

מערכות-חימוש

שבט תשכ"ז - ינואר 1967



מערכות-חימוש

ינואר 1967

שבט תשכ"ז

חוברת מס' 25

תוכן העניינים:

- 2 אופטיקה של הסיבים
- 6 בטיחותם של כלירכב
- 11 מערכות נורו אלקטרוניות, ב' / י. לנה
- 15 חידושים במערכת החשמל בכלירכב, ב' / ליאון גריפיטס
- 17 הסנק של שנות ה'70—80
- 18 רכב נושא טילים איתמר טרצ'יק
- 21 התעייפות מתכות, ג' / דונלד ג'. וולפי
- 27 T-62

רענן ידיעותיך

- 29 המחננים, ב'

מדור אחזקה

מדוע האחזקה

- 31 היא לקויה . לויט. קול. ויליאם ר. קרטשפילד

חידושי המדע

- 34 מערכת מוטות במבנה חדש להעברת תנועה / שימוש בתותחים להאצת רקטות / יצור אלומיניום זול

טכנולוגיה הימושית

- 35 הרימונים מאז ועד היום, ב' . קולונל ג'ים קרוסמן

מענין ומועיל

- 37 שיטה מהירה למדידת סל"ד / טיל מונחה נ"ט "MAW" / מחלץ נוה ליתדות / חליצת מסמרים ממשטח גלי / מנוע סב דגם "וונקל" / פיסת-גומי מודבקת מחזיקה תיל / כוונת לירי לילה / מפתח חדש / תותח 25 מ"מ מהיר ירי

מכתבים למערכת

תמונת השער: מכשיר ראייה גמיש

מערכות בית ההוצאה של צבא הגנה לישראל

העורך הראשי: אל"מ אלעזר גלילי
 סגן העורך הראשי: סא"ל גרשון ריבלין
 מרכז המערכת: מרים דרורי
 צוות המערכת: סגן שמואל בולוצקי
 שרגא גפני
 אסתר גולדברשט
 "מערכות": העורך סא"ל צבי סיני
 עורך-משנה: רס"ן ל. מרחב
 "מערכות-הפלס": קצין-עריכה סגן-אלוף שלמה לב
 "מערכות-שריון": קצין-עריכה רביסרן מאיר איזנטל
 "מערכות-ים": קצין-עריכה סרן אלי שחף

המערכת והמנתלה: הקריה — ת"א, רח' ג' מס. 1 טל. 692237

קצין עריכה — רביסרן יעקב להט
 עורך משנה — סגן צבי פלד



אופטיקה

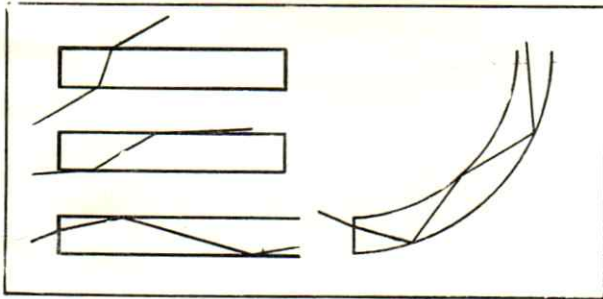
של

הדייבנים

אופטיקת-סיבים היא טכניקה של העברת אור (ודמויות) באמצעות סיבים שקופים. סיבים אלה יוצרים מערכת הנחיה בה קטנים אבדני-האור בשעת העברתו והאור מסוגל לעבור בנתיב עקום.

יסודות

הטכניקה של אופטיקה זו מתבססת על התופעה של „החזרה פנימית שלמה“. כאשר פוגעת קרן-אור בשטח מגעם של שני תווכים (media) בעל מקדמי-שבירה שונים (לדוגמה: אויר ומים, אויר וזכוכית), היא מוסיפת בזווית המכונה „זווית-השביי-רה“. אם פוגעת הקרן בחומר בעל מקדם-שבירה גבוה יותר וזווית-הפגיעה גדולה יותר מן הזווית הקריטית, תוחזר כל הקרן מן השטח ולא תיכנס לתוך התווך השני. זוהי למעשה החזרה פנימית מלאה. אם התווך הראשון הוא גליל, תהא הקרן כלואה בתוך גליל



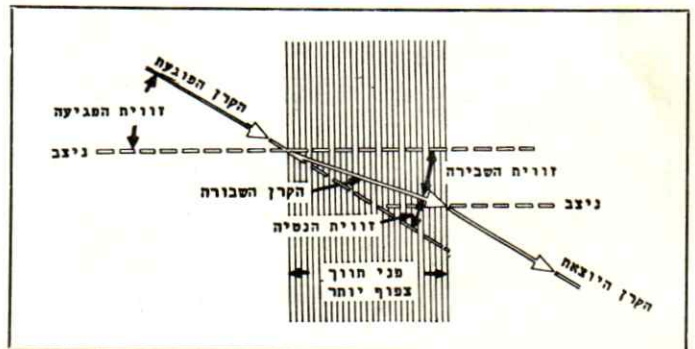
קרן אור הפוגעת בשטח המגע של שני תווכים שקופים, מוחזרת בצורה מלאה, אם זווית הפגיעה עולה על הזווית הקריטית. הדבר נכון גם אם החומר מכופף.

זה והנוע לאורכו, בתנאי שלא תפגע בשטח בזווית קטנה מן הזווית הקריטית, דבר העלול לקרות אם הגליל מעוקל ברדיוס קטן מדי. פרט למקרה זה תופיע הקרן בשלמותה בקצהו האחר של הגליל, וכאן תיראה שוב.

היסטוריה

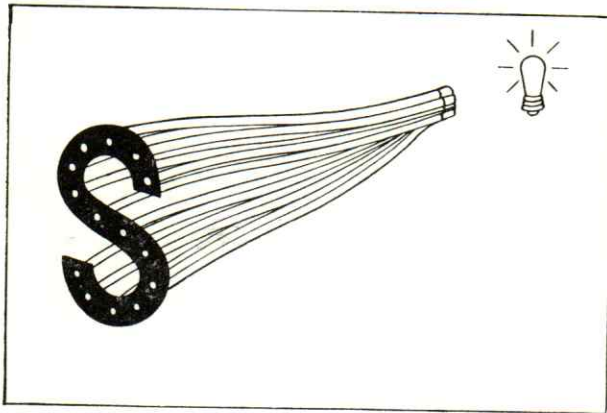
בשנת 1870 בקירוב הראה ג'ון טינדל * כיצד אור המוקרן לתוך מיכל מים עוקב אחרי זרם-מים היוצא מנקב במיכל.

* ג'וזף טינדל (1820–1893) מדען בריטי שעסק בין היתר בחקר השקיפות והשקיפות למחצה של גזים ואדים. הוא שהסב את תשומת הלב לתופעות השונות הקורות במסלול של קרן-אור.



מונחי האופטיקה בהם נשתמש במאמר זה.

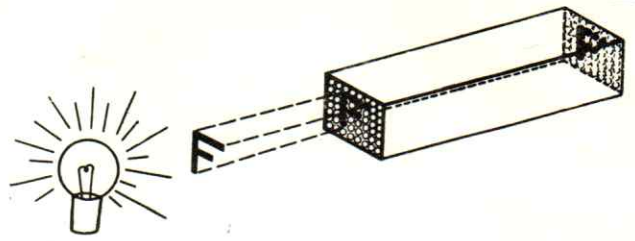
לשם חיזוק הצורה, ניתן להרכיב בצרור אחד סיבים אחדים בעלי קוטר של 0.01 מ"מ, ולאחר מכן למשוך אותם כבהרכב של מוט־צינור בודד. בצורה זו מקבלים מוט רב־סיבי, בו



אפשר להשתמש בנורה בודדת כדי להאיר מספר נקודות, ואפילו ניתן ליצור תדמית כלשהי בקצה המרוחק ממקור האור.

נתונה כל ליבה בתוך מעטפת זכוכית. ניתן להקטין את הליבות באופן אינדיבידואלי ל-0.0002 מ"מ, תוך שמירה על הלכידות (הקוהרנטיות) וכך יהיה כל הצרור חזק ונוח לשימוש. צרור

צרור סיבי־זכוכית, ממנו עושים מכשיר ראייה גמיש.



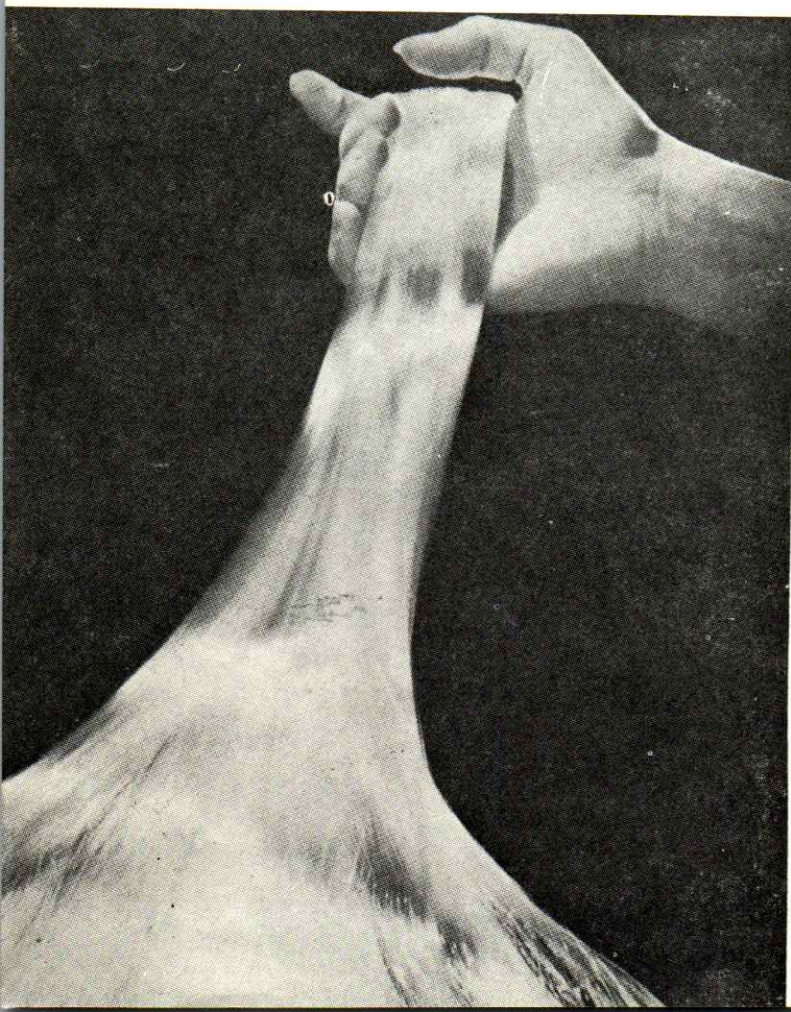
צורת המעבר של דמות כלשהי, באגד סיבים לכידים.

ברעיון זה השתמשו לעתים קרובות לשם הארת מזרקות־מים. לאחרונה הותאם למטרות פרסומת, תוך שימוש במוטות זכוכית או פלסטיק במקום זרם־המים. הארת קצוות לוחות מכשירים היא שימוש נוסף של תופעה זו. בטבע קיימת החזרה פנימית שלמה בקנים ובמדוכים שברשתית עין־האדם, ולכן ניתן לדרגם כסיבים אופטיים. העין הרב־עדשית (Multi-Lens) של חרק היא גרסה פשטנית של מבנה זה, והוא הדין לאולק־סיט (Ulexitte) מחצב אשר נמצא בצורה סיבית ומסוגל להעביר תמונה ברורה למדי. הממציא הראשון שרשם פטנט על התקן בו נעשה שימוש בעקרון של אופטיקת־סיבים היה י.ל. ברד, בעת חיפושיו אחרי שיטת־טליוויזיה. התקדמות ממשית לשם ניצול אופטיקת־הסיבים לייצור מסחרי של פרי־טים נעשתה רק בשנות החמישים. הגורמים העיקריים להשגה היא היו קשיים מעשיים במציאות חומרים ושיטות־ייצור.

מבנה

החזרה פנימית אינה תלויה בקוטרו של המוט או של הסיב המוליך, וזאת — בתנאי שקוטר זה גדול בכמה אורכי־גל מזה של האור המועבר בו. אולם הדמות מטשטשת במוטות עקב הצטלבות הקרניים, ולכן אין אפשרות לקבל תמונת פריטים שהם קטנים מקוטר המוט. על־כן מעדיפים צרור של סיבים דקים, הגורמים לכך שהמוליך נעשה גמיש במידה מסוימת. לפיכך גם נעשים הסיבים דקים ככל האפשר, כאשר התחום הוא פעמים אחדות אורך הגל — עד שהאור מתחיל לבקוע בן הנדדים. למעשה כבר השתמשו בסיבים בעלי קוטר של 5 מיקרון, אף כי מקובל להשתמש בסיבים בעלי קוטר גדול פי עשרה מזה בקירוב. לשם הפחתת הסיכוי של בריחת קרניים, מצפים את הסיבים בחומר בעל מקדם־שבירה שונה לחלוטין. נעשו ניסויים בחומרי פלסטיק, אך עד כה הושגו התוצאות הטובות ביותר תוך שימוש בליבה עשויה מזכוכית אופטית, הנתונה בצינור זכוכית בעלת מקדם שבירה נמוך. שטחי־הפנים מלוטשים, לשם הפחתת ההפסד בהחזרה וזאת — על־אף יוקר התהליך. הרכב זה מחומם למצב פלסטי, ואז מושכים אותו בדומה לתיל־מתכת. התהליך דורש זהות רבה בין תכונותיהם הפיזיות של שני סוגי הזכוכית.

