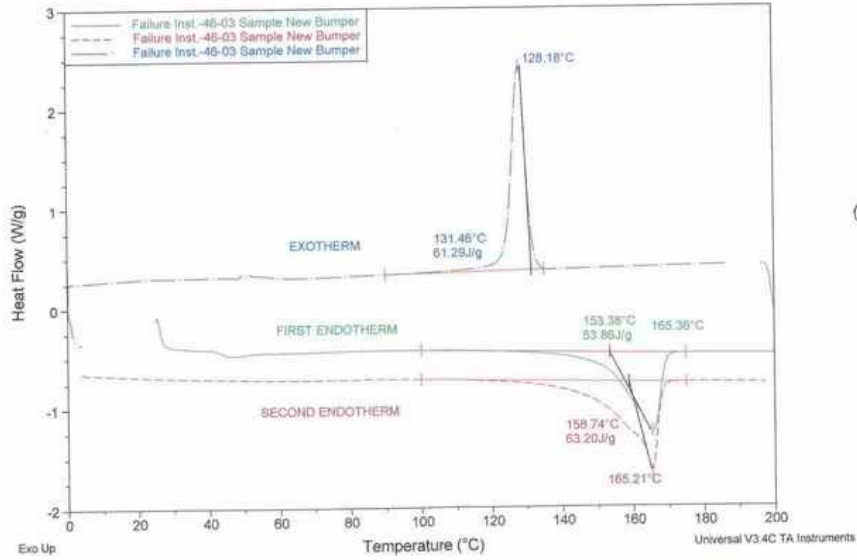
8.1 **עמידות להלם.** חומר פגוש התחליפי בעל תכונות ירודות בכושר לספוג מכה (הלם-IMPACT), בשיעור של 40% מהפגוש המקורי. המשמעות הנה שהפגוש התחליפי מסוגל לספוג הרבה פחות אנרגיה מהפגוש המקורי בטרם יישבר. לצורך ההדגמה בלבד, אם הפגוש המקורי מתוכנן להישבר במכה עקב מהירות 20 קמ"ש, אזי הפגוש התחליפי יישבר ב- 8 קמ"ש!

8.2 **פריכות.** חומר פגוש התחליפי נמצא יותר פריך בהשוואה לחומר הפגוש המקורי. המשמעות הנה כי כאשר שניהם יקבלו את אותה מכה, המקורי יתכופף אך לא יישבר, ואילו התחליפי יישבר ויהיה צורך להחליפו....

8.3 **עמידות לחשיפה לשמש (קרני UV).** חומר פגוש המקורי שובר על יציבות תכונותיו המכניות בסביבה של קרינת שמש, בעוד שהתחליפי בלתי יציב. המשמעות הנה כי ייתכן מועד בו מכה שמקורה אינו דווקא בתאונה ישברו את הפגוש.

מההבדל בהרכב החומר ברורה באופן מיידי הסיבה למחירו הזול בהשוואה למקורי. אולם מהממצאים ברור כעת כי למחיר הזול נלווה "עונש" – הפגוש לא בטוח ורגיש למכות ולשבר.





**תמונה 1: טרמוגרמות.**  
**1.2-1.1** טרמוגרמות של המגן המקורי והתחליפי בהתאמה.