



מינהל תנועה / אגף הרכב ושירותי תחזוקה

הצמיג והטיפול בו



2007

עריכה: נירית לוי

מבוא

הצמיג הוא אחד האביזרים הבטיחותיים ברכב, אם לא הבטיחותי ביותר. חשובה ביותר היא דרך הטיפול בצמיגים, תחזוקתם, בדיקתם, לחץ הניפוח, התקנתם הנכונה, איזונים, דרכי תיקונים, התאמתם לרכב והדרכת הנהג, בכל הקשור בהם.

לטיפול לא נכון בצמיג, נסיעה בלחץ ניפוח נמוך, או עם צמיג שאינו תקין עלולות להיות תוצאות הרוות אסון. יחד עם זאת, מעט תשומת לב מהנהוג ברכב עשוייה להביא להארכת חיי הצמיג ולהצלת חיי אדם. רוב בעלי הרכב אינם מודעים לכך שנסיעה עם צמיגים שלחץ הניפוח בהם נמוך, עלולה לגרום לאיבוד שליטה ברכב ולתאונת דרכים. זאת לבד מן העובדה שנסיעה בלחץ ניפוח נמוך מעלה את הבלאי בצמיגים ואת תצרוכת הדלק. בסך הכל לכאורה מדובר "בפרט קטן" – לחץ ניפוח נמוך. לפיכך, טוב יעשה הצמיגאי, אם ידריך את הלקוח כיצד הוא יכול בקלות לבדוק את תקינות הצמיגים ואת לחץ הניפוח בהם.

החוברת "הצמיג והטיפול בו", הופקה ע"י אגף הרכב, מנהל התנועה במשרד התחבורה, תוך דאגה לבטיחות המשתמשים בכלי-הרכב ובמטרה לעדכן את הידע המקצועי של מתקני הצמיגים בארץ ולהעלות את רמתם המקצועית. החוברת מיועדת בעיקר למנהלי המוסכים בענף צמיגי הרכב, אולם לא רק להם, גם לכלל העוסקים ברכב, מנהלי מוסכים, קציני בטיחות, בוחני רכב ושמאי רכב.

אין מטרת החוברת לשמש כבסיס תאורתי ללימוד תורת הצמיגים אלא כנדבך נוסף לידע.

מתוך הכרה בחשיבות נושא הצמיגים, פועלת באגף הרכב במשרד התחבורה ועדה מקצועית העוקבת אחר ההתפתחויות בענף ומנסה לשדרג ללא הרף את רמת הידע של העוסקים בו.

בין חברי הוועדה, מומחים מקצועיים בענף הצמיגים. הוועדה גם מתייעצת עם טובי המומחים וגורמים שונים בענף הצמיגים, במטרה להפיק את המיטב. הוועדה היא זו אשר יזמה את הפקת החוברת וקבעה את תכניה המקצועיים.

חברי הוועדה הם:

שמעון ולינסקי	- יו"ר - מ. התחבורה – "אגף הרכב"
רן פינקל	- חבר - מ. התחבורה – "אגף הרכב"
משה ימיני	- חבר - מ. התחבורה – "אגף הרכב"
עמיר נאור	- חבר - הרשות הלאומית
רומן ברונשטיין- רפ"ק	- חבר - משטרת ישראל
יוסף נעים	- חבר - יו"ר ענף הצמיגים, איגוד המוסכים
רודי קורולובסקי	- חבר - מומחה בענף הצמיגים

סיוע רב קיבלה הוועדה ממומחי הצמיגים המהנדס אלעני יוסף וד"ר איתמר שרון אשר השקיעו מזמנם ותרמו מהידע המקצועי הרב שלהם על מנת, שהחברת תהייה ברמה המקצועית הגבוהה ביותר ותתאים ביותר לעובדים בענף הצמיגים ועל כך נתונה להם תודותינו.

תודה מיוחדת נתונה גם לגב' נירית לוי שתרמה מכשרונה לעריכת החוברת ולעיצובה הנעים.

אם כי בחוברת הושקעה עבודה רבה וחשיבה רבה אנו נקבל בברכה ובתודה הערות אם ישנן.

אנו מקווים כי העבודה הרבה שהושקעה בחוברת, תתרום להעלאת הרמה המקצועית של העוסקים בענף הצמיגים בפרט ובענף הרכב בכלל.

שמעון ולינסקי
סגן מנהלת אגף הרכב
עורך מקצועי לחוברת

החוברת הינה חוברת הנחיות ונערכה בהסתמך על:

- (1) חוות דעת מומחים
- (2) ETRTO – הארגון הטכני האירופאי לצמיגים ואופנים
- (3) RMA – איגוד יצרני הגומי
- (4) ספרויות יצרני הצמיגים
- (5) ספרות יצרני הרכב
- (6) Automotive Handbook – Bosch
Inside Racing Technology by Poul Haney



תוכן עניינים

עמוד

פרק הנושא

חלק א

6-9	א. הרכבת צמיגים ברכב
10-11	ב. סולית הצמיג
12	ג. דפנות הצמיג
13	ד. סימון הצמיג
13	ה. אבובים
14-17	ו. תיקון צמיגים
18	ז. פנים הצמיג
19-20	ח. אופנים
21	ט. בטיחות
22	י. דופן הצמיג

טבלאות ונספחים

24	יא. טבלת סימון קוד המהירות ע"ג הצמיג
25	יב. טבלת קוד העומס על הצמיג
26-27	יג. טבלת דוגמאות לסימני זיהוי על גבי הצמיגים

חלק ב' – הצמיג מבנהו ותכונותיו ותפקידו (חומר עיוני)

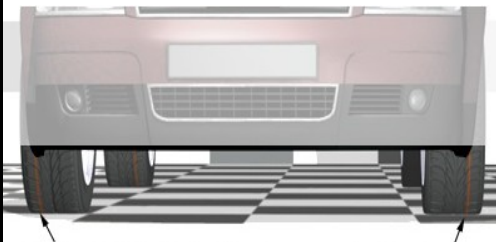
ב-1	חישוב קוטר הצמיג
ב-2	דוגמאת חישוב קוטר הצמיג
ב-3	שכבת הפרדת המים - Aquaplaning
ב-4	אחיזה הצמיג בכביש
ב-5	זוית ההחלקה
ב-7	התנגדות צמיג לגלגול

חלק ג' – ההיבטים החוקיים אופנים – תקנה 321, תקנה 322

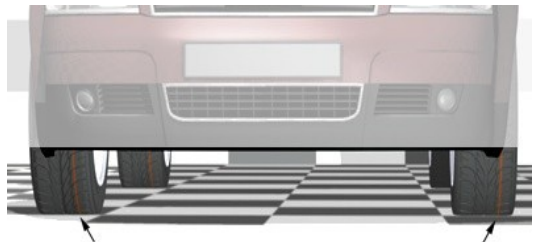
ג-1

א. הרכבת צמיגים

- (1) אין להרכיב צמיגים במבנים שונים על אותו סרן. במקרה וישנם שני סרנים אחוריים – יש להרכיב בהם צמיגים במבנה אחד (מבנה הצמיג מתייחס לדוגמא לצמיגים רדיאליים, צמיגים דיאגונליים).
- (2) מומלץ להתקין על הרכב 4 צמיגים זהים. יחד עם זאת, ניתן להרכיב צמיג אחד בלבד מיצרן אחר שיורכב על הסרן האחורי ובתנאי שנתוני הצמיג זהים לשאר הצמיגים כולל דגם הסוליה.
- (3) אין להרכיב צמיג רדיאלי עם חגורת פלדה וצמיג רדיאלי שחגורתו אינה פלדה על אותו סרן.
- (4) אין להרכיב זוג צמיגים רדיאליים עם חגורת פלדה על הסרן הקדמי, כאשר על הסרן האחורי מורכבים צמיגים רדיאליים חגורתם אינה פלדה.
- (5) כאשר מסומן חץ בדופן הצמיג, יש להרכיבו כך שכיוון החץ יהיה בכיוון הנסיעה – קדימה. בצמיג אסימטרי, נחוץ להקפיד על כיוון ההרכבה. (כפי שמצוין על דופן הצמיג)
- (6) יש לוודא התאמת הצמיג לפי הוראת יצרן הרכב, וחל איסור להרכיב צמיג שלחץ הניפוח, מהירות והעומס פחותים מאלה שתוכנן על-ידי יצרן הרכב ובלבד שבמונית, ברכב נוסעים פרטי וברכב פרטי דו-שימושי (עד שנת ייצור 2005) יכול שיורכב צמיג בדרגת מהירות מהירות S. בכל הרכבה כזו יש ליידע את הנהג בכתב. (בחשבונית) קודי המהירות והעומס יהיו זהים בכל הצמיגים ברכב.