הסיבים המשוכים מוכנסים לצרורות על־ידי ליפוף סיב בצורת סליל לולייני מבוקר, וחיתוך לרוחב השכבות. הקצוות מודבקים זה לזה על־ידי שרף ואת שטחם מלטשים. צרור כזה נקרא לכיד (קוהרנטי), שכן כל הסיב־ים מונחים במקביל ושומרים על מיקומם היחסי בקצוות.

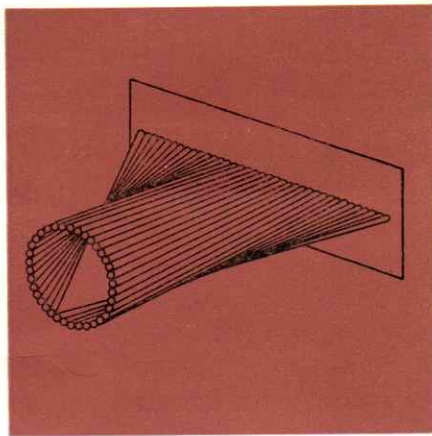




כונשר הפרדה של התמונה תלוי ישירות בקוטר הסיבים הבודדים. בתמונה משמאל אנו רואים צילום שנעשה דרך צרור סיבים של 90×70 , ובתמונה מימין אותו מקום כשהוא מצולם דרך צרור של 250×200 .



מקור אור אחד לשם הארת נקודות אחדות שונות. דבר זה גורם, כמובן, ליצירת תדמיות (patterns) או צורות (לדוגמה, אותיותיה של מלה), תוך שימוש במקור-אור בודד. ניתן להתקין שולב אופטי (Optical interlock) כך שחלקו האחד של המוליך נמצא בפריט הקבוע וחלקו האחר בפריט הנע;



צרורות רב סיביות ניתן ליצור עם כל שטח חתך רצוי, אפשר גם להפוך תדמיות עגולות לקווים ישרים ולהפך.

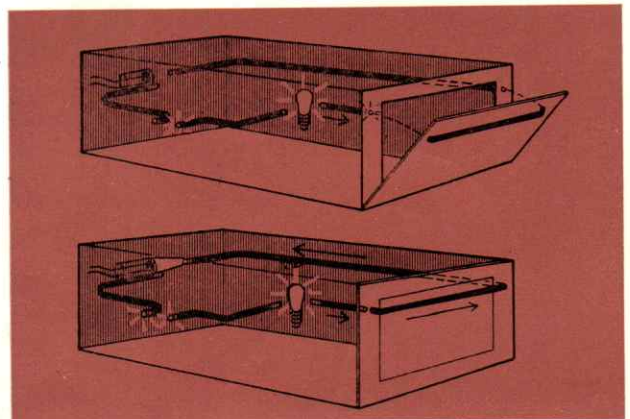
רק כאשר שני החלקים נמצאים במקומם יהא המוליך מושלם וקרן-האור תהיה אז ממוקדת על התא הפוטו-אלקטרי. אחד מיישומיו הראשונים של מוליך-אור פשוט נעשה בכירור-גיה: זרועותיהם של מפשקים (Retractors) נעשו מפרספקס, והם שימשו להארת שטח הפעולה של המנתח. יתרון נוסף היה בכך שהאור הנוצר כאן הוא „קר“, שכן חומו של מקור האור הראשוני נספג על-ידי הצינורות. ברפואה המודרנית משתמשים במבחן (Probe) גמיש לצורך בדיקת חלקים פני-מיים של גוף האדם.

רות רב-סיביות אלה ניתן ליצור עם כל שטח-חתך רצוי; צרור רות מרובעים או משושים אפשר לצופף יותר מאשר צרורות עגולים, והמרובעים אף אינם מתפתלים בשעת הליפוף. ואכן, הייצור איטי ביותר ומכשירי הראייה הסיביות (Fiberscope) הם כתוצאה מכך יקרים מאוד. התפתחות נוספת של התהליך היא בהגדלת מידות הצרור הרב-סיבית ל- 0.3 ס"מ. לשם קבלת צרור קשית, המסוגל להעביר תמונה טובה. כינון שהליכות הבודדות הן מאוד דקות, ניתן לכופף מוליך זה בלהבת-גז בלא לפגום ביעילות העברת-האור שלו. מוליך טיפוסי מורכב מ- $90,000$ סיבים (300×300) ומאפשר הפרדה של 200 קוים. צרור של 600×600 יהיה בעל איכות תמונה כזו של טלביזיה הפועלת במערכת של 405 קוים.

שימושים

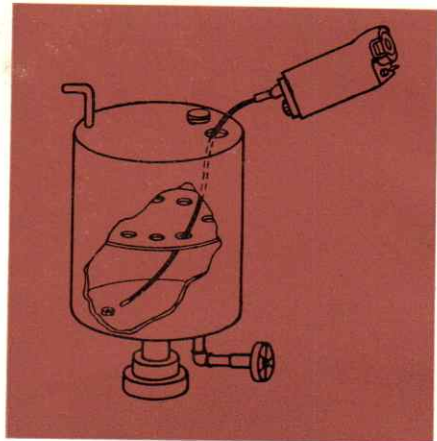
השימוש הבסיסי באופטיקת-סיבים הוא בהעברת קרן-אור למקום אליו קשה הגישה בדרך המקובלת, או לניצול של

שולב פוטו-אלקטרי של כספת, מושלם על-ידי האור העובר דרך המוטות. על דופן הכספת נמצאות נקודות בקורת.

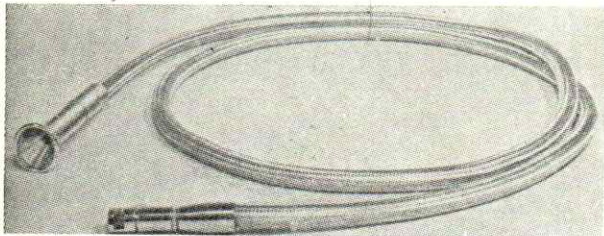


בה פועלת רשת התמונה בטלביזיה, בזמן החזרה מינימלי. אם היה הקצה הראשוני עיגול, בעל דיסקית-בוררת סבה, ניתן להעביר דרכו תמונה לרוחב הפס שבקצה השני, בשיעור של סיב אחד לסיבוב. באותה צורה ניתן לעשות את הדגימה בכיוון ההפוך.

אינפורמציה מודפסת ניתנת לקידוד (הצפנה) על-ידי העברת התשדורת המקורית דרך צרור-סיבים בו אין-הסיבים לכי-דים (קוהרנטים). הנסיון הראה כי על-ידי הסתכלות בתמונה המטושטשת בכיוון הפוך דרך אותו צרור סיבים, תראה התמונה בבהירות טובה. ניתן, איפוא, ליצור בצורה פשוטה, מקדד ומפענח, על-ידי שינוי במהלך הסיבים באמצעותו של צרור לכידי, והדבקותם והיתוכם במחצית הדרך.



במכשיר הראיה הגמיש משתמשים לצורך הארת מקומות חשוכים, וראיה בהם באותו זמן.



אחד מסוגי מכשירי-הראיה הגמישים.

פיתוחים בעתיד

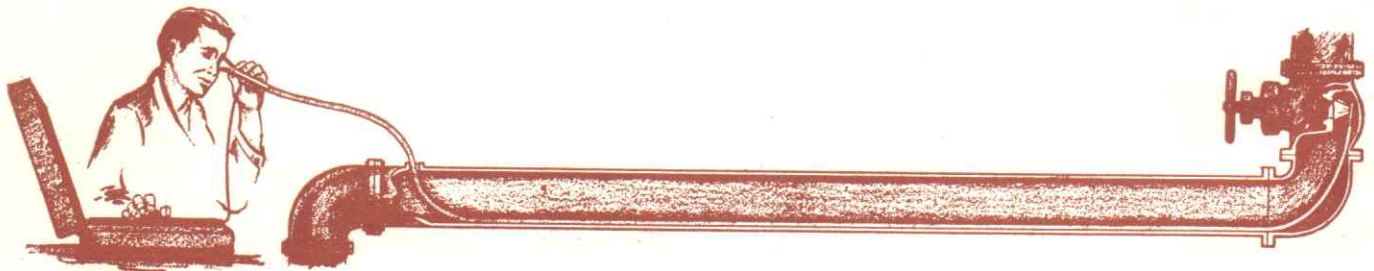
מטרתו העיקרית של המחקר הנוכחי היא הקטנת הוצאות-הייצור ושיפור שיטות-הייצור הקיימות, שכן המחיר הגבוה הוא המניעה העיקרית לשימוש נרחב יותר באופטיקת-סיבים, במיוחד בסוג המכשירים הגמישים.

נבדקים גם שימושים אפשריים במכשירי הלזר השונים, התלויים באורך הדרך האופטית של חומר הלזר. לשם מתן הגברה לפעולה זו מאריכים את הדרך על-ידי שימוש במראות, שמטרתן החזרת הקרן פעמים אחדות לאורך התווך, ואולם ניתן ליצור בסיב אורך דרך של מספר קילומטרים בלא להע-ביר את הקרן הלזר ושוב, וזאת — תוך שמירה על גודל סביר של המכשיר. בצורה זו תימנענה הבעיות הקשורות בהתקנת מראות.

העברת תמונה דורשת בהירות, המושגת על-ידי צרור של סיבים שהם דקים ועם זאת עליהם להיות לכידיים (קוהרנטיים), כמוסבר לעיל. במדוכים הנוצרים בשעת המתיחה ניתן להש-תמש ב„עדשה“ מגדילה או מקטינה.

המשך פיתוחו של הרעיון הוא בעל חשיבות רבה במקום בו יש צורך לצפות על שטח הנתון בחשיכה. בשכבותיו החיצו-ניות של צרור סיבים ניתן להשתמש לשם העברת האור למקום המרוחק, ואילו בשכבותיו הפנימיות — כדי להביט על העצם המואר עתה. דוגמה מסחרית של מכשיר כזה הינה ה„פלקסי-סקופ“ של חברת „באוש את לומב“. המכשיר הוא בעל גוף קטן, המכיל את העינית, אותה ניתן למקד, ואת המצברים. לגוף מחובר כבל גמיש העשוי סיבים והמוגן על-ידי מעטפת חוטי-פלדה שזורים באורך של 60 ס"מ בקירוב. כבל זה עשוי לעבור דרך כל חור שקוטרו 12 מ"מ ומעלה, וניתן לכופפו לרדיוס של 45 מ"מ. במכשיר זה מסופק האור על-ידי שתי נורות בעלות עצמה גבוהה, המורכבות בקצהו הרחוק של המבטח.

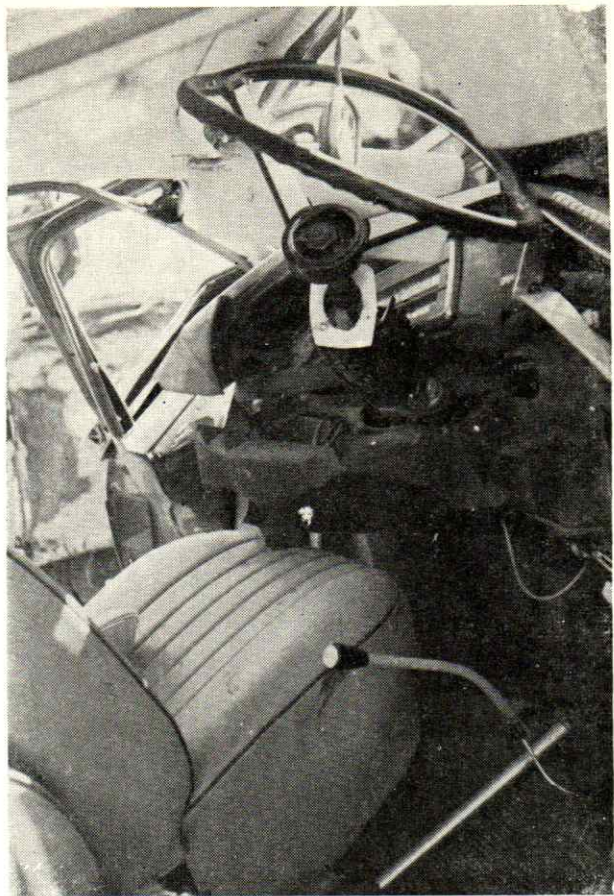
אין צורך ששני קצוותיו של צרור סיבים יהיו מסוגרים באותה תדמית. כך, למשל, עשוי קצה אחד להיות ריבועי בעוד הקצה השני הוא דמוי-פס. סידור כזה יוכל, איפוא, לפעול בצורה



בטיחותם של כלי-רכב

ממשלת ארה"ב להגן על עובדיה. התשובה השלישית כלולה בדברי תשובתו של האישי האחראי לרכישת הרכב עבור משרדי ממשלת ארה"ב; כאשר נשאל אדם זה "מדוע צריכים עובדי-מדינה להיות מוגנים יותר?" ענה: "שאל את אנשי התעשייה — אנשי הממשלה אינם יכולים לענות". במלים אחרות, אין כל סיבה מדוע לא ידאגו גם לנהגים ולנוסעים אחרים.

על כל המושבים החיצוניים להיות מצוידים בריתמת-בטיחות הקשורה לשלוש נקודות-יעגון בעלות חוזק ומיקום נתון. על המושבים הפנימיים להיות מצוידים בנקודות-יעגון לחגורות-היק (Lap belts). כמו-כן על חגורות-החיק לספוג את המאמץ ציט מאגן-הירכיים ב-45 מעלות מתחת לקו האופקי, בעוד שחגורות-הכתף יכולות לעבור מן הכתף לכל כיוון, החל מכיוון אנכי כלפי מעלה ועד ל-40 מעלות מתחת לקו האופקי, כאשר המושב נמצא במצב קביעה אחורי ומשענת-הגב במצב קביעה רגיל. בה בשעה שברובן של המכוניות האירופיות נמצאת נקודת-יעגון על העמוד שבין הדלת הקדמית והאחורית של המכונית (לעתים נקודה זו קדמית מדי, כך שרתמת הכתף



„תראה כי הם חפצים להציל רק את עורם של אנשיהם. הטסנדרדים של מינהל-השירותים מיועדים למונע פגיעות באנשים הנמצאים בתוך המכונית". הערה זו באה ממבקר בריטי, על נסיונות ממשלת ארה"ב בצעדיה הראשונים לדרוש מן התעשייה בטיחות-יתר במכוניות. התשובה הראשונה לדברי הביקורת הללו היא, כי אינם נכונים. שנית, הרשות בידי

כי אני זכאי לדעת שכוס זה. אני חושב כי הוא פורסם. כפי שאני מבין, הוצאתם על נושא זה של בטיחות שכוס של 1.25 מליון דולר. הייתי רוצה לדעת מה הוא הרווח.

מר דונר: הנושא היחידי שעליו אנו מדברים כאן הוא בטיחות.

סנאטור קנדי: מה היה הרווח של ג'נרל מוטורס לפני שנה?

מר דונר: אצטרך לשאול אחד מחברי לעבודה.

סנאטור קנדי: האם תוכל לעשות זאת, בבקשה?

מר רוש: 1700 מליון דולר.

סנאטור קנדי: מה?

מר דונר: בערך 1.5 בליון.

סנאטור קנדי: בליון דולר?!

מר דונר: 1.7 בליון דולר!

סנאטור קנדי: 1.5 בליון דולר בערך?

מר דונר: כן.

סנאטור קנדי: או 1.7 בליון. אתם הרוחתם 1.7 בליון

דולר לפני שנה?

(56 "MOTOR")

מר דונר: אמת ויציב.

נושא הבטיחות בכלי-רכב עומד כיום במרכז התעניינותם של אווזי-הגה והולכי-רגל כאחת בכל העולם. מכוני-מחקר שונים, ברחבי העולם, חוקרים את הדרכים לשיפור הבטיחות בכלי-רכב.

בארה"ב מונתה ועדה בראשותו של הסנאטור אברהם ריביקוף, אשר תפקידה לבדוק את הנעשה בתחום שיפור הבטיחות בכלי-רכב. תוך-כדי-עבודתה חקרו חברה את נציגי החברות לייצור כלי-רכב בארה"ב, על מעשיהן בתחום שיפור הבטיחות.

להלן קטע מתוך חקירה זו:

החוקר — סנאטור רוברט קנדי.

הנחקרים — נציגי ג'נרל מוטורס — מר רוש ומר דונר.

הנושא — הוצאות ג'נרל מוטורס על שיפורים בבטיחות מכוניותיה לעומת רווחי החברה.

סנאטור קנדי: מה היה גודל הרווח של ג'נרל מוטורס לפני שנה?

מר רוש: חושבני כי אין לכך...

סנאטור קנדי: הייתי רוצה שתענה לי, בבקשה. חושבני

חופשית מדי), נמכרות עתה 75% מן המכוניות האמריקאיות עם גג קשיח ללא עמוד בין הדלתות, וקיימת בעיית נקודת-העיגון השלישית.

מעבודות-המחקר באנגליה מאמינות כי חגורה בודדת אלכסוֹר־נית טובה מאשר חגורת-חיק. ואולם, הן באירופה והן בארה"ב תומכים בחגורות חיק וכתף אשר ניתן לכוון כל אחת מהן בנפרד, בגלל הסיבות דלהלן:

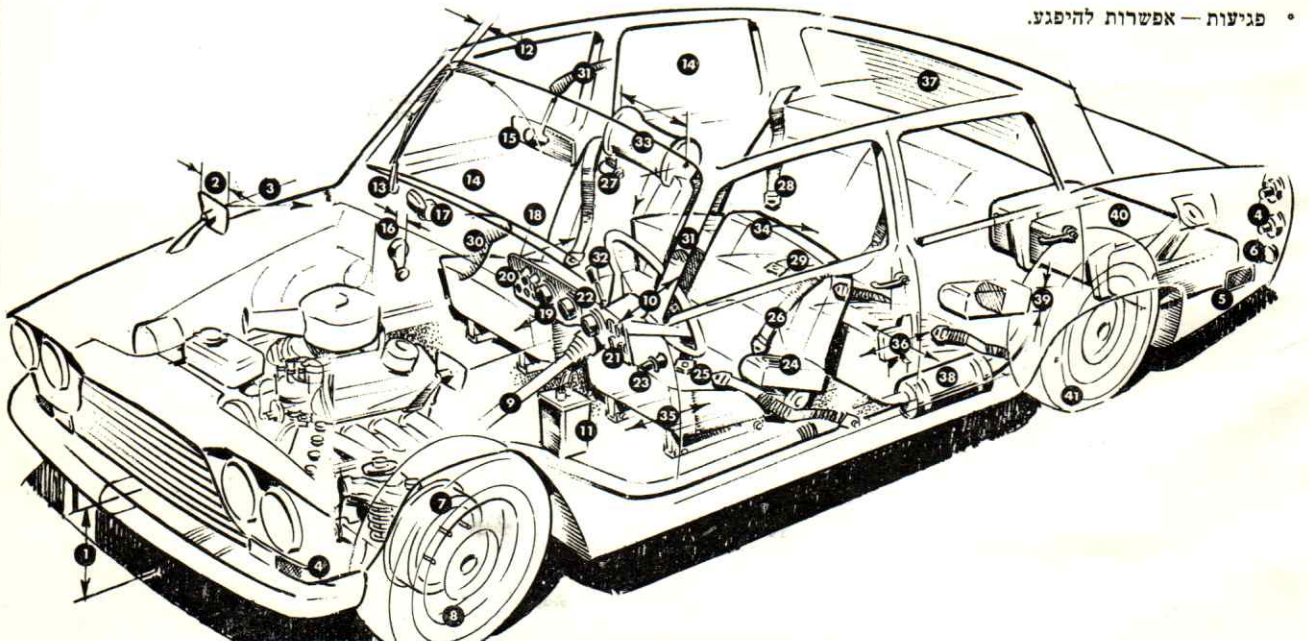
— בחגורות הקשורות זו בזו עלולה חגורת-הכתף למשוך בשעת מתיחה, את חגורת החיק מאיזור הירכיים שהוא גרמי, אל איזור הבטן, הרך יותר.

— אם עוברת חגורת-הכתף דרך אותו אבזם דרכו עוברת חגורת-החיק, זהה המתח בשתי החגורות, ומעטים האנשים אשר יסכימו לקבל רתמת כתף המהודקת כמו חגורת-החיק. הסטנדרד של מינהל השירותים של ממשלת ארה"ב מאפשר את קביעת מקום-העיגון השלישי על העמוד שבין הדלת הקדמית והאחורית (אם הוא קיים), על תקרת הרכב (נקודה העלולה להוות סיכון בשעת פגיעה מן הצד), על הדופן האחורי או הרצפה (דבר שאינו נוח לנוסעים היושבים מאחור) או על המושב האחורי (דבר העולה במחיר רב), כל זאת — בתנאי שבכל מקרה תהיה נקודת-העיגון חזקה די הצורך. אמנם, העומס הדרוש הוא 680 ק"ג בלבד, ולחגורת חיק — 1130 ק"ג בעוד הסטנדרד הבריטי קובע עומס של 2270 ק"ג, המפוזר על חגורה כלשהי — חיק או כתף. סטנדרד בריטי (B.S.) לנקודות-עיגון יפורסם בקרוב.

על כל שטח „הפגיעות של הראש" * — הנקבע בניסויים על-ידי שתי בובות הקשורות בחגורות-חיק והמסוגלות להתנדנד קדימה ובי-45° לכל צד — חייב להיות ריפוד המוצמד למבנה מתכתי מתקפל, כך שראשה של בובה סטנדרדית הפוגע בו במהירות של 7.5 מטר לשניה יואט בלא למעלה מ-80 G ב-90° ק"מ-שניה. שטחים חדים או בולטים באיזור הפגיעה של הרגל והברך אסורים. כמו-כן אסורים שטחים חדים באיזור שמעל לזכוכית הקדמית או בעמודים הקדמיים הפינתיים. על העמור

* פגיעות — אפשרות להיפגע.

- 1 — גובה הפגיש מהקרע, 40—42 ס"מ.
- 2 — מראות היצוניות — רוחב 12 ס"מ לפחות.
- 3 — מראות היצוניות — הטית עין מכסימלית 60°, וראיה מ-10 מ' ועד לאופק.
- 4 — מהבהבים 4 כיוונים.
- 5 — מחזירי-ראש או אורות צד, מלפנים ומאחור.
- 6 — שני פנסים לנסיעה לאחור (איר לבן).
- 7 — מערכת בלימה.
- 8 — גב אופן מיוחד.
- 9 — צינור הגה קורס בעומס של 1130 ק"ג.
- 10 — גלגל הגה הדחק מכסימלי 15 ס"מ.
- 11 — בקבוק מים למגב שמש, קיבול 1.5 ליטר.
- 12 — מגבים יעילים עד ל-3 ס"מ מהעמוד הקדמי, במפלס העיניים.
- 13 — מנזעי מגבים בעלי שתי מהירויות.
- 14 — זכוכית רבודה בחזית, ומחזקת ביתר השמשות.
- 15 — מראה פנימית תחום ראייה מ-60 מ' ועד לאופק, ו-20° לרוחב.
- 16 — מרימי הלונות וידיות פתיחת הדלת בליטה מכסימלית מהדופן 1.5 ס"מ.
- 17 — ידיות פתיחת הדלת מוגנות מפני פתיחה מקרית.
- 18 — לוח מחננים מרופד וחסר אבזורים נוצצים.
- 19 — לוח מחננים קרס בעומס.
- 20 — שטח פנים מינימלי של המתגים 6.5 סמ"ר.
- 21 — מתגים קורסים בעומס.
- 22 — בליטה המכשירים מליח המהננים, לא יותר מ-1.5 ס"מ.
- 23 — מצית, בליטה מכסימלית 2.5 ס"מ, שטח פנים לא פחות מ-6.5 סמ"ר.
- 24 — מאפרה, תקרוס או תשבר בעומס של 30 ק"ג.
- 25 — חגורות בטיחות מחוזקות בשלוש נקודות.
- 26 — חיבור חגורת בטיחות בעמיד שבין דלת קדמית ואחורית.
- 27 — גליל ליציב מושב הבטיחות.
- 28 — חגורות בטיחות למושב אחורי.
- 29 — הגירת בטיחות אחורית, מרכזית.
- 30 — ריפוד ואבזורים ללא קצוות חדים.
- 31 — ריפוד על העמוד הקדמי ומסגרת החלון, בעיבי של לא פחות מ-1.5 ס"מ.
- 32 — ידית ברירת הילוכים לתיבה רגילה או אוטומטית, שטח פנים 6.5 סמ"ר.
- 33 — משענת ראש ברוחב של 30 ס"מ וגובה 60 ס"מ מקרקעית הרכב.
- 34 — משענת המישב תעמוד בפני מומנט גבוה יותר.
- 35 — חיזוק עוגני המושבים בעופרת.
- 36 — מנעולי הדלת יחזיקו מעמד בעומס אורכי של 1130 ק"ג, ובעומס של 1000 ק"ג לרוחב.
- 37 — מסלק אדים מחלון אחורי, יעיל תוך 10 דקות וישפיע על 75 אחוז מהשטח.
- 38 — פליטה מכסימלית 275 חלקי פחמימן למיליון.
- 39 — משענת הזרוע עובי מינימלי 5 ס"מ.
- 40 — מיכל דלק לא ינתק וישבר בתאונה במהירות של 45 קמ"ש.
- 41 — צמיגים מחוזקים.