כוון סמני סטיית גלגול הצמיגים הקדמיים מנוגדים, הרכב יתמיד במסלולו.



כוון סמני סטיית גלגול הצמיגים הקדמיים באותו צד, למכונית נטייה לסטייה.

איור מס' 1 - סימני נטיית גלגול הצמיג

- (7) ניתן להרכיב ברכב צמיגים בקוד מהירות גבוה מאלו המורכבים ע"י היצרן בתנאי :
(א) שיהיו 2 צמיגים זהים על אותו הסרן. (על הסרן האחורי)
(ב) שבעל הרכב יודע על כך בחשבונית.
- (8) אסור להרכיב צמיג ללא אבוב (טיובלס), על-גבי אופן, אשר אינו מיועד לכך. (טיובטייפ)
- (9) אין להרכיב במשאית צמד צמיגים שהמרחק ביניהם (מרכז הסוליה) אינו עומד בתקן. (הנחיות היצרן או R.M.A ארה"ב או אטרטו אירופה)
- (10) אין להרכיב צמיג על אופן (ג'נט) שאינו מתאים. ההרכבה היא רק בהתאם להוראות יצרן הרכב
- (11) אין להרכיב על הרכב צמיגים מסדרות ומידות שונות, לרבות יחס- חתך , קוד עומס, קוד מהירות, מידות הצמיג, מידת אופן ורוחב שונים, אלא באישור מוקדם בכתב מיצרן הרכב. (טבלאות עמ' 24,25)
- (12) אין להרכיב צמיגים, המיועדים לרכב פרטי, ברכב שצמיגיו המקוריים מחוזקים (יש לשים לב לאות המוטבעת בדופן הצמיג המציינת את ייעוד הצמיג REINFORCE- C-LT וכו') .
- (13) כאשר כל הצמיגים הינם בעלי מבנה ומידה זהים, מומלץ להרכיב ברכב – בעל 4 גלגלים את החדשים מאחור, וברכב עם מספר גלגלים השונה מ-4 להרכיב את הצמיגים החדשים מלפנים.
- (14) בהרכבת צמיגים בצמד ("דבל ג'נט") על סרן בודד ("סינגל- אקס"), הקפד שהפרשי הקטרים בין הצמיגים לא יעלה על 6 מ"מ בצמיגים ברוחב "8.25 (או R22.5-9 בצמיגים ללא אבוב), ועל 12 מ"מ בצמיגים ברוחב "9 ומעלה (או R22.5 10 - בצמיגים ללא אבוב). כלומר, מהמידה R 20 9.00 ומעלה יהיה ההפרש 12 מ"מ לכל היותר.
- (15) בהרכבת צמיגים על סרן כפול "דבל אקס", ההפרש בין הקטרים הממוצעים של צמיגי שני הצירים לא יעלה על 6 מ"מ. מומלץ לא להרכיב צמיג חדש ומחודש על אותו סרן.
- (16) לפני הרכבת צמיג וודא שקוטר האופן ורוחבו מתאימים לצמיג מבחינת התקן ולפי הוראות יצרן הרכב.

(17) לאחר הרכבת הצמיגים ברכב, יש לאזן את הגלגלים באיזון דינמי.

(18) יש לסגור את שסתום הניפוח בכיסוי מתאים.

(19) לחצי הניפוח בצמיגים יקבעו, לפי הוראות יצרן הרכב בלבד, בהתאם לעומס הרכב.

(20) בהרכבת גלגלי משא ואוטובוס יש להדק את אומי ההדוק במפתח מומנט מתאים, עפ"י הוראות יצרן הרכב.

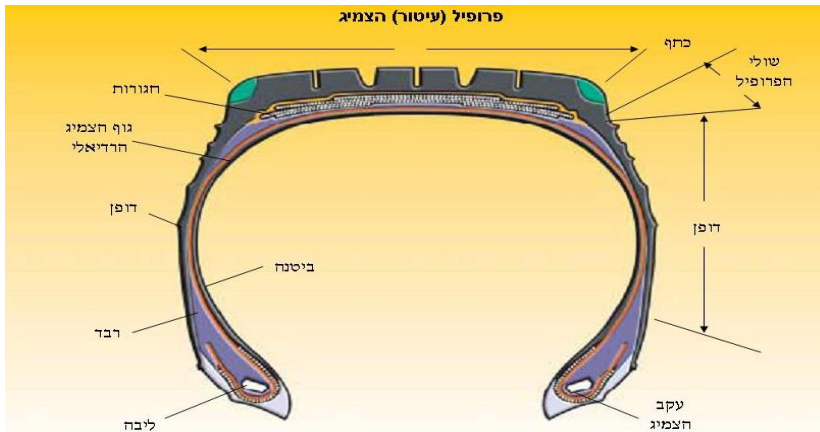


צמיגאי – לכורי! פומר אלקוח אפדוק אחץ ניסוח כאשר הצמיג קרי!

21) לאחר הרכבת גלגלים במשאית ואוטובוס, יש ליידע את הנהג שעליו לחזור ולהדק את הברגים לאחר 50 ק"מ של נסיעה, לכן:

- א. יש לתלות על קיר המפעל לתיקון צמיגים שלט גדול המורה לנהג רכב המשא שיש להדק ולחזק ברגים בגלגלים הידוק וחיזוק חוזר לאחר 50 ק"מ של נסיעה ברכב.
- ב. בנוסף, יש ליידע בע"פ את הנהג בצורך להדק ולחזק ברגי הגלגלים.
- ג. כתוב על גבי החשבונית: "יש להדק ברגי הגלגלים הידוק וחיזוק חוזר לאחר 50 ק"מ".
- ד. מגיע לנהג הידוק וחיזוק חוזר אם יגיע לשם כך למפעל.

חתך צמיג רדיאלי



איור מס' 2 - חתך צמיג רדיאלי (רכב משא)

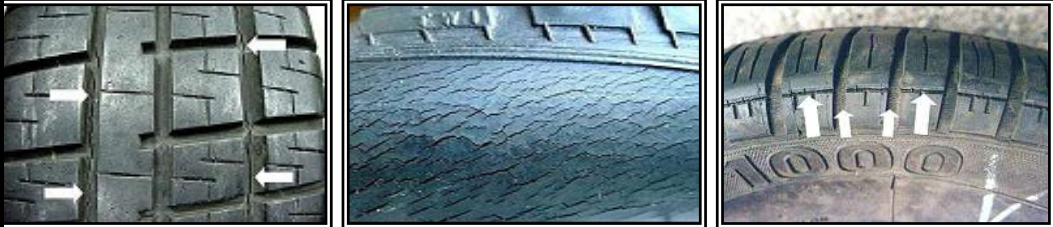
22) בעת הרכבת צמיגים לרכב יש להרכיב את הצמיגים כאשר תאריך ייצור הצמיג כלפי חוץ. (פרט לצמיגים כוונים). יש לציין את תאריך ייצור הצמיג, שם היצרן וארץ ייצור הצמיג על גבי החשבונית.

23) בעת הרכבת צמיג "טיובלס" חדש, יש להחליף את השסתום הישן בחדש. אם הצמיג אינו "טיובלס" יש להתקין בו אבוב חדש. באבוב בצמיג המיועד ללחץ אוויר מעל 65 PSI, יש להרכיב שסתום מתכת העומד בלחצי האוויר.

**מומלץ להרכיב צמיגים בצליל דאט פרופיל
להם על אותו סרן**

ב. סולית הצמיג

1. אין להשתמש בצמיג שהתגלו בו סדקים (בעומק מעל 3 מ"מ) בתעלות הפרופיל (וגם בדופן).



איור מס' 3 - סדקים בצמיג

2. אין להשתמש בצמיג מסוג כלשהו, אשר בסוליתו נפיחות, הפרדה, שבר או פיצוץ.

3. אין להשתמש בצמיג, כאשר עומק החריץ בסוליה פחות מ-2 מ"מ. צמיג יפסל כאשר 1/3 או יותר מרוחב הסוליה – בכל היקף הצמיג, נשחק עד ל- 2 מ"מ או פחות.