של 3.5 מ"מ לפחות. בעומס של 40 ק"ג עליהם לשקוע עד כדי 10 מ"מ מפניו של לוח המחננים, להתיישר אתו או להינתק ממנו. אסור שמסגרות זכוכיות המחננים תבלוטנה למעלה מ־6.5 מ"מ, ועליהן להיות ברדיוס מינימלי של 3.5 מ"מ. כאשר מנוף ברירת ההילוכים (אוטומטי או מכני) נמצא בתוך איזור הסכנה המוגדר יהא שטח הכפתור 6.5 סמ"ר לפחות.

כל האמור לעיל נראה, לכאורה, מוגזם ואולי אף בלתי הכרחי, אך קיימות הוכחות מזעזעות רבות לצורך בו. ואולם אף ללא הוכחות ברגע זה, ובמיוחד כאשר אינך חגור חגורת בטיחות, העפ־נא מבט במכונת וראה אילו פריטים עלולים לנקוב חור בראשך.

במבחן סטנדרטי של התנגשות במחסום — דהיינו, נהיגת מכונת לתוך קיר במהירות של 45 קילומטר לשעה, אסור שיידחק צינור ההגה לאחור בלמעלה מ־15 ס"מ. יתרה מזו, כאשר נפגעת המערכת על־ידי גוף בובה סטנדרדית במהירות של 7.5 מטר לשניה, לא יעלה הכוח הנדרש להריסת המערכת מעל ל־1130 ק"ג.

החלק הראשון הוא חידוש לעומת הסטנדרד הראשון, אשר קבע מהירות התנגשות של 35 קילומטר לשעה בלבד. בעוד שאין התנגדות לצורך למנוע את נעיצת צינור ההגה בנהג, הרי דחיקה של 15 ס"מ מהווה פשרה בין אותם הדורשים דחיקה לאחור של 7.5 ס"מ בלבד או שום דחיקה כלל במהירות של 45 קילומטר לשעה, לבין דרישותיהם של מהנדסי הבטיחות המאמינים כי יש ערך בכך שמאפשרים לצינור ההגה לנוע לאחור מרחק מסוים. דעה זו היא גם דעתה של חברת "פורד", הסבורה כי מוטב לנהג אם לא ינוע קדימה מרחק רב ולכן גם לא יספוג תאוצה גבוהה לפני שייפגע חזהו במערכת האגרת אנרגיה והמתוכננת להאט אותו. הרהורים מעטים בנושא זה ידגישו את הקושי הגדול, בתיכנון על־פי עקרונות מקובלים של מכונת אשר תענה אף על מקרי תאונות אשר לא תמיד מתחשבים במקובל. הסטנדרד אינו חמור כל־כך, שכן הניסויים שנעשו על־ידי מעבדות מחקר באנגליה מראים כי רוב המכונות בעלות מנוע לפני יענו לדרישה זו ללא בעיה מיוחדת.

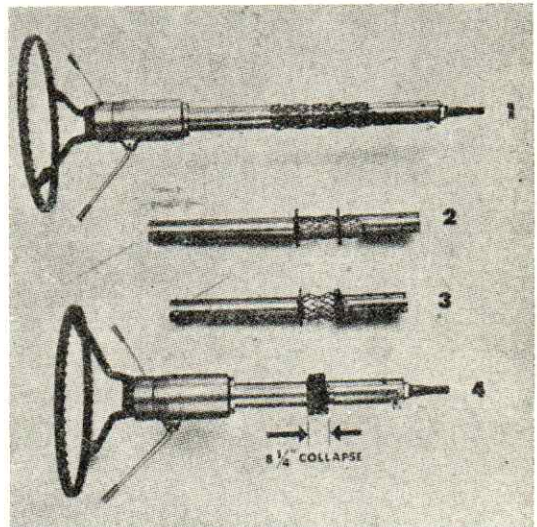
הכל מכירים בכך שאותו חלק של הסטנדרד הודן בסופג האנרגיה איננו מושלם, והוא מראה על תחום מחקר אשר עדיין אין הנתונים הקיימים לגביו מושלמים. הסטנדרד אינו קובע דבר אודות הריפוד או פריסת העומס על החזה, והוא מניח כי הנהג אינו חגור אל המושב — כך שהוא נזרק קדימה במצב אופקי.

ההגה הקיים כיום ברוב המכונות האמריקאיות הוא דמוי "צלחת עמוקה", והוא כשלעצמו יפעל כקולט־אנרגיה אם פוגע עים בו בצורה הנכונה. הוא עשוי להאט את תנועתך בשעת עומס, כך שלא יארע מצב בו תישאר ללא רוח חיים על קצה צינור ההגה; וזאת — אף כי היקפו הצר של גלגל ההגה אינו מהווה משענת נוחה ביותר לצלעותיך.

קיים ספק אם נראה בשנת 1967 תכנון טוב יותר מאשר זה של צינור ההגה מסוג סגינאו (Saginow), המאפשר את תנועת צינור ההגה קדימה לאחר שנעה תיבת ההגה לאחור במקרה של תאונה. בדגמי המכונות של שנת 1968 עשויים לחול שיפורים נוספים, כגון גלגל ההגה מרופד (אף כי לא נקבע

דים להיות מצופים ב־15 מ"מ של חומר "סופג־אנרגיה" — כלומר — בריפוד.

רוגזם של המבקרים פָּרץ על סעיף זה, ובמיוחד על ההאטה של 80G, שהיא חמורה יותר מאשר זו אשר נמדדה בניסוי במכונת "פונטיאק" במהירות פגיעה גבוהה יותר. בדטרואיט, לעומת זאת, שינו את הסטנדרד מ־40G ל־80G כיון שטענו כי לא יוכלו להגיע ליותר מאשר 80G לדגמים של שנת 1967. אמנם, מהנדס הבטיחות של חברת "פורד" הסביר כי לוחות מחננים אשר פיתחו 80G על ראש "בובת ניסויים רשמו 37G בלבד בניסויים דומים באוניברסיטת ויין". (בניסוי זה קבוע ראש הבובה, ולוח מחננים מואץ לכיוון הראש). לא נוכל לקבוע אם אפשר להגיע באופן מעשי ל־40G, אולם ברור, כי ריפוד לא ימנע פגיעה ברוב ההתנגשויות (אחד הניסויים קבע כי דרוש ריפוד בעובי של 35 ס"מ, אם לוח המחננים עשוי מפלדה קשיחה). בהתאם לנתוניה של הסוכנות האירית הפדרלית, תגרום כל מכה בעצמה שמעל 30G בפניו של אדם לאבדן הכרתו. יצוין אמנם, כי פגיעות קורות לעתים קרובות במהירויות נמוכות, וכמו־כן כי ברבות מן התאונות אפשר היה להיפגע פחות. אילו היו הנהגים והנוסעים קשורים בחגו־

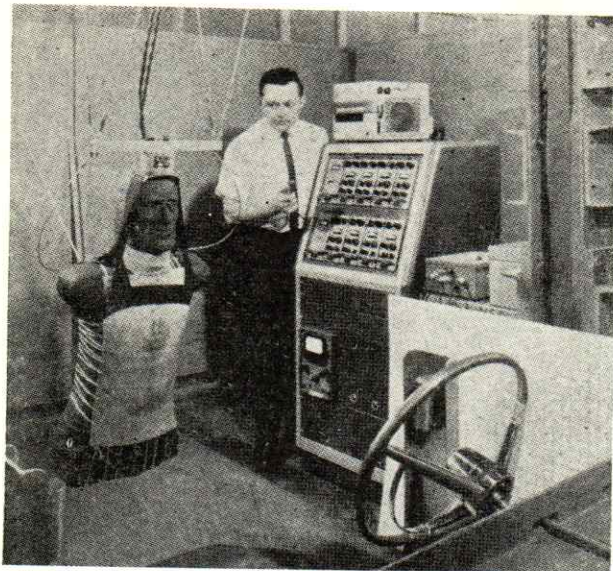


צינור הגה מסוג "סגינאו". חלקו האמצעי עשוי רשת אשר מתכווצת בעומס.

רות־בטיחות. בשעה שנקשרים בחגורת כתף אין פוגעים בלאו הכי בלוח המחננים. דרישת הסטנדרד של ריפוד בעובי של 1.5 ס"מ על העמודים הקדמיים*, אינה נושאת חן בעיני אנשי הבטיחות, אך עדיין לא מצאו פתרון לבעיה זו. כאשר תמצא שיטה לבניית עמוד קדמי אשר לא יגרום מכה בלתי נסבלת בראש האדם (לדוגמה, על־ידי מיקום העמוד במקום אחר) אפשר יהיה לדרוש סטנדרד המגביל את חוזק המכה הנספגת.

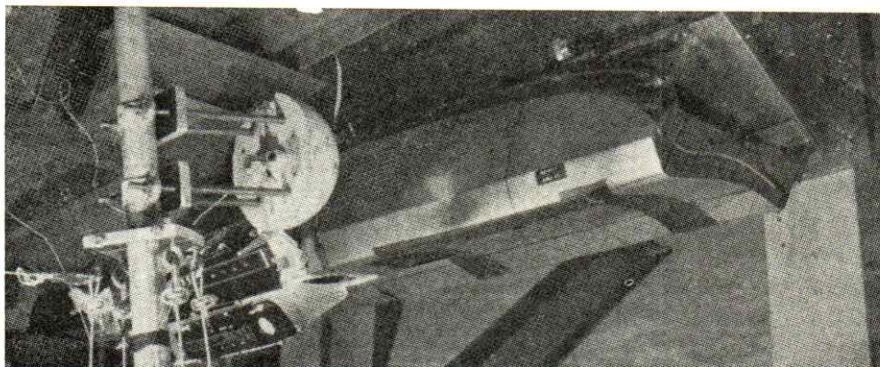
אמצעי־בקרה בתוך איזור הפגיעה הנזכר בסעיף הקודם, לבד מאותם המוגנים על־ידי מכלל ההגה וכדומה, חייבים להיות בעלי שטחי־פנים של 3 סמ"ר, כאשר קצותיהם מעוגלים ברדיוס

* במסגרת שלדת הרכב ישנם מספר עמודים. העמודים הקדמיים הם אלה הנמצאים משני צדי החליץ הקדמי. עמודים אמצעיים הם העמודים הנמצאים בין הדלת הקדמית לדלת האחורית.



בובת ניסויים נבחנת בהשפעות הפגיעה בגלגל ההגה תוך קבלת תאוצה גבוהה

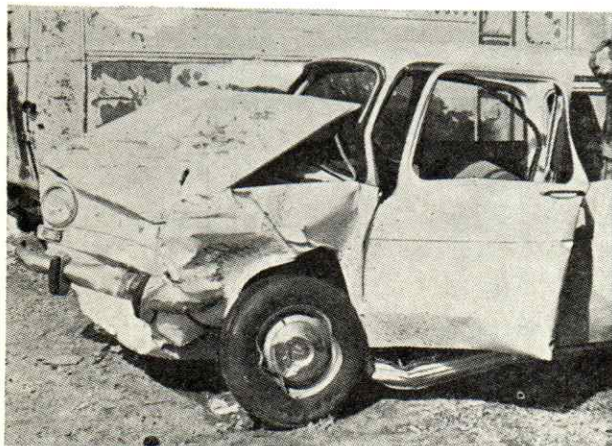
הוראה זו באופן מעשי, בכך שמורים על התקנת בלמים קדמיים ואחוריים נפרדים. רוב הנהגים טוענים, כי אין בלמים



ניסויי מעבדה לבדיקת תוצאות פגיעת הראש, בלוח המחננים, חצי הכדור הלבן הנראה בצד שמאל הנו הראש, והמשטח לפניו הנו לוח המחננים.

מתקלקלים בדרך-כלל בשעת חירום והסכנה שתמצא עצמך עם בלמים קדמיים או אחוריים בלבד מוקטנת על-ידי אור-האזהרה. בלם החניה האמריקאי המקובל אינו מספיק לעצירת חירום.

פגיעה בדופן, גורמת בדרך כלל לפתיחת הדלת.



מהו שטחו המינימלי של הגלגל, נוהגים בתעשייה לייצר גלגל בעל שטח של 200 סמ"ר) וסופג-אנרגיה נפרד.

סגריה-דלתות חייבים לעמוד בעומס אורכי מינימלי של 1130 ק"ג ובעומס רוחבי של 1000 ק"ג כאשר הם נעולים, ובעומס של 450 ק"ג לכל כיוון כאשר אינם נעולים. אסור שתהא אפשרות כלשהי להפעיל את הידיות (מבחוץ ומבפנים) בצורה מקרית על-ידי כוח הפועל קדימה, אחורה או הצידה — אחרת חייב להיות התקן נעילה נפרד נוסף.

על המושבים הקדמיים להיות מעוגנים ולעמוד בעומס הפועל קדימה או אחורה הגדול פי 20 ממשקלם העצמי. על משענות-הגב לעמוד בפני מומנט-לאחור השווה ל-530 ק"ג/מ' סביב נקודת-העיגון האחורית ביותר שברצפה. עם זאת, מכירי רים בכך שהטייה מסוימת של המושב לאחור עשויה לשמש כסופג-אנרגיה מועיל.

כל המכונות חייבות להיות מצוידות במהבהבים ארבעה-כיוונים, כלומר — תתאפשר בהן הפעלת כל אורות הפניה בבת-אחת.

אף שהסדר כזה מסתמך בעיקר על מערכת החשמל, עשוי הוא לבטל במידה מסוימת את משולש-האזהרה המקובל.

בכל החלונות חייבת להיות זכוכית בטיחות, ואילו על הזכוכית הקדמית להיות רבודה.

התפתחויות אחרונות בטכנולוגית-הזכוכית זורקות-אור חדש על יתרונותיה של זכוכית רבודה לעומת זכוכית מחוזקת*. רצוי לציין, כי לאחר שהואשמה התעשייה האמריקאית בחסכון חסר-אחריות על-ידי שימוש בזכוכית מחוזקת לחלונות צד-דיים, מגלה דו"ח משנת 1964 של "המעבדות האוויריות של קורנל" כי "אין הפרשים של ממש" בין פגיעות שנגרמו על-ידי זכוכית רבודה ובין אלה שנגרמו על-ידי זכוכית מחוזקת בחלונות צדדיים.

על מערכות-הבלימה ההידראוליות להיות מחולקות באופן כזה שקלולו של מרכיב "מפעיל-לחץ" כלשהו (משאבת-בלם ראשית או צילינדר-הבלם, צינורות-הבלם וכו') לא יגרום להפסקה מוחלטת של פעולת מערכת-הבלימה כולה. חייב להיות גם אור-אזהרה שיהבהב במקרה של קלקול אם חלק כלשהו של המערכת, התקלקל. וכמו-כן חייב להיות התקן לבדיקת אור-האזהרה.

מוזר, כי אין מזכירים בהצעות את מידת יעילותם של החלקים הנמצאים עדיין במצב פעולה. אמנם נשארים בתחום

* ראה "מערכות-חימוש" מס' 22.

מאחורי המכונית ועד לאופק. עליו להיות מורכב כך שהנהג לא יצטרך להסיט את ראשו ואת עיניו בלמעלה מ-60° מן הקו הישר — קדימה.

על מרימי-שמשות וידיעות פנימיות של דלתות להיות משוק-עים מחוץ לאיזור הפגיעה של בובה סטנדרדית או עליהם להיות בעלי שטח אנכי של 30 סמ"ר (6.5 סמ"ר בשביל מרימי שמשות). עליהם להיות נתיקים או גמישים בתחום של 10 מ"מ פנימה בעומס של 40 ק"ג.

על מאפרות ומציתים לענות על אותן דרישות, פרט לכך שהעומס המוציאן ממקומן הוא בן 30 ק"ג בלבד.

על משענות-הזרוע להיות מרופדות (או גמישות) ובעלות קצוות קהים. עליהן לספק שטח-מגע אנכי מינימלי של 5 ס"מ באיזור הבטן, בשעה שהמושב נמצא במצב רגיל.

על משענות הגב של המושבים כמו לוח המחננים, ליצור האטה שאינה גדולה מ-80° ב-96 ק"מ-שניה על בובה (היושבת מאחור וקשורה בחגורת-חיק) הפוגעת בהם ב-7.5 מ' שניה.

על המושבים הקדמיים להיות מצוידים במשענות-ראש בעלות גובה של 25 ס"מ ורוחב של 30 ס"מ, ואילו על הקצה העליון שלהם להיות לפחות 65 ס"מ מעל נקודת ה-H או מותן הבובה הסטנדרדית של S.A.I. על המשענות לעמוד בכוח של 90 ק"ג הפועל קדימה או אחורה, ומותרת דיפורמציה קבועה מסוימת.

אורות-הקצה החשמליים או המחזוריים חייבים להיות קרוי-בים להזית ולחלקו האחורי של הרכב ונראים מזוויות צדדיות בהן אין האורות הקדמיים והאחוריים נראים.

על מכוניות-נוסעים להיות מצוידות בהתקן להורדת האדים מ-75 אחוזים משטח השמשה האחורית, כפי שהיא משתקפת במראה הפנימית. זאת — תוך 10 דקות, בכל תנאי מזג-אוויר, ועם מספר-הנוסעים המכסימלי המותר.

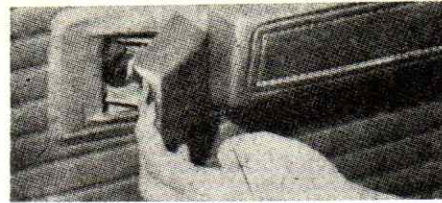
על כלי-רכב בעלי מרכב פתוח או גג מתקפל להיות מצוידים בצניור-הגנה רחבי, המסוגל להגן על בובה בעלת גודל נתון בניסויי-התהפכות.

אסור שמיכלי-הדלק ייסדקו או שדלק יישפך מהם בשעת התנגשות בקיר במהירות של 45 קמ"ש. כמו-כן אסור שיוזזו לחלוטין ממקומם בשעת התנגשות כזאת. שיטות-ניסוי דומות, כמו האצה במקום האטה — מותרות. דבר זה יקל על מכיר-ניות בעלות מנוע מאחור.

קיים ספק, אם הסטנדרד המוצע יתן אותותיו לטובה. דו"ח מעבדת קורנל משנת 1964 מראה כי דליקה התרחשה אך במחצית האחוז מכל ההתנגשויות שברשימות המעבדה וכן, כי הרכבת המנוע מאחור אינה מהווה חסרון. דו"ח אחר משנת 1965 מראה כי רוב הדליקות קרו בשעת התנגשות מאחור.

כך נראית הרשימה, כפי שעשויה היא להיות מיושמת לכל המכוניות החדשות שיימכרו בארה"ב בשנת 1968. אבל אף אם תתוקן הצעת-החוק של הנשיא, היא תכלול בודאי, סעיף למימון מינהל-השירותים (G.S.A.) או גוף דומה, על-מנת לבדוק ביתר-דייק את כל מכלול הבעיות השקורות בתכנון בטיחות כלי-הרכב.

מאמר נוסף בנושא יופיע בגליונות הבאים.



ידיעות פתיחת הדלת, חייבות להיות מוסתרות בדופן, או לבלוט לא יותר מ-1.5 ס"מ.

הפגושות חייבים להיות בעלי גובה סטנדרדי, עם קו מגע בתחום של 2 ס"מ, בין 40 ל-42 ס"מ, מעל מפלס הכביש. גובה זה נמדד כאשר שני אנשים בעלי משקל של 68 ק"ג נמצאים במכונית — האחד לפנים והאחר מאחור.

הבורר בתיבת-הילוכים אוטומטית חייב להיות בעל סדר הפעלה סטנדרדי P-R-N-D-L. מותרים שינויים במצב ההילוכים קדימה (כגון: „קרייזלר" — P-R-N-D-2-1) אבל תמיד חייב להיות מצב נייטרלי בין ההילוכים קדימה וההילוך לאחור.

על מגבי השמשות להיות בעלי שתי מהירויות לפחות. בגובה מפלס העיניים של 95 אחוז מן הגברים חייב השטח המנוגב להגיע עד כדי 3 ס"מ מן העמוד הקדמי. בחלון-החזית שלפני הנהג והנוסע שליידו, עליו להגיע ל-10° מעל ומתחת למפלס העיניים. בקבוק המים של המגב חייב להכיל לפחות 1.5 ליטר נוזלים.

קיים תחום מוגדר למידת הסינוור המותר של מגבי-השמשות ושל חלקו העליון של לוח המחננים.

והתוצאות הראשונות הן כנראה זרועות מגב בעלות גמר בלתי-מבריק.

אסור שכלי-הרכב בעלי נפח מנוע של מעל ל-820 סמ"ק יוציאו דרך צינור ההפלטה למעלה מ-275 חלקים פחמימן לכל מיליון חלקים, ולמעלה מ-1.5 אחוז של חד-תחמוצת הפחמן.

למעשה, אלה הן הדרישות העכשויות מכל כלי הרכב הנמכר-רים בקליפורניה, אשר בה בעיית זיהום האוויר היא החמורה ביותר בארצות-הברית. כמובן, שומעים על נושא זה לעתים תכופות גם בארצנו.

הצמיגים חייבים להיות מחושבים לעומס מלא, המפוזר באופן שווה על כל שטח כלי-הרכב. (1500 ק"ג במכוניות נוסעים ו-1540 ק"ג למכוניות סטיישן). על גב-האופן להחזיק את הצמיג המרוקן מאויר במקומו שעה שעוצרים את הרכב ממהירות של 96 קילומטר לשעה. בתנאים רגילים אסור שעקב הצמיג יצא ממקומו על-ידי כוח צדדי של פחות מ-1130 ק"ג, בנקודת פגיעתו.

כל כלי הרכב חייבים להיות מצוידים מאחור בשני אורות לבנים, הנדלקים אוטומטית עם הכנסת המכונית להילוך אחורי.

על הראי הפנימי להיות בעל שדה-ראיה של 20°, החל מ-60 מטר מאחורי המכונית עד לאופק. כנת-הראי חייבת להישבר או להתמוטט בעומס של 40 ק"ג. חייב להיות ראי בעל רוחב של 12 ס"מ לפחות, עם שדה ראייה של 10 מטר ומעלה

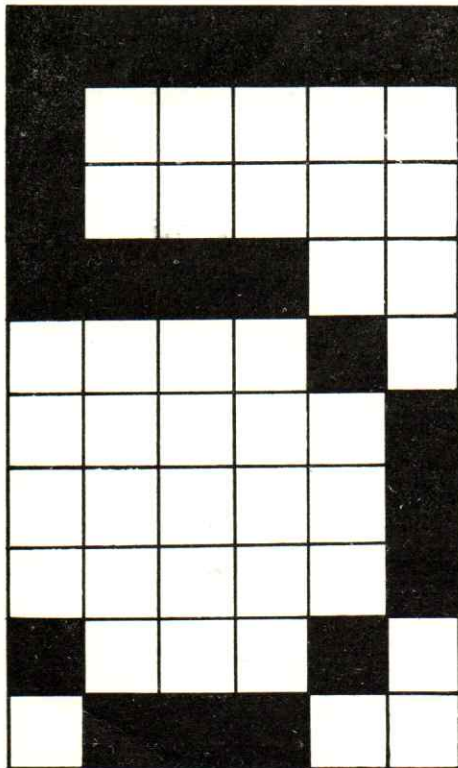
בראשית דברינו הזכרנו, כי בעת פיתוח הפרספטרון שאף ממצואו, פרופ' רוזנבלט, לדמות בו תכונות אחדות של המוח החי. עתה יש ביכולתו לעמוד ביתר פרוט על אותן תכונות מסוימות של המוח אשר מתימר, כביכול הפרספטרון לדמות.

מערכות נורו אלקטרוניות

חלק ב'

של אלמנטים, ולכן לספרה 5 כאן מבנה „גרעיני“ אשר עיננו אינה רגילה לו. לעובדה זו אין חשיבות שכן על-ידי הקטנת האלמנטים דהיינו, על-ידי הגדלת מספרם n, ניתן לתאר כל צורה בדרגת-הדיוק הרצויה. תיאור דיסקרטי זה של דמויות מופר לנו מדרך הדפסת תמונות בעתונים וירחונים, וכמרכן מהצגת-תמונות על-ידי טלוויזיה. אנו מדברים על ייצוג כזה של דמות כ”טבעי“ ביותר, משום שעקרון זה של שבירה לאלמנטים מונח ביסודה של מערכת-הראיה שלנו.

ציור מס' 4: תיאור הספרה 5 על-ידי קוד בינרי.