איור מס' 4 - אזור מותר לתיקוני נקר

4. רק בצמיג שמוטבע בו הסימון " REGROOVABLE " מותר להעמיק את הפרופיל פעם אחת בלבד בהתאם להמלצות יצרן הצמיג אשר יבוצע על-ידי גורם המוסמך לכך- ובמקביל יבוצע רישום אצל המחרץ, תוך ציון מספר הצמיג.
לאחר הביצוע יש למחוק בהשחזה את ההטבעה " REGROOVABLE ".

צמיגאי - לכו! לבדוק לחץ ניפוח בכל אלאי הרכב שנכנס לאוסק

5. מספר תיקוני הנקרים שמותר לבצע בסולית הצמיג הוא;

פרטיות, מסחריות ומשא קל (תיקונים שאינם מחוזקים)

א. תיקוני נקר קטנים רגילים

תיקוני נקר קטנים המבוצעים במסתם-מהיר ("פטריה") בקוטר 3 מ"מ: 4 תיקונים בתנאי שלא היו יותר מ- 2 תיקונים בכל רבע צמיג, ושהמרחק בין שני תיקונים יעלה על 20 ס"מ.

ב. תיקוני נקר גדולים ואחרים

- 1) המבוצעים במסתם מהיר ("פטריה") בקוטר 6 מ"מ, או חורים שאינם ניצבים לפני הסוליה ומחייבים בניית פטריה; (חומר האיטום והמדבקה במידות המתאימות)
- 2) ניתן לבצע שני תיקונים במרחק של לפחות 35 ס"מ אחד השני.

ג. מרחק התיקון

שילוב של תיקונים כפי שמצוין בסעיפים א' ו- ב':
3 תיקונים, בתנאי שהמרחק בין תיקון בסעיף א' לתיקון בסעיף ב' יעלה על 20 ס"מ, והמרחק בין שני תיקונים בסעיף ב' יעלה על 35 ס"מ.

בצמיגי משא- כבד – (תיקונים מחוזקים)

המספר הכולל של תיקונים מחוזקים, הכולל סוליה ודופן הוא 4. הסבר: מותרים לכל היותר 3 תיקונים בדופן, וכאשר שלושתם מבוצעים מותר תיקון נקר אחד בלבד בסוליה. מותרים יותר תיקוני נקר, על חשבון תיקוני דופן, עד לכמות של 4.



דפנות הצמיג

ג.

1. אין להשתמש בצמיג שבדופנותיו רבדים הגלויים לעין.
2. אין להשתמש בצמיג שבדופנותיו נפיחות חיצונית.
3. בצמיגי משא אין להשתמש בצמיג "שהתיישן" כתוצאה מאחסון ממושך, או כתוצאה משימוש ממושך שגרם להופעת סדקים עמוקים.
4. אין להשתמש בצמיג שבדופנותיו יש חתך, אלא אם מידות החתך אינן חורגות מהמותר בהוראה זו, והוא תוקן תיקון חיצוני ופנימי באטמית מחוזקת כנדרש (ראה טבלה עמ' 14 ובהתאם להוראות יצרן הצמיג).
5. בצמיגי רכב מסחרי ומשא קל C,LT מותר לבצע עד 2 תיקונים בדופן הצמיג, ובצמיגי- משא מותר עד 3 תיקונים. (ובתנאי שיצרן הצמיג אינו מורה אחרת).
6. נזק בדופן צמיג דיאגונלי הפוגע ברבע ממספר הרבדים או יותר, מחייב תיקון חיצוני בנוסף לתיקון באטמית מחוזקת מבפנים.
7. יש להבדיל בין תיקון צמיג דיאגונלי לתיקון צמיג רדיאלי – בבחירת האטמית המחוזקת ובשיטת הביצוע.



איור מס' 5 - דפנות הצמיג

ד. סימון הצמיג

1. אין להשתמש במכונית בצמיג המסומן: "פסול" "עגלה" ו/או שאין עליו תאריך ייצור ותקן ובצמיגים המיועדים לחקלאות, למלגזות ולעבודות עפר.
2. ניתן להשתמש במכונית רק בצמיג שזהות יצרנו ידועה, כאשר מוטבע בו שם היצרן וקוד היצרן. ליד היצרן יבוא מימין לתו התקן DOT בשתי אותיות, ספרות או שילוב ביניהן.

הערה: ניתן לייבא בישראל צמיגים בעומדים בתקנים הבאים: DOT, E, JIS
DOT - תקן אמריקאי - מס' תקן FMVSS, 109, 119, 139
E - תקן אירופאי - מס' תקן ECE, 30, 54, 75
JIS - תקן יפני - מס' תקן JIS, 4230

ה. אבובים

1. אין להכניס אבוב לגלגלי טיובלס אלא באישור יצרן הרכב.
2. אין להשתמש באבוב המיועד לצמיגים דיאגונליים, בתוך צמיג רדיאלי.
3. אין להשתמש באבוב לאחר שהתגלו בו קפלים, או סדקים או מס' תיקונים גדול מהמותר.
4. אין להשתמש באבוב קטן או גדול מהמידה הנדרשת לפי הוראות היצרן.
5. אין לתקן אבוב בחיבור.
6. (א) המרחק המותר בין התיקונים באבוב ברכב פרטי יהיה לפחות 10 ס"מ בין קצוות האטמיות.
(ב) המרחק המותר בין התיקונים באבוב משא יהיה לפחות 20 ס"מ בין קצוות האטמיות.
7. אין להרכיב צמיג הנועד לאבוב (TUBE TYPE), כאשר בתוכו אין אבוב.
8. מספר התיקונים המותרים:
(א) מספר התיקונים המירבי שמותר לבצע באבוב נוסעים הוא 3.
(ב) מספר התיקונים המירבי שמותר לבצע באבוב מסחרי/משא קל הוא 4.
(ג) מספר התיקונים המירבי שמותר לבצע באבוב משא הוא 5.
9. אין להרכיב אבוב בצמיג שיש בו שקעים או בליטות כתוצאה מיצורו העלולים לפגוע באבוב.

תיקון צמיגים

ו.

1. אין לתקן צמיג ללא אבוב (טיובלס) בתיקון חיצוני בלבד, ומבלי להורידו מהאופן.
2. בצמיגי משאית תיקון דופן צמיג "טיובלס" יבוצע בתיקון, שיכלול תיקון חיצוני ופנימי כאחד (על-ידי אטמית מחוזקת). הצמיג ישאר "טיובלס" לאחר התיקון.
3. אין לתקן צמיג באזור העקב. יש לפסול לנסיעה צמיג פגום בעקב.
4. המרחק המינימלי בין קידמת העקב, לנקודה הנמוכה ביותר של אזור הנזק המותר לתיקון, כשהוא נמדד בתוך הצמיג, יהיה בהתאם למפורט בטבלה הבאה:

צמיג ללא אבוב	צמיג עם אבוב	צמיגי משא כבד
70 מ"מ	60 מ"מ	דיאגונלי עד וכולל רוחב 7.00"
80 מ"מ	70 מ"מ	דיאגונלי עד וכולל רוחב 10.00"
125 מ"מ	100 מ"מ	דיאגונלי מרוחב 11.00" ומעלה
60 מ"מ	50 מ"מ	רדיאלי עד רוחב 8.25"
85 מ"מ	75 מ"מ	רדיאלי מרוחב 9.00" ומעלה

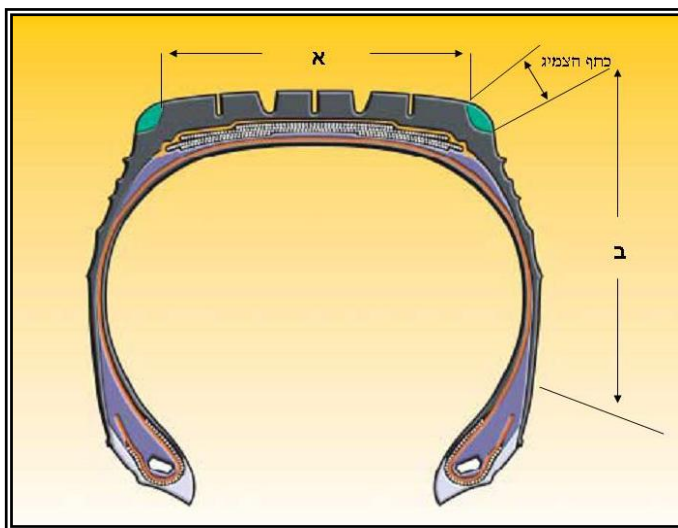
(א)



זכור! ככל תיקון צמיג יש לבדוק ביסודיות את כל פנים הצמיג!