החוקר הנודע פ. רוזנבלט (F. Rosenblatt), בנה מכשיר המסוגל להבדיל בין דוגמאות שונות. מכונה מאבחנת זו נקראה על ידו בשם „פרספטרון“ (Perceptron). את ההשראה לבניה שאב הממצוא ממודלים מקובלים-כיום של מבנה המוח ומנגנון-הראיה. מן הראוי לציין כאן כי מכונה זו נבנתה והיה באפשרותה להבחין בצורות חזותיות עוד בטרם הוברר בדיוק כיצד פועל בה תהליך זה. לשם הבנת ה”פרספטרון“ נסביר תחילה מושגים אחדים:

ייצוג הדמות לפי צופן (קוד) בינרי של מספרים: שדה הרצפטוריים

כדי שניתן יהיה ל”הכניס” את הדמות למכונה יש לתרגמה לשפה שבאפשרות המכונה להבינה, היינו, להציפנה על-ידי קומבינציה של סימנים. נשאף להשתמש כאן בצופן ”טבעי“ ככל האפשר, ונצייר את הצורות על שדה מסויים המחולק לריבועים קטנים על-ידי ישרים אפקיים ואנכיים. נקרא לריבועים אלה שהתקבלו בתוך רשת הישרים בשם: אלמנטים של השדה. את האלמנטים עליהם נפלה הדמות הרצויה נשחיר, ואת יתרם נשאיר לבנים. נסמן לצורך דיונו את האלמנטים השחורים ב”1” ואת הלבנים ב”אפס”, ונתחיל לציין את האלמנטים, לפי סדרם, החל מהקצה השמאלי העליון לאורך כל שורה משמאל לימין, ואת העמודות מלמעלה למטה. לפי סידור זה תיוצג כל צורה שתופיע על השדה בצורה חד-משמעית על-ידי סדרה של ספרות (יחידות ואפסים), כמספר האלמנטים שמכיל השדה. כך, למשל, ניתן לתאר את הספרה 5 על-ידי הסדרה (ראה ציור 4):

111111100000 100000 111000000 1000000 100000 100000 11000 100 11100

באופן כללי תתואר כל צורה על-ידי הנוסחה:

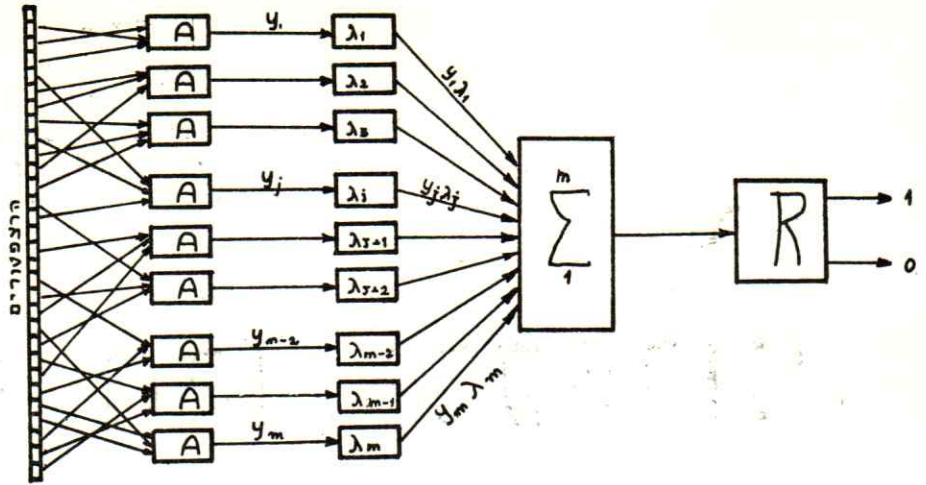
$$X_1 X_2 X_3 \dots X_n$$

כאשר: i — מספר האלמנט (ריבוע)

n — מספר הריבועים

X_i — יכול לקבל את הערכים 1 או 0.

בציור מס' 4 השתמשנו בשדה המורכב ממספר קטן, יחסית,



ציור מס' 5: הפרספטרון Mark 1.

לכל האלמנטים A_j . ביציאה של האלמנטים A יתקבל אות השווה ליחידה אם הסכום אינו קטן מ- θ , ואפס — אם קטן הסכום מ- θ . לפיכך האות שיתקבל מהאלמנט A ה- j ינתן על-ידי:

$$Y_j = \begin{cases} 1 & \text{אם } (\sum_{i=1}^n r_{ij} X_i - \theta) \geq 0 \\ 0 & \text{אם } (\sum_{i=1}^n v_{ij} X_i - \theta) < 0 \end{cases}$$

כאן הגודל r_{ij} מקבל את הערך $+1$ אם מתחבר הרצפטור ה- i אל הכניסה ה- j של האלמנט A בסימן פלוס, את הערך -1 אם מתחבר הרצפטור בסימן מינוס ו- r_{ij} כאשר אין קשר בין הרצפטור ה- j והאלמנט A ה- j . את היציאות מה אלמנטים A כופלים בעזרת מגברים מיוחדים, במקדמים λ_j . כל אחד מהמקדמים הללו עשוי להיות חיובי, שלילי או אפס ולהשתנות בלא כל תלות בערכם של האחרים. האותות מהמגברים מועברים למסכם ומשם לאלמנט R המגיב אל אותות הכניסה לפי המשוואות הבאות:

$$R = \begin{cases} 1 & \text{אם } \sum_{j=1}^m \lambda_j Y_j \geq 0 \\ 0 & \text{אם } \sum_{j=1}^m \lambda_j Y_j < 0 \end{cases}$$

נניח שעל שדה הרצפטורים מושלכות צורות המשתייכות לשתי „דוגמאות“ שונות. אם נצליח להביא את הפרספטרון למצב כזה, שבאמינות מספקת יוכל להפיק אות השווה ל„יחידה“ (+1) כאשר תופיע בכניסה שלו צורה השייכת לדוגמה אחת, ואות „אפס“ (0), כאשר תופיע הדוגמה השנייה — נוכל לומר אז כי פרספטרון זה מסוגל ללמוד להבחין בין שתי דוגמאות. מבנה הפרספטרון שתואר זה עתה מאפשר למיין את האובייקטים המופיעים לשתי קבוצות. כדי לאבחן מספר רב יותר של דוגמאות, כגון שלוש, ניתן להשתמש בפרספטרון הבנוי לפי הסכמה הבאה שבציור מס' 6.

את היציאה של כל אלמנט A נכניס לא למגבר אחד בלבד אלא למגברים אחדים (לפי הדוגמאות שביניהן יש להבדיל). אחרי הכפלתן ב- λ האותות נכנסים למסכמים Σ אשר מספרם נקבע אף הוא לפי מספר הדוגמאות העומדות להבדלה. במקום

ואכן, רשתית העין שלנו מורכבת ממספר גדול של אלמנטים רגישים (המכונים תאים ומדוכים) הקשורים על-ידי סיבירי עצבים למדורים מתאימים במוח האדם. עצבים אלה מעבירים את מידע הראיה אל המוח על-ידי צופן מסוים. אם נרכיב את הדמות על שדה המורכב מפרספטורים, נוכל לראות באותות היציאה מפרספטורים אלו את ייצוג הדמות על-ידי גדלים דיסקרטיים מקודדים (מוצפנים), המאפשרים למכונה „לראות“ את התמונה. להבא, בשל דמיון פיזיולוגי, נקרא לאלמנטים הבודדים של השדה בשם רצפטורים (Receptors), ולכל השדה — שדה הרצפטורים.

המבנה והאלגוריתמים של הפרספטרון

נבחן את פעולתו ומבנהו של הפרספטרון לפי הדגם שנבנה על-ידי רוזנבלט.

כאלמנט המקבל את המידע (ראה ציור מס' 5) משמש מודל פוטואלקטרי של הרשתית שהוא שדה הרצפטורים, המורכב מכמה מאות פוטורזיסטורים. כל אלמנט של שדה הרצפטוריים יכול להימצא בשני מצבים: מצב מעורר ומצב בלתי מעורר. דבר התלוי במקרה, הינו בשטה, אם נופלת הדמות המושלכת על אותו שדה אם לא. ביציאת כל אלמנט מתקבל סיגנל X_i (כאשר $i=1, 2, \dots, n$) הוא מספר האלמנטים) השווה ליחידה אם האלמנט מעורר וסיגנל השווה לאפס במקרה ההפוך.

לדרגה הבאה של הפרספטרון שייכים „אלמנטים המחברים“, או האלמנטים A . כל האלמנטים הללו דומים ומספרם קרוב למספר הרצפטורים. לכל אלמנט A יש כניסות אחדות אולם רק יציאה אחת.

בחירת הרצפטורים המתחברים לאלמנט A מסויים, בדומה לבחירת הסימן בו הוא מתחבר (שלילי או חיובי) נעשית בתהליך אקראי לגמרי. במהלך הפעולה נשאר הקשר בין הרצפטורים והאלמנטים A ללא שינוי. האלמנטים A מבצעים פעולת סיכום אלגברית של האותות הנכנסים אליהם, ואת הגודל המתקבל (הסכום) משוים לערך מסויים θ השווה

* מידע — אינפורמציה.
** בפרספטרון Mark 1 מספר הרצפטורים הוא 400ⁿ ומספר האלמנטים A M-512, לכל אלמנט A יש 20 כניסות.

כל אות, הצליחו להשיג 70% בקירוב של תשובות נכונות. הגדלה נוספת בהיקף הלימוד לא הביאה לשיפור אמינות ההבחנה.

האלגוריתם השני, כפי שנאמר לעיל, מתחשב בנכונות התשובות המתקבלות תוך תהליך הלמידה.

בהשתמשנו באלגוריתם זה, נשארים המקדמים λ_j ללא שינוי אם הבחין הפרספטרון נכונה בצורה שהוצגה לו. שינוי המקדמים λ_j חל רק באותם שלבים בהם „שגה“ הפרספטרון. שינוי המקדמים, כמו באלגוריתם הראשון, נעשה בצורה שתגדיל את אחוז התשובות הנכונות של המכשיר. אם, למשל, שגה הפרספטרון ובשעת הצגת אוביקט המשתייך לדוגמה a הפיק אות אפס במקום יחידה — גדלים מקדמי האלמנטים A המעוררים. לו הוצג אוביקט המשתייך ל-b והפרספטרון היה מגיב על-ידי יחידה בכניסה לאלמנט R — המקדמים של האלמנטים A המעוררים היו קטנים.

האלגוריתם מן הסוג השני נותן, בהשוואה לראשון, תוצאות טובות הרבה יותר. בציר מס' 8 מובאות תוצאות שהתקבלו בשימוש האלגוריתם השני בלימוד הפרספטרון להבחנת אותן שמונה אותיות. כאן השיגו אמינות של קרוב ל-100%, אחרי $40 \div 35$ שעורים (הצגות).

הסבר פעולת האלמנטים A

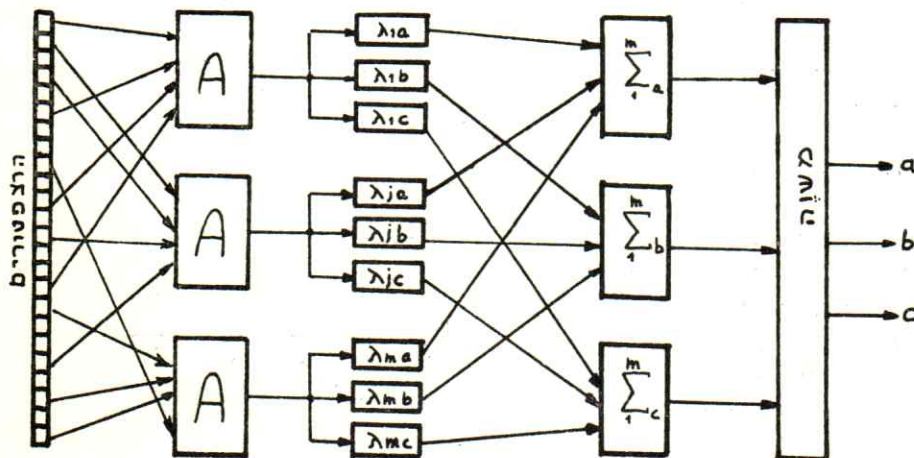
כפי שנאמר לעיל, אות היציאה של האלמנט A תלוי בסימן הביטוי

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} X_i - \theta$$

כאשר X_i הוא אות היציאה של הרצפטון ה-i. הביטוי המוזכר עשוי לקבל, בקומבינציה מסוימת של X_i , ערכים חיוביים (או אפס), ושיליים בקומבינציות אחרות. כל קומבינציה X_i מתאימה לצורה מסוימת המושלכת על שדה הרצפטורים. בצורה זו מחלק כל אלמנט A את כל הצורות העשויות להיות מוצגות על שדה-הרצפטורים, לשתי קבוצות: בצורות של הקבוצה השניה — שלילי, לעובדה זו ניתן לתת אינטרפרטציה גיאומטרית: אם נביט על X_i כעל קואורדינטות במרחב ה-n ממדי, אפשר יהיה לראות את הביטוי המוזכר כאיבר השמאלי של משוואת-המשטח הניתנת על-ידי:

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} X_i - \theta = 0$$

סימן האות ביציאה מהאלמנט A מורה על איזה מצדדיו של



ציר מס' 6: פרספטרון המסוגל ללמוד להבחין בין שלוש דוגמאות.

האלמנט R קיים סידור המשותף בין יציאות המסכמים. האוביקט המופיע בכניסת הפרספטרון שייך לדוגמה אשר למסכם שלה Σ_k אות-היציאה הגדול ביותר.

בהמשך נתייחס לפרספטרון המבחין בין שתי צורות בלבד, שכן המבנה העקרוני של הפרספטרון, כפי שראינו, אינו שונה. תהליך הלימוד של הפרספטרון נעשה בכמה שלבים. בכל שלב מספקים לפרספטרון את האוביקט של אחד הדגמים. לפי התגובה משנים לפי כללים מסוימים את המקדמים λ_j . אחרי מספר מסויים של צעדים ניתן להביא את הפרספטרון למצב בו יהא מסוגל להבחין באמינות מספקת בדוגמה המובאת לפניו.

קיימים שני סוגים של אלגוריתמים המשמשים ללימוד הפרספטרון: הראשון אינו מתחשב בנכונות התשובות של הפרספטרון הניתנות תוך תהליך הלמידה, ולפיכך שינוי המקדמים λ_j בכל שלב נעשה בלא להתחשב בשאלה, האם הכיר הפרספטרון את הצורה שהופיעה אם לא. באלגוריתמים מן הסוג השני, נעשה שינוי המקדמים λ_j בהתחשבות בתשובותיו של הפרספטרון.

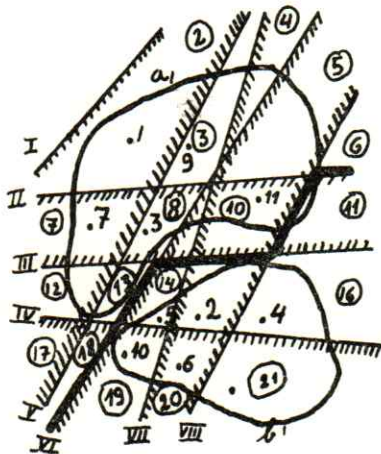
האלגוריתם מן הסוג הראשון מתמשש באופן הבא: מניחים מראש כי אחרי הלמידה, על הפרספטרון לתת ביציאה 1 כאשר מציגים לו, למשל אוביקטים של הדוגמה a, ו-0 כאשר מופיעים אוביקטים מהדוגמה b. מציגים לפרספטרון אוביקטים מכל אחת הדוגמאות. בכל שלב עונה הפרספטרון על-ידי עיבוד כמה מן האלמנטים A. עצם הלמידה מתבטא בכך שהמקדמים λ_j המתאימים לאלמנטים A המעוררים בשלב זה גדלים בערך מסוים כלשהו (למשל „ביחידה“) אם בשלב זה סופק למכשיר אוביקט השייך לדוגמה a, וקטנים באותו ערך מסויים („ביחידה“) אם סופק לפרספטרון אוביקט מהדוגמה b. טבעי הוא כי שינוי כזה של המקדמים λ_j צריך להביא להגדלת דלת מספר התשובות הנכונות של הפרספטרון, הואיל והגדלת λ_j של האלמנטים A המעוררים מביא להגדלת האות בכניסה לאלמנט R — בעוד הקטנת המקדמים גורם להקטנת האות. בהתאם להנחות שהנחנו, יפיק הפרספטרון תשובות נכונות אם יתאימו לדוגמה a אותות חיוביים ולדוגמה b אותות שליליים בכניסה לאלמנט R.

בציר מס' 7 מובאות תוצאות של לימוד הפרספטרון להבחנה בין שמונה אותיות לטיניות כאשר השתמשו באלגוריתם מהסוג הראשון. אחרי $20 \div 25$ הצגות של רישומים שונים של

בשלב נתון של עבודת הפרספטרון, ז"א, בשביל קומבינציה נתונה של המקדמים λ_j לייצוג מסוים תתאים יחידה ולשאר אפס ביציאה של האלמנט R. דבר זה מראה כי הפרספטרון מייחס חלק מרבי-הצלעונים לקבוצה אחת, וחלקם האחר — לקבוצה השניה. במלים אחרות: הפרספטרון בונה, מקטעים של משטחים אקראיים הנחתכים ביניהם, גבול בין שני חלקי מרחב הרצפטורים. מצב משטח הגבול נקבע על-ידי ההרכב (קומבינציה) של המקדמים λ_j באותו שלב. מטרת לימוד הפרספטרון, כנראה, חייבת להסתיים בקירוב הטוב ביותר של משטח זה לגבול האימיתי בין שתי הדוגמאות a ו-b.

דוגמא לתהליך של לימוד הפרספטרון

קיימות שתי "דוגמאות" להן מתאימות במרחב הרצפטורים האזורים a ו-b (ראה ציור 9). נניח, כי הפרספטרון שלנו הוא בעל שמונה אלמנטים A אותם חיברנו עם הרצפטורים בצורה כזאת שבמרחב הרצפטורים מועברים בצורה אקראית שמונה משטחים I; II; III; IV; V; VI; VII; VIII. משטחים אלה יוצרים 21 רבי-צלעונים (ממוספרים בתוך עיגול). נבחר עתה בצורה אקראית צדדים "חיוביים" ושליילים



ציור מס' 9: להסבר תהליך הלימוד.

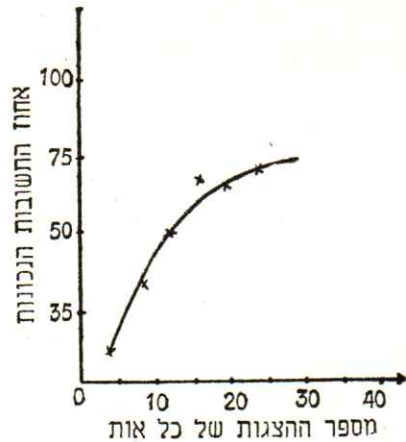
של כל אחד מהמשטחים (צדדים חיוביים מקווקוים בציור שלנו).

דבר זה יציין כי האלמנט A מפיק ביציאה אות של "יחידה" אם נמצאת הנקודה בצד החיובי של המשטח המתאים, ומפיק "אפס" במקרה ההפוך. נקבע את הערכים ההתחלתיים של λ_j עבור כל מגברים בגודל של יחידה ונדרוש מהפרספטרון ש"יחידה" ביציאה של האלמנט R תתאים לדוגמה b, ואפס — לדוגמה a. לא נמשיך בתיאור המפורט של "לימוד" הפרספטרון, אך מקוים אנו כי עקרון הפעולה הובן בעיקרו.

הפרספטרון כמודל של המוח

בראשית דברינו הזכרנו, כי בעת פיתוח הפרספטרון שאף ממציא, פרופ' רוזנבלט, לדמות בו תכונות אחדות של המוח החי. עתה יש ביכולתו לעמוד ביתר פירוט על אותן תכונות מסוימות של המוח אשר מתימר, כביכול הפרספטרון לדמות ראשית, שלא כאלגוריתמים אחרים, אין האלגוריתם של הפרס-

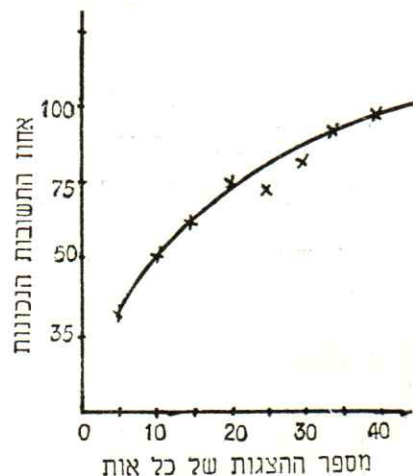
[המשך בעמוד 26]



ציור מס' 7: תוצאות לימוד הפרספטרון לאחר 20÷25 הצגות.

משטח זה נמצאת הנקודה המתאימה לצורה המוצגת לפרספטרון. לפיכך, כל אלמנט A אחר שנקבעו לו המקדמים λ_j (נקבע על-ידי הרצפטורים המתחברים אליו) — מגדיר משטח מסוים כלשהו במרחב הרצפטורים. כל האלמנטים A של הפרספטרון מממשים חלוקת (או שבירת) מרחב הרצפטורים על-ידי m משטחים לכמות מסוימת של רבי-צלעונים (מספרם רב ומגיע לכמה מאות). חלוקה זו הינה אקראית, הואיל והמקדמים λ_j נבחרים לפי גורל (באקראי). לכל דמות המוקרנת על שדה הרצפטורים, בניסוי מסוים של המכונה, מתאים מצב מוגדר ומסוים של כל אחד מהאלמנטים A של הפרספטרון, היינו: מתוך סדרת הגדלים Y_j ניתן להרכיב סדרה בעלת m אברים בייצוג בינרי כאשר במקום ה-j תופיע יחידה אם האלמנט A ה-j יהיה מעורר, ויופיע אפס במקרה ההפוך. אותו ייצוג בינרי המתאר את מצב האלמנטים A מאפיין את מצב הרבי-צלעון אשר בתוכו נמצאת הנקודה המתאימה לדמות הנתונה. הופעת יחידה במקום ה-j של הייצוג מראה כי הרבי-צלעון נמצא בצידו האחד של המשטח ה-j והופעת אפס מראה כי הוא נמצא מצידו השני של משטח זה. בכניסה של האלמנט R מתקבל הסכום של מכפלת הייצוג המתואר לעיל במקדמים λ_j היינו:

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j Y_j$$



ציור מס' 8: תוצאות לימוד הפרספטרון באלגוריתם השני לאחר 35÷40 הצגות.

חידושים בנוער כת החשמל בכלי-רכב

חלק ב'

ליאון גריפיטס

הוכנסו לאחרונה לשירות פנסי-ערפל וזרקור בעל נורה חתוך מה, מתוצרת „לוקס“. אף-על-פי שפנסים אלה זולים יחסית, הם מצטיינים בכל היתרונות הידועים-היטב של יחידת-אור יעילה מאוד בעלת נורה חתומה של זכוכית, והם שימושיים הן לרכב-נוסעים והן לרכב מסחרי.

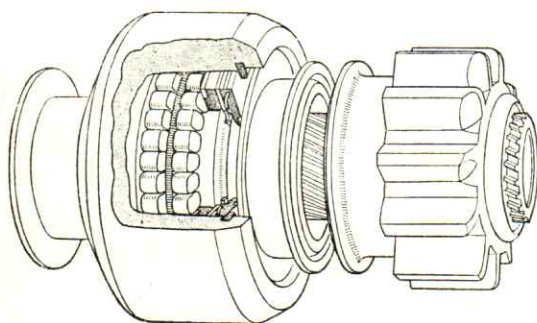
פנסי הערפל החדישים ביותר, מתוצרת „בוש“, כוללים דגמים סגלגלים ומלבניים בעלי עדשות שזוויתיהן בלתי-רגילות, ומספקות את אלומת-האור הרחבה הרגילה סמוך לחזית המכונית, בצירוף אמצעי-הארה נוסף לעבר צדי-הדרך.

חדש בשורת הפנסים האחוריים של חברת „לוקס“ הוא פנסי מחבר אדום (Flush, Fitting Lamp) [פנס מהבהב] דגם 539 המסופק בזוגות יחד עם המתג האוטומטי למחצה דגם 56 ועם נורת-האזהרה. הוא מיועד להרכבה על לוח שטוח באחורי המכונית. למטרת סיורים באירופה מציעה כיום חברת „לוקס“ עדשות מהפכות הנוטות למטה ולימין עבור פנסי-חזית של 5½ אינץ', לשימוש בכלי-רכב המצויידים במערכת של ארבעה פנסי-חזית. התקן דומה לפנסי-חזית של 7 אינץ' הוכנס לשירות בשנה האחרונה והוכיח את יעילותו בהחלפת אלור מות-אור שמאליות, לאלומות-אור הנוטות ימינה ולמטה. את העדשות המהבהבות-הללו ניתן להתקין במהירות מחוץ לאלור מת-האור הנוטה, או מחוץ לפנסים החיצוניים של מערכת בעלת ארבעה פנסי-חזית. כל הדרוש הוא להסיר את מעטפת פנסי-חזית, להצמיד את העדשות למקומן ולהדקן, ואחרי-כן

סוג חדש של פנסי-ערפל הם אלה המיוצרים על-ידי חברת „הלה-מרקורי“. פנסים אלה, שהם בעלי נורת יודיד-טונגסטן, תוכננו במיוחד לשם תחרויות כגון מסעות-מטרה (Rally). לפנס הנהיגה החדש של „הלה-מרקורי“ הספק-תאורה של 260,000 נרות, והוא מפיץ אלומת-אור בת 400 מ'.

שיפור חשוב בפנסי-הערפל הוא המתזירור. מחזירור זה הצוי במרכזו כדי לספק אלומת-אור בוות רחבה בעלת שפה חדה. צורת-תאורה זו מבהירה באופן יעיל ביותר את מסך-הערפל. פיתוח חדש יותר בנושא זה היא נורת ההלוגן לאוטובוסים ומשאיות. בדומה לנורת יודיד-הקוארק, מילוי בהלוגן, שומר על חוט-להט הטונגסטן ומונע השחרת עטיפת הקוארק. את חוט הלהט ניתן לחמם לטמפרטורה גבוהה יותר מזו האפשרית בנורה הרגילה. בעלת חוט להט טונגסטן. על כן הספק-האור גדל במידה רבה. טוענים, כי בנורת ההלוגן של „הלה“ הספק האור מוכפל. נורת הלוגן של 12 וולט ו-55 ואט, חליפה בנורת יודיד-קוארק הדומה לה, פותחה לשימוש מסחרי. נורות של 6 וולט ושל 12 וולט נמצאות בפיתוח על בסיס ייצור המוני. פנס הנהיגה „הלה“ דגם Z 162, שהינו עגול, והדגמים לנהיגה בערפל Z 200, שהם מלבניים, מצויידים היום בנורת ההלוגן החדישה ויש הטוענים כי הראות בנהיגה בלילה לאור נורה זו היא מצויינת. ייצורה המידי של נורת יודיד-טונגסטן יהיה ללא ספק, כיחידה בעלת חוט-להט יחיד, וזאת עקב הקשיים הטבעיים הנוכחיים בייצור משביע רצון של נורה המצויידת בחוטי להט כפולים. יש להניח כי על בעיה זו ניתן להתגבר, אולם נראה כי יעבור עוד זמן רב עד שיימצא לה פתרון מעשי. לכן נורות אלו תחילה תוכנסנה לפנסים להם הועדה תכלית אחת, כגון שני פנסי-חזית ופנסי-העזר. יתכן כי פנסים אלה יפותחו גם במקביל לפיתוחם של פנסי-חזית מלבניים, שאליהם נוטה כיום התעשייה האירופית.

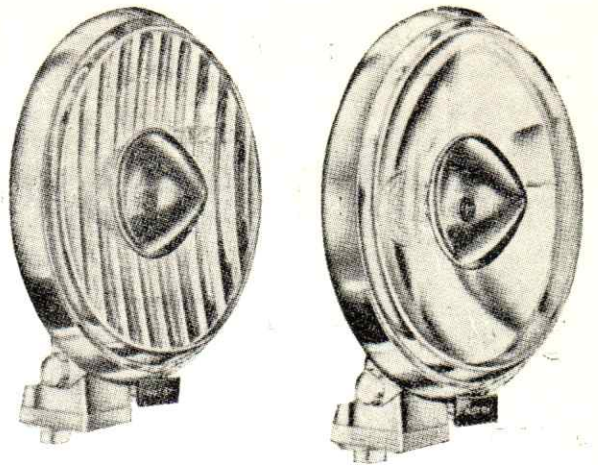
בעוד שפנס המאיר למרחק הוא אביזר רצוי לנהיגה בלילה למרחק גדול, מן הראוי כי יראו בפנס ערפל אביזר הכרחי לבטיחות בדרכים. ואולם, מחקר שנערך לאחרונה על-ידי חברת „לוקס“ גילה כי ל-60% מבין 7.5 מיליון המכוניות הרשומות בבריטניה, אין כלל פנסי-ערפל. ל-80 אחוז מהן אין פנסים המאירים למרחק. כדי לעודד שימוש נרחב בפנסי-עזר



תמונה מס' 1: הינע עוצר משופר, המיועד למתנע תוצרת „דלקורמי“.

הנטייה הנזכרת הודגמה על-ידי פנסייהחזית של „בוש“ במכור ניות: אופל קפטן, אדמירל ודיפלומט, המצוידות במחזוריים של 270×140 מ"מ ובפנסי הבהוב קדמיים. שלב מתקדם יותר בפיתוח אביזרים אלה, הודגם על-ידי יחידת-התאורה של „בוש“ במכונית הדר'מושביית הסגורה החדשה B.M.W. 2000. זוהי יחידת-תאורה אופקית, המאחדת בתוכה פנסי-חזית המפיץ את אלומת-האור העיקרית והנמוכה, בתוספת נורה לראייה למרחק גדול, נורה צדדית ונורת-הבהוב; יחידה זו מהווה דוגמה טובה לסימני-אופי המבליטים סגנון ויעילות כאחת. לאחרונה יצרה גם חברת „סיביה“ פנסים מלבניים. על-אף שאין רואים עדיין פנסים מלבניים בכבישי אמריקה, אומרים מומחים ל„אפנת-מכוניות“, כי יצרני פנסים מתעוררים לייצורן של יחידות נורה-חתומה מלבניות גם שם.

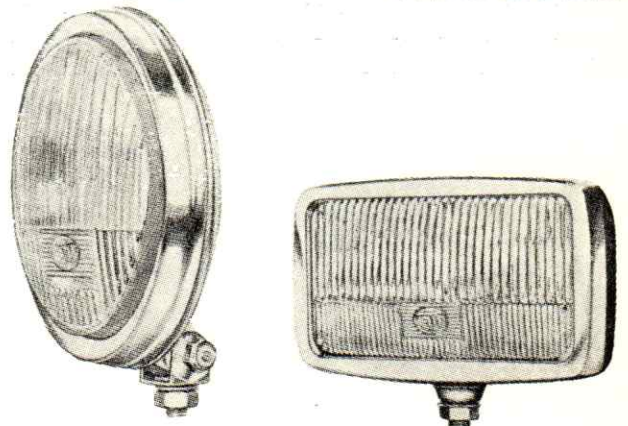
כדי לוודא אזהרה מידית על אותות-בלימה בלתי-פעילים, הכניסה חברת „לוקס“ לשירות מחוון של מנורת-בלימה. מחוון זה מתוּנל לתוך מעגל מנורת-הבלימה, וכולל ממסר רגיש לעומס וכן נורה בעלת מכסה עליו כתוב: „Stop“ (עצור).



תמונה מס' 2: זרקורי הענבר של חברת „נוטק“, „פארלייט“ ו„נירלייט“, בזרקורים מותקנות נורות יודיד-טונגסטן חדישות של 55 וואט.

להחליף את המעטפת. ארבעה פנסי-חזית מותקנים כיום כמעט בכל המכוניות מתוצרת ארה"ב, אך אין הם מותקנים עדיין בהרחבה במכוניות מתוצרת אנגליה או אירופה, בעיקר בשל מחירם הגבוה של הדגמים. יתכן כי פיתוחם בעתיד של הדג"מים עם נורת יודיד-טונגסטן ישפיע על הנטייה לפנסי-חזית זוגיים במכוניות האירופיות.

אף-על-פי שהנטייה, הבולטת במכוניות אירופה, לעבור מפנסי-חזית עגולים לפנסים מלבניים ראשיתה כסימן של סגנון, היינו ברצון לדאוג למראה חזיתי נאה יותר — דוגמה לכך היא צורת פנסייה של מכונית ה„מרצדס“ — נוצרה גם הארה משופרת יותר מפיתוח זה. נסיון הוכיח כי אורך גדול יותר של צירו המרכזי של המחזור מפיץ אלומת-אור נמוכה, שהיא סימטרית הרבה יותר. אין צורך להגדיל את עומקו של המחזור כיוון שאיזורו העליון נועד בעיקר להארת הדרך הסמוכה לפני המכונית ואינו משפיע על ראייה למרחק גדול. עומק זה אינו משפיע על אלומת-האור הראשית, ודרוש במקרה זה אך עומק מינימלי בלבד, בצירוף נורה בעלת חוט-להט כפול. סייג זה אינו חל, מכל מקום, על מערכות בעלות נורה חתומה. שיקולים אלה הובילו לבנית פנסי-חזית מאורכים בקו אופקי, דבר המסייע לראייה למרחק גדול יותר.



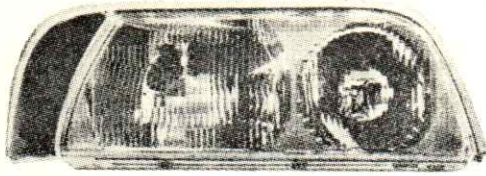
תמונה מס' 3: פנס הערפל של „הלה-מרקור“ (שמאל) עם נורת יודיד-טונגסטן; ופנס הערפל של אותה חברה, דגם שבו הותקנה לאחרונה נורת-הלוגן משופרת בת 12 וולט ו-55 וואט.



תמונה מס' 4: פנסי חזית מלבניים חתומים החלו להראות לאחרונה בכלי-רכב תוצרת אירופה, בתמונה נראה פנס חזית מלבני מתוצרת „בוש“. היחידה מותקנת במכוניות „אופל“.

שעה שמפעילים לחץ על דוושת-הבלם, ושתי מנורות הבלימה פועלות מוארת המלה „Stop“, באדום; אם אחת מבין שתי המנורות אינה פועלת, ידלק המחווון רק לרגע, ואם שתיהן אינן פועלות, או כאשר נתיך שרוף, לא ידלק המחווון כלל. בכל אחד מהמקרים הללו מופנית תשומת ליבו של הנהג לתקלה נדאי שיהא עליו לאחוז אמצעים נמרצים לתיקון התקלה. ניתן להתקין את יחידת-המחווון מתחת לשפת לוח המחננים או מדף-החבילה, או במקומות מתאימים אחרים בכלי-הרכב.

על-מנת לספק את דרישות תקנות-התאורה החדשות שהוצאו על-ידי משרד התחבורה באנגליה, בענין מנורות מחוון הכיוון, הכניסה חברת „לוקס“ לשירות דגם של יחידת-איתות וממסרת-תאורה של גרור. הדבר התאפשר הודות לכך שיחידת הבהוב ברכב הגורר מסוגלת לספק כושר פעולה רצופה לפנסי-האיתות הן ברכב הגורר והן ברכב הנגרר. כן מצוי בדגם זה אמצעי הודות לו ניתן להתקין, ברכב הגורר, מנורת-אזהרה שניה, המפסיקה לפעול אם מתקלקלות מנורות המחווון של הגרור. יחידת-הממסר מכילה ממסרים בודדים אחדים המורכבים בלוח של מעגל מודפס הנמצא בתוך פסיס פלאסטיק שחור אטום



תמונה מס' 5 :: יחידת תאורה זו מתוצרת „בוש“ כוללת פנס חזית לאלומות אור — ראשית נמוכה, ואור דרך מנורת חניה; ומחנן כיוון מהבהב. יחידה זו מותקנת במכונית BMW.

מערכת מהפך-הטרנסיסטור, נהוג כיום, בדרך-כלל, להכניס יודת-סיליקון במעגל, וזאת כדי להגן על הטרנסיסטור מפני חיבור לא מתאים. בניגוד לסידור ההתקנה הראשוניים שבהם רוכזו יחד המהפכים הדרושים על לוח מרכזי, נוהגים לקבוע כיום את המהפכים בסמוך לשפופרות אותן הם משמשים. כאשר משתמשים במהפך לשתי שפופרות שאורכן 60 ס"מ, הוא קבוע כרגיל בבסיסה של אחת מהן. אם משתמשים בשפופרות שאורכן 120 ס"מ, אזי יש לכל שפופרת מהפך משלה כאביזר בלתי-נפרד. הודות לסידורים אלה מונעים מציאותם של תילימתח כפולים באורך בלתי-רצוי. כיוון ההתפתחות בעתיד יהיה, ללא-ספק, מיזוג המהפך עם אביזר התאורה הפלואורני ליחידה אחת. אחדים מיצרני מכוניות בעלות מרכב סגור מכלילים את האביזרים הפלואורניים כאחד מאביזרי המנגנון הפנימיים בגוף המכונית. שימוש חדיש יותר של תאורה פלואורנית הוא להארת חזיתם של כלירכב קטן-נים, ויתכן כי דבר זה יוביל לאימוצה של תאורה זו בייצור כלירכב גדולים.

— המשך בגליון הבא —

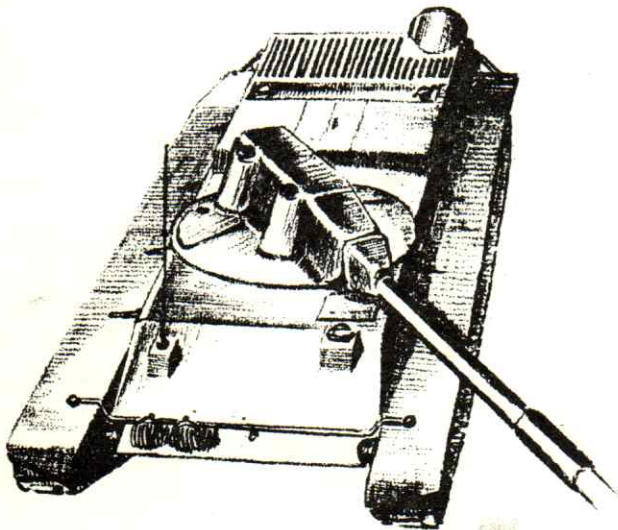
חלק ג' יתאר את החידושים הצפויים לגבי מכשור (אינסטרומנטציה) ותיוול, הצתה, מצברים, אביזרים ורדיו.

למים שגודלו כ-15x7 ס"מ. עלידי הפעלת מחוון-הכיוון של הרכב הגורר מבוקר גם ממסר מתאים ביחידת הנגרר, המחבר ומנתק לסירוגין את מנורת מחוון-הכיוון של הגרור ישירות אל המצבר וממנו בעת ובעונה אחת עם המנורות שברכב הגורר, וזאת — בלא שיטיל עומס נוסף על יחידת-ההבהב. מנורת-האזהרה השניה של הגרור מופעלת על-ידי ממסר נוסף, הפועל באמצעות זרם מכונת-הכיוון של הגרור. לכל דורש נמכרות יחידות למקורות-זרם של 12 ו-24 וולט. ביחידות של 12 וולט, מצויים שני דגמים, האחד לשימוש עם מערכות בהן מותקנים מתגי מנורות