(ב)

גבולות לתיקון צמיגים. אין לתקן נזקים שמידותיהם עולות על המפורט בטבלה המידות, מתייחסות לנזק לפני התיקון ולפני השיפשוף			
איזור	רדיאלי	דיאגונלי	סוג הרכב
א	עד 9 מ"מ	עד 9 מ"מ	מסחרי משא קל
ב	לאורך המיתרים עד 12 מ"מ	לרוחב המיתרים עד 7 מ"מ	
א	עד 12 מ"מ	עד 12 מ"מ	משא כבד
א	לאורך המיתרים 25 מ"מ	לרוחב המיתרים 15 מ"מ	
א		עד 3 מ"מ	אופנוע וקטנוע



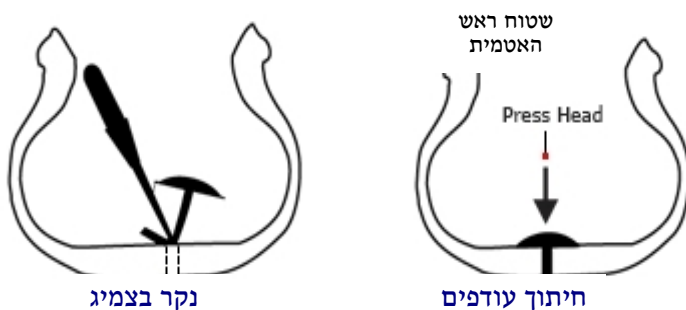
איור מס' 6 - אזור תיקון הצמיג למשאיות



צמיגאי - לכוזר! אין למצא תיקונים באיזור הכתף

- (1) ראה מיקום איזור התיקון בשרטוט המצ"ב (אזור א' אזור הסוליה אזור ב' הדופן). (ראה איור מס' 6)
- (2) התיקונים באזור הדופן ב' המותרים כאמור ברכב משא ומשא קל ומסחרי יבוצעו באטמית מחוזקת המתאימה למבנה הצמיג (דיאגונלי או רדיאלי), אשר תודבק בכוון הנכון בהתאם למסומן עליה. (לאחר ביצוע תיקון חיצוני בתהליך גיפור חם).
- (3) בצמיגי משא כבד יש להשתמש בנוסף לאטמית גם מבפנים באזור הסוליה באטימות מסוג פיטריה בלבד או באמצעות בניית פיטריה במקרים מיוחדים.

תיקון נקר



איור מס' 7 - תיקון נקר עם פיטריה

5. כל תיקון נקר (חור) בסולית צמיג "טיובלס" או "טיוב-טייפ" יבוצע כדלקמן:

(א) במידה והחור בסוליה ניצב לפני הסוליה, יתוקן ב"מסתם מהיר" (פיטריה בלבד) המתאימים לגודל החור.

(ב) במידה והחור בסוליה אינו בניצב לפני הסוליה, הוא יתוקן על-ידי בניית פיטריה. (חומר האיטום והמדבקה במידות המתאימות).

6. לא יתוקנו צמיגים במקרים הבאים:

- (א) הימצאות סדקים ישנים ועמוקים החודרים לרבדים.
- (ב) נזק בעקב, מתרי העקב חשופים, או נזקים הקרובים לעקב.
- (ג) הפרדה או בליטות בדופן הצמיג.
- (ד) חוטי רבדים גלויים בכל אזורי הצמיג.
- (ה) נקר בצמיג, מעבר לגבול המותר. - (ראה איור מס' 4)
- (ו) נזק בשיכבת הבוטיל (בצמיג "טיובלס").
- (ז) הפרדה בכל אזורי הצמיג.
- (ח) כאשר הנזק באזור הכתף.
- (ט) עיוותי סוליה מהפרדות המבנה.
- (י) התנפחות באזורי הסוליה, הדפנות ועקב.
- (יא) שפשופי דפנות חזקים, העלמות האותיות המוטבעות בדופן
- (יב) הגעת השחיקה עד לבליטות בתעלות המסמנות גבול השימוש הבטיחותי בצמיג.
- (יג) סימוני תקנים מחוקים.
- (יד) ללא תאריך ייצור.

7. כל תיקון בצמיג יבוצע לאחר פירוק הצמיג מהאופן, ועריכת בדיקה יסודית של הצמיג ושל האופן.

1. יש לבצע בדיקה ואין להרכיב צמיג כאשר נתגלו בו פגמים פנימיים, כגון: חוטים בולטים, קרועים או חוטי פלדה בולטים בעקב.
2. אין להרכיב צמיג עם חגורת פלדה, שהתגלו בו בליטות, נפיחויות, או חוטי פלדה פנימיים.
3. אין להרכיב צמיג אשר בזמן פירוקו מתגלה אבקה שחורה "קמח שחור", שנבעה כתוצאה מנסיעה עם חסר אור.



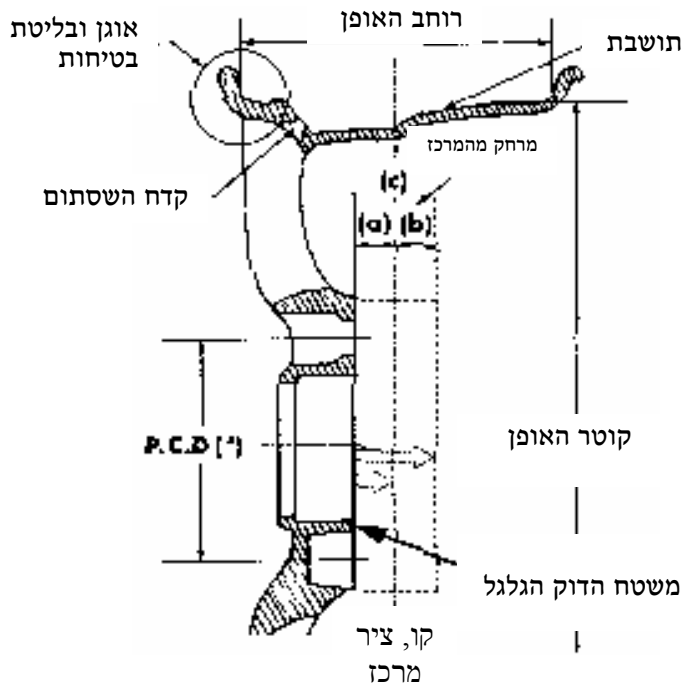
איור מס' 8 - פנים הצמיג



צמיגאי שיט לבי! אין להתקין כרכב יותר מצמיג אחד מתוצרת שונה

מידות האופן: דוגמא לציון מידות אופן

6 1/2	—	J J	X	15	45	5	114.3	
					(*)	(**)	(***)	
↑		↑		↑				(*) מרחק מהמרכז מ"מ
								(**) מס' קדחי הברגים
								(***) קוטר מיקום מרכזי הקדחים מ"מ



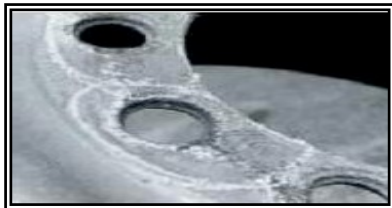
- (*) קוטר מיקום מרכזי הקדחים
- (**) מרחק מהמרכז
- (a) מרחק מהמרכז חיובי
- (b) מרחק מהמרכז שלילי
- (c) מרחק מהמרכז 0

איור מס' 8 - פירטי האופן

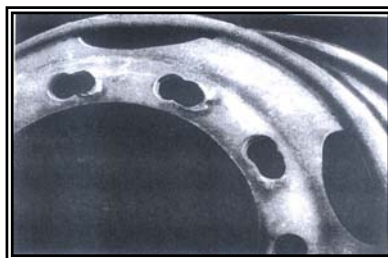
1. נקבי האופן יהיו מותאמים בקוטרם לברגיי ואומי ההידוק, ויהודקו באמצעות כל הברגים והאומים, לפי נתוני החוזק של יצרן הרכב.
2. אין להרכיב אופן ברכב, אלא אם כן הוא מתאים לצמיג ולהוראות יצרן הרכב.
3. אופן יורכב לאחר שיהיה נקי מלכלוך ובוץ, ובתנאי שאינו "זורק", יש לבדוק זריקה לפני השימוש באופן. גבולות "הזריקה" המותרת הם:

צמיגי משא כבד			צמיגי נוסעים מסחרית ומשא קל
זריקה רדיאלית	זריקה צידית	זריקה רדיאלית	זריקה צידית / רדיאלית
3 מ"מ	3 מ"מ	2 מ"מ	1.5 מ"מ

4. יש להתאים את האופן לצמיג מבחינת המידה וסוג הצמיג (עם אבוב או ללא אבוב).
5. אין להרכיב אופנים סדוקים או אם חורי הברגים שחוקים ו/או מאורכים.
6. אין לקדוח חורים באופן ואין ליישר אופן באמצעות חימום.



איור מס' 9 - סדקים בין קדחי האופן



איור מס' 10 - קדחים סגלגליים (אובליים)

1. חובה לנפח צמיגים מעל 65 p.s.i בתוך כלוב מתאים.
2. בניפוח צמיגים אל תעמוד מול הצמיג.
3. השתמש תמיד במד-לחץ בעל צינור באורך של 2 מטר לפחות מפיית הניפוח.
4. התרחק ככל האפשר מהצמיג בזמן הניפוח.



איור מס' 11 - כלוב בטיחות לניפוח צמיג

דופן הצמיג

י.

בדופן הצמיג אגור מידע רב המתייחס לצמיג, בעיקר שימוש המותר בו, לחצי אויר מירביים, עומסים, מהירויות וכו'.
להלן ההסבר:

מידות הצמיג

(1)

לדוגמא נביא צמיג שמידתו 205/50R15 91V ברשום יהיה:

205	- רוחב הצמיג במילימטרים
50	- יחס החתך באחוזים בין גובה החתך של הצמיג לרוחבו
R	- צמיג רדיאלי
15	- קוטר תושבת האופן באינצ'ים.
91	- דרגת העומס (ראה טבלת העומס) במקרה זה 615 ק"ג.
V	- סימון (קוד) המהירות. מציין את המהירות המירבית של הצמיג בעומס המלא – (ראה טבלה) במקרה זה 240 קמ"ש.



טבלאות ונספחים



יא. טבלת סימון קוד המהירות על גבי הצמיג

סימון קוד מהירות ברכב פרטי		צמיגי חורף/מחוזקים	
הסימון	מהירות קמוש עד	הסימון	מהירות בקמ"ש עד
S	180	Q	160
T	190	R	170
U	200	<u>SUV</u>	
H	210	N	140
V	240	P	150
W	270	<u>משאיות</u>	
Y	300	J	100
		K	110
ZR	240+	L	120
		M	130



זכור! כי יש חשיבות לקוד מהירות ומקף בהתאם להוראות
 יצרן הרכב אם כאשר הרכב נוסע במהירות נמוכה.

י.ב. טבלת מפתח העומסים בצמיג

העומס בק"ג	סימן העומס	העומס בק"ג	סימן העומס	העומס בק"ג	סימן העומס	העומס בק"ג	סימן העומס	העומס בק"ג	סימן העומס
3000	146	1500	122	750	98	375	74	190	50
3075	147	1550	123	775	99	387	75	195	51
3150	148	1600	124	800	100	400	76	200	52
3250	149	1650	125	825	101	412	77	206	53
3350	150	1700	126	850	102	425	78	212	54
3450	151	1750	127	875	103	437	79	218	55
3550	152	1800	128	900	104	450	80	224	56
		1850	129	925	105	462	81	230	57
		1900	130	950	106	475	82	236	58
		1950	131	975	107	487	83	243	59
		2000	132	1000	108	500	84	250	60
		2060	133	1030	109	515	85	257	61
		2120	134	1060	110	530	86	265	62
		2180	135	1090	111	545	87	272	63
		2240	136	1120	112	560	88	280	64
		2300	137	1150	113	580	89	290	65
		2360	138	1180	114	600	90	300	66
		2430	139	1215	115	615	91	307	67
		2500	140	1250	116	630	92	315	68
		2575	141	1285	117	650	93	325	69
		2650	142	1320	118	670	94	335	70
		2725	143	1360	119	690	95	345	71
		2800	144	1400	120	710	96	355	72
		2900	145	1450	121	730	97	365	73

י.ג. סימנים טיפוסיים בזיהוי על דפנות הצמיגים

טבלת דוגמאות לסימני הזהוי על-גבי הצמיגים				
סוגי רכב	דוגמאות סימונים		קודים	
	הסימון על הצמיג	מאפיין חזק (PR)	עומס ⁴	מהירות ⁵
אופנועים קטנים	3-7 (reinforced ²)	-	51	J
אופנועים	3.00-17 (reinforced ²)	-	50	P
	110/80 R 18	-	58	H
	120/90 B 18	-	65	H
קטנועים	3.50-10	-	51	J
רכב נוסעים פרטי	165 R 14 M+S ¹²)	-	84	Q
	195/65 R 15 (reinforced ²)	-	95	T
	200/60 R 365 ¹³)	-	88	H
	205/60 ZR 15	-	91	W
	CT ¹⁴) 235/40 ZR 475 ¹³)	-	-	-
ואן	185 R 14 C ¹)	8 PR	102/100	M
מסחרי קל	245/70R 17.5	-	143/141	J
משאיות (מסחרי) CV	11/70 R 22.5	-	146/143	K
גרורים	14/80 R 20	-	157	K
אוטובוסים	295/80 R 22.5	-	149/145	M
MPV	10.5 R 20 MPV	PR 14	134	G
	275/80 R 20 MPT ⁸)	-	134	G
מסחרי EM (עבודות עפר)	18.00-25 EM ⁹)	32 PR	-	-
	29.5-29 EM ⁹)	28 PR	-	-
רכב עבודה IT (מלגזה)	6.50-10 ⁶)			
עגלות	21X4 ⁶)	4 PR	-	-
רכב עבודה (טרקטורונים)	28x9 – 15 ⁷)	14 PR	-	-
	300X15 ⁷)	18 PR	-	-
טרקטורים	480/70 R 34	-	143	AB
	7.50-60 AS ¹⁰)	6 PR	-	-
ציוד חקלאי	11.0/65-12 Impl	6 PR	-	-

מקרא: (טבלה עמ' 26)

- (1) צמיגי משאיות קלות טנדרים
- (2) צמיגים מחוזקים = לרכב דו גלגלים ורכב נוסעים
- (3) PR – פלאי רייטניג (מאפיין חוזק)
- (4) קוד עומס לצמיגים בודדים/כפולים
- (5) קוד מהירות
- (6) צמיגים פנאומטיים
- (7) צמיג גומי מלא
- (8) MPT צמיגים לשימוש רב תכליתי
- (9) EM צמיגי מכוונות לעבודות עפר (צמ"ה)
- (10) AS טרקטורים חקלאיים
- (11) צמיגים לציוד ונגררים
- (12) M-S בוץ ושלג
- (13) מידת קוטר האופן נתונה במ"מ
- (14) הסימן CT הוא לאופן לצמיגי נוסעים מיוחדים

מרכיבי מידת הצמיג לדוגמא 175/70 R 13 82 S

רוחב 175 מ"מ	קוד עומס 82 (475 ק"ג)
יחס החתך 70%	קוד מהירות S (180 קמ"ש)
קוטר האופן 13 אינץ' (330 מ"מ בערך)	

חלק ב'

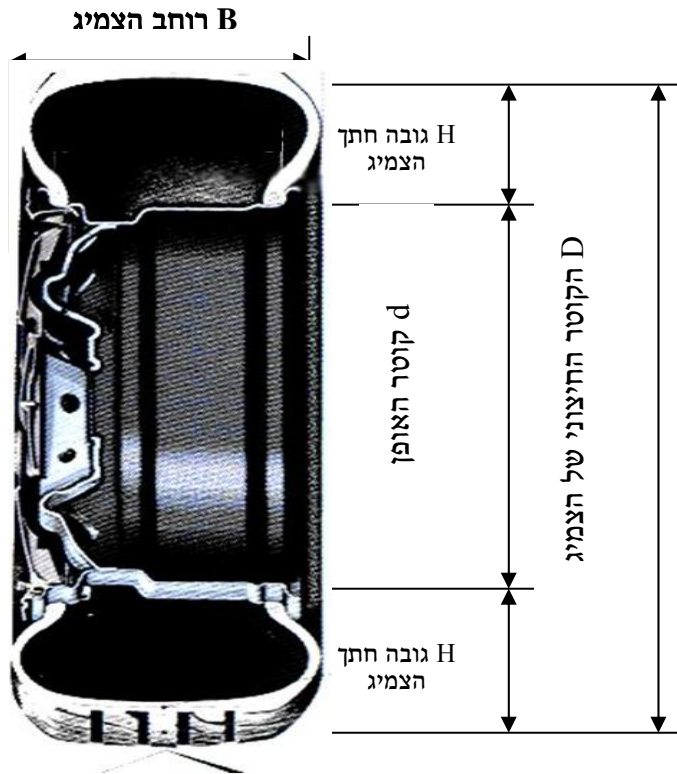
הצמיג מבנהו
תכונותיו ותפקידיו

(חומר עיוני)

חישוב קוטר הצמיג

אם מבקשים לחשב את קוטר החיצוני של צמיג הרכב על-פי מידותיו הנתונות יש להציב את נתוני הצמיג בנוסחא הבאה:

$$D = d + 2H$$



בנוסחא זו:

הקוטר החיצוני של הצמיג	=	D
הקוטר הפנימי של הצמיג (או קוטר האופן) לרוב במידות אינטרנציונליות ויש להפכן למילומטרים ע"י הכפלה ב- 25.4	=	d
רוחב הצמיג	=	B
גובה חתך הצמיג	=	H
יחס החתך	=	H/B

לדוגמא: חישוב קוטר של צמיג שמידתו 175/ 70R13
 $B = 175$
 $H/B = 70$
 $d = 13''$

(1) הפיכת הקוטר הפנימי של הצמיג d הנתון באינצ'ים למידות במילימטר
 $d = 13 \times 25.4 = 330.2$ מ"מ

(2) חישוב גובה הצמיג – הגובה הוא 70% מהרוחב.
 $H = 70\% \times B = 70 \times 175/100 = 122.5$ מ"מ

(3) מציאת הקוטר החיצוני
 $D = d + 2H = 330.2 + 2 \times 122.5 = 575.2$ מ"מ

$D = 575$ מ"מ

שכבת הפרדת המים Aquaplaning

לשכבת הפרדת המים השפעה רבה על המגע בין הצמיג לפני הכביש, היא מהווה הפרדה מעשית בין פני הכביש (המוצף במים) לבין הצמיג. התופעה קורת כאשר טריז מים נדחק בכח מתחת חותם המגע בין הצמיג לכביש ומרים את כלי- הרכב מהכביש. הנטיה להיווצרות שכבת מים כזו (Aquaplane) תלויה במס' גורמים:

גובה המים על הכביש
מהירות הרכב
צורת פרופיל הצמיג
שחיקת פרופיל הצמיג (עומק החריצים)
העומס הגורם ללחץ הצמיג על פני הכביש

צמיגים רחבים חשופים במיוחד להיווצרות שכבת הפרדת מים. אין אפשרות לכוון את המכונית או לבלום אותה כאשר קיימת הפרדת מים, מאחר והגלגלים הקדמיים של הרכב הפסיקו להסתובב. המשמעות היא שאין יותר כוחות בלימה והיגוי למכונית.

לשם כך, יש בצמיגים פרופיל שתפקידו לפנות את המים ולדאוג ששטח הצמיג יהיה צמוד לכביש.



איור AP-1 – תופעת הפרדת המים

אחיזת הצמיג בכביש

טבלת מקדם החיכוך הסטאטי בין הצמיגים הפנואמטיים לפני כביש שונים.

מצב הכביש					מצב הצמיג	מהירות הרכב בקמ"ש
קרח	שלוליות מים גובה כ- 2 מ"מ	גשם חזק גובה המים כ- 1 מ"מ	רטוב גובה המים כ- 2 מ"מ	יבש		
מקדם החיכוך הסטאטי μ_R						
0.1 ומטה	0.5	0.55	0.65	0.85	חדש	50
	0.25	0.4	0.5	1	בלוי*	
	0.05	0.3	0.6	0.8	חדש	90
	0.05	0.1	0.2	0.95	בלוי*	
	0	0.2	0.55	0.75	חדש	130
	0	0.1	0.2	0.9	בלוי*	

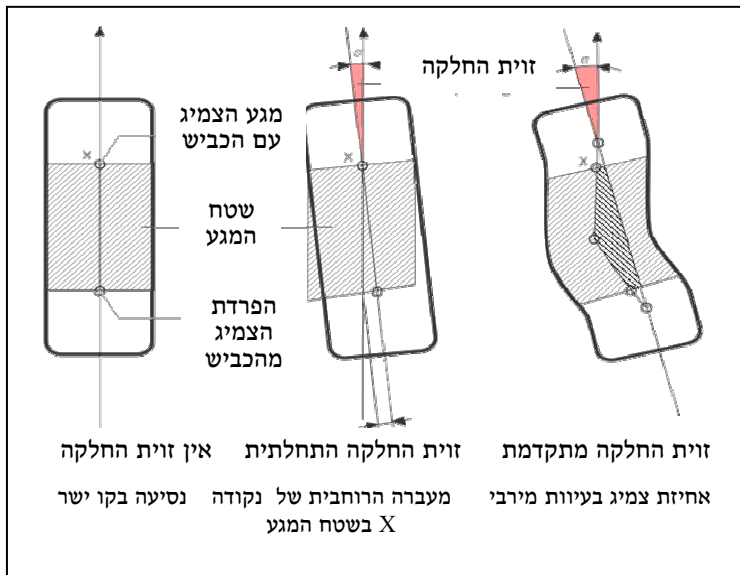
* צמיג בלוי הוא צמיג שעומק הפרופיל שלו קטן או שווה 2.5 מ"מ מקדם החיכוך הסטאטי (בין הצמיגים לפני הכביש) מושפע ממהירות הרכב, מצב הצמיגים ומצב פני הכביש (ראה טבלה).

הנתונים המופיעים בטבלה מתייחסים לפני כביש מבטון או טארמקדם (תערובות אספלט) במצב טוב. מקדם חיכוך ההחלקה (גלגל נעול) נמוך יותר בדרך כלל ממקדם חיכוך סטאטי.

שימוש בתערובות גומי מיוחדות מאפשר קבלת מקדם חיכוך בגובה 1.8 והם מקובלים בעיקר במכוניות מירוץ.

זווית ההחלקה - SLIP ANGLE

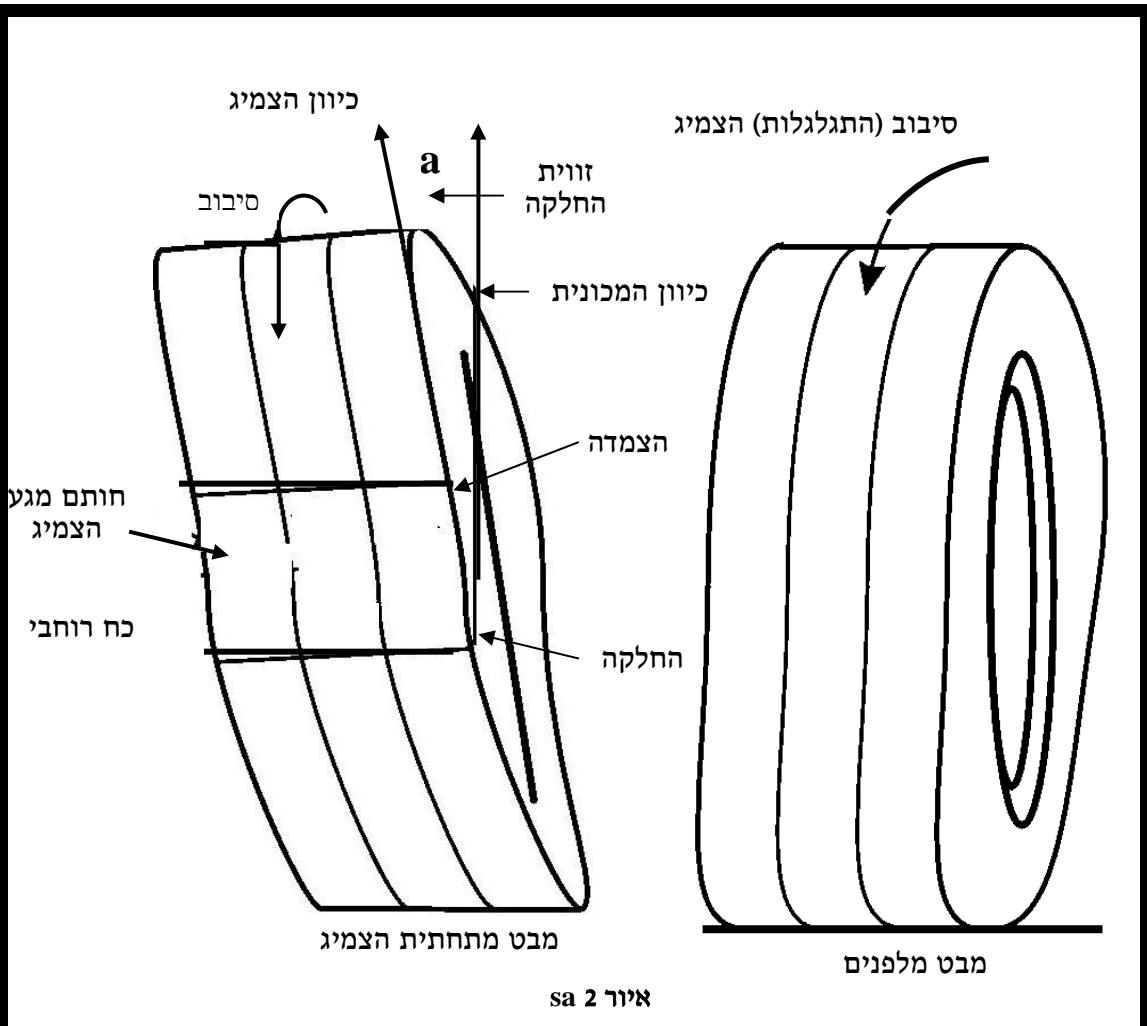
אחד האמצעים לשליטה ברכב הוא אחיזת הצמיג בכביש (grip). הצמיגים מאפשרים לרכב להיות בכל עת במצבים משתנים של תאוצה בלימה ופניה, ע"י כך שהם מעבירים את הפיקוד של שינוי הכוחות הנמסרים להם ע"י נהג הרכב. בעת ביצוע פניה מועברים לצמיגים כוחות צד באמצעות מערכת ההיגוי. הכוחות האלה נקראים גם כוחות רוחביים. הכוחות האלה פועלים בסופו של דבר על מרכז הכובד של הרכב. בעת הפנייתם של הצמיגים לכיוון נסיעה מסוים, אין הרכב מציית במלוא הפנייה. בעת בנסיעה בקו ישר לא תהייה קיימת זווית החלקה. חוסר הציות של הרכב לנסיעה בזווית אליה כוון הרכב נקראת זווית ההחלקה. לפיכך זווית ההחלקה היא למעשה תוצר של הפניית הרכב מנסיעה בקו ישר והיא הזווית בין הכיוון אליו הופנה הצמיג לבין כיוון הנסיעה של הרכב בפועל.



איור 1 sa

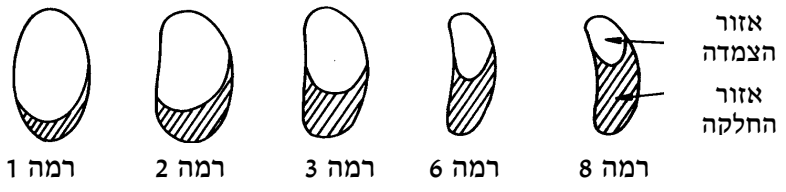
זווית ההחלקה הנוצרת גדולה יחסית לגודל זווית ההפניה של הגה המכונית והיא נוצרת מעיוות הצמיג שהחותם שלו נמצא על פני הכביש. בעת התגלגלות הצמיג על פני הדרך, החלק הקדמי של חותם הצמיג בא במגע עם הכביש בעוד שהחלק האחורי שלו משתחרר מהמגע.

לצורך סיוע בהבנת הנושא נשתמש במס' איורים: איור 1 sa מתאר צמיג המתגלגל בנסיעה ישרה, צמיג שנמצא במצב של זווית החלקה התחלתית וצמיג הנמצא במצב של זווית החלקה מתקדמת, בעת האחיזה המרבית של הצמיג על הכביש.



איור 2 sa

איור 2 sa מתאר את עיוות הצמיג, תאור זווית ההחלקה שלו a כיוון כוח הצד ואת חיתום הצמיג על גבי הכביש. זווית החלקה גדולה יותר תביא למעשה להעברה קטנה יותר של כוחות הצד. או להחלקה צידית גבוהה יותר (איור 2 sa).



איור 3 sa

איור 3 מתאר את רמות ההחלקה שונות מול רמות הצמדה של הצמיג

התנגדות צמיג לגלגול

התנגדות לגלגול היא תופעה פיסיקלית הנוצרת כאשר גלגל מתגלגל על פני שטח והיא למעשה כמות האנרגיה הדרושה כדי להתגבר על החיכוך בין הצמיג לבין הכביש. זה נשמע פשוט, אולם למעשה המשפיעים והמרכיבים את ההתנגדות לגלגול מחייבים העמקה בנושא. המשפיעים על ההתנגדות לגלגול הם: משקל הרכב, מבנה ודגם הצמיג, מהירות הנסיעה, רוח נגדית, לחץ הניפוח, לגורמים אלה תבוא התייחסות בהמשך.

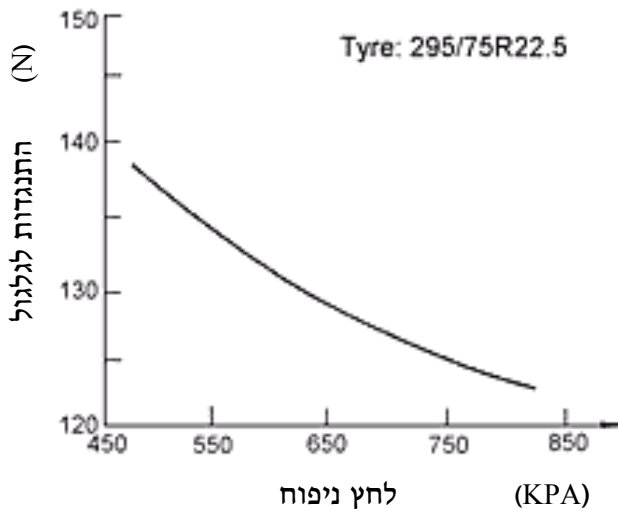
המפתח להבנת ההתנגדות לגלגול נעוץ בכך שההתנגדות לגלגול מיוצגת פחות ע"י גודל הצמיג ויותר ע"י עקבת מגע חותם הצמיג על פני הדרך וע"י משתנים נוספים כפי שכבר הוזכרו לעייל: כגון לחץ הניפוח, רוחב הצמיג ומבנהו משקל הצמיג והרכב, תכנונו והשפעת התכנון על המסה המוקפצת ושאינה מוקפצת שכן הן חשובות בשימור מגע חותם עקבת הצמיג. יש לזכור שלמעשה מגע קבוע של חותם עקבת הצמיג חשוב מאוד בהקשר להתנגדות לגלגול יותר מאשר הגורמים האחרים מאחר וככל שמגע חותם הצמיג על פני הכביש קבוע יותר כך תקטן ההתנגדות של הצמיג לגלגול. ההשפעות על ההתנגדות לגלגול הן די מסובכות להבנה.



FR עקבת מגע חותם הצמיג על פני הדרך

להלן הסבר על מס' משפיעים:

לחץ הניפוח רוחב ומבנה הצמיג: ככלל לחץ ניפוח נמוך מהמומלץ ע"י יצרן הרכב מעלה את ההתנגדות לגלגול. הצרת הצמיג והעלאת לחץ הניפוח בצמיג אינם בכל מקרה פתרון טוב יותר להקטנת ההתנגדות לגלגול. ההסבר לכך הוא שאם משתמשים באותו לחץ ניפוח ובאותו משקל רכב בצמיג צר יותר, יגרם למעשה לחץ כביש גבוה יותר מזה של צמיג רחב יותר. במצב כזה מגע השטח ההתחלתי עם הכביש, יהיה מרוכז בשטח קטן יותר. המטרה היא למעשה להקטין ככל הניתן את החבטות שסופג הצמיג על ידי פיזור הזעזועים הנגרמים לו מחוסר אחידות פני הכביש, על פני שטח רחב יותר ולכך עדיף מגע של צמיג רחב.



FR-2 היחס בין לחץ האוויר בצמיג לבין ההתנגדות לגלגול

משקל: הקשר בין המשקל להתנגדות לגלגול אינו קשר ישיר אולם הוא בעל משמעות מרובה, מאחר ועומס קטן יביא להעמסה קטנה על הצמיג בהתאם. **יחס החתך:** השאלה שעולה לעיתים תכופות היא האם לצמיג בעל יחס חתך נמוך, התנגדות לגלגול נמוכה יותר מאשר לצמיג בעל יחס חתך גבוה יותר. לרוב התשובה היא חיובית. יחד עם זאת ראוי לתת את הדעת למס' גורמים. הסיבה נעוצה בכך שקיימות השפעות של מרכיבים נוספים אחרים. לדוגמה, צמיגים בעלי פרופילים (כגון פרופיל לנסיעת שטח) מעלים את ההתנגדות לגלגול על פני צמיגים חלקים, היות ובליטות הפרופיל בצמיג מתעוותות בעת מגעו של הצמיג עם פני הכביש אל חללי (מרווחי) הפרופיל כאשר הצמיג נלחץ כנגד הכביש. כתוצאה מכך עולה ההתנגדות לגלגול, תוצאה זו, של עיוות הפרופיל, מובן שאינה קיימת כאשר הצמיג חלק. יחד עם זאת, צמיג חלק אינו בנוי לקדם פני בליטות על גבי הכביש היות והגומי ממנו מורכב הצמיג למרות שהוא אלסטי אינו ניתן לדחיסה. (מאחר והצמיג – ללא פרופיל).

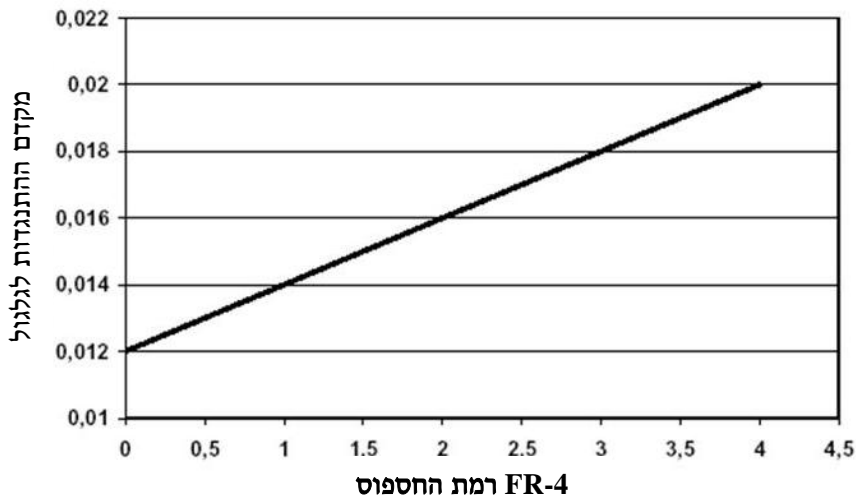
צמיגים בעלי יחס חתך נמוך מתעוותים יותר מאשר צמיגים בעלי יחס חתך גבוה ולכן, התנגדותם לגלגול אמורה להיות יותר גדולה. אולם בדרך כלל אין הדבר כך, מאחר וצמיגים בעלי יחס חתך גבוה ונמוך אינם זהים באספקטים אחרים. לדוגמה, צמיגים בעלי יחס חתך גבוה בדרך כלל הם בעלי פרופיל עבה יותר. מסיבה זו, צמיגים בעלי יחס חתך נמוך הם בעלי התנגדות לגלגול קטנה יותר כתוצאה ממגע חותם הצמיג שאליו הוא בדרך כלל שייך.

ערכים ברי השוואה אלו נמדדו בטווחי לחצי ניפוח שונים. ששמשו לבדיקות התגובה ללחצי ניפוח. צמיגים גדולים וכבדים נתנו את השיפור הגדול ביותר בהתנגדות לגלגול ככל שעלה לחץ הניפוח.



FR-3 בדיקת התנגדות במעבדה ע"ג תוף גילי

להתנגדות לגלגול השפעה ישירה על תצרוכת הדלק עד כדי 20%. כפועל יוצא גם לזיהום האוויר כתוצאה ממרכיבי השרפה.



היחס בין רמת חספוס המגע לבין מקדם ההתנגדות לגלגול

הגרף מציג שהיחס בין עומק מרקם (טקסטורה) המגע של הצמיג והכביש לבין מקדם ההתנגדות לגלגול הוא ליניארי. ככל שעולה עומק חוסר האחידות (חספוס המרקם) בין הצמיג לבין הכביש כך יגדל מקדם ההתנגדות לגלגול.

חלק ג'

ההיבטים החוקיים

1) אופנים – תקנה 321

- (א) בגלגלי רכב יותקנו אופנים מסוג כמפורט בחלק ג' בתוספת השניה ויהיו בעלי נקבים המותאמים בקוטרם לברגים ואומים המשמשים לחיבור האופנים לסרן.
- (ב) האופנים יהיו במצב תקין ויהודקו באמצעות כל הברגים או האומים, לפי הענין, שיהיו במצב תקין ובהתאם להוראות היצרן.
- (ג) לא יותקן אופן ברכב אלא אם כן הוא מתאים לצמיג במידותיו בהתייחס לקוטר תושבת האופן ורוחבו, כושר ההעמסה של הצמיג, לחץ האוויר המרבי המותר ומהירות המרבית לנסיעה בו, בהתאם להוראות היצרן.
- (ד) על אופן המיועד לפי מבנהו להרכבת צמיג עם אבוב לא יורכב צמיג ללא אבוב (Tubless).

2) צמיגים – תקנה 322

- (א) בגלגלי רכב יותקנו צמיגי גומי פנאומטיים מסוג כאמור בחלק ג' בתוספת השניה ובהם לחץ אוויר במידה שקבע יצרן הרכב; ברכב אטי מותר להתקין צמיגים שאינם פנאומטיים.
- (ב) הצמיגים ברכב יותאמו לייעוד הרכב ויהיו בעלי אותם מבנה וכושר העמסה שקבע יצרן הרכב המידות שנרשמו ברשיון הרכב.
- (ג) בצמיג פנאומטי, לרבות בצמיג שבגלגל חילוף, לא יפחת עובי הפרופיל או עומק החריצים של הצמיג, הבא במגע עם הדרך, מ- 2 מ"מ ובצמיג שאינו פנאומטי, לא יפחת עוביו מ- 4 ס"מ.
- (ד) (1) לא יורכבו ברכב מנועי צמיגים שונים במידה, בכושר העמסה ובמבנה – בין רדיאלי ובין דיאגונלי- על סרן אחד;
- (2) ברכב מנועי – למעט טרקטור ומכונה ניידת – יכול שיורכבו צמיגים בעלי מבנה שונה על סרנים שונים אלא אם כן קבע יצרן הרכב אחרת ובלבד שלא יורכבו;
- (א) צמיגים רדיאליים בסרן קדמי, או בסרנים האחוריים הורכבו צמיגים דיאגונליים;
- (ב) צמיגים רדיאליים שבהם חגורות פלדה בסרן קדמי, אם בסרן או בסרנים האחוריים הורכבו צמיגים רדיאליים שאין בהם חגורת פלדה.

(3) על אף האמור בתקנת משנה זו, נגרם תקר באחד מגלגלי הרכב, מותר להרכיב על סרן אחד גלגל חילוף שמידותיו שונות, כאמור בתקנה 365 (2), ובלבד שנוהג הרכב לא יעשה בו שימוש אלא לצורך נסיעה אל המוסך הקרוב לתיקון התקר.

(ה) לא יורכב ברכב צמיג ללא אבוב אם הוא מיועד להרכבה עם אבוב.

(ו) לא יורכב ברכב ששנת ייצורו

(1) עד 2005 – צמיג המוגבל למהירות פחותה מהמהירות המרבית המתוכננת של הרכב ובלבד שבמונית, ברכב נוסעים פרטי וברכב פרטי דו-שימושי יכול שיורכב צמיג בדרגת מהירות S

(2) 2006 ואילך – צמיג שתכנן יצרנו ללחץ אוויר, לכושר העמסה ולמהירות הפחותים מאלה שתכנן יצרן הרכב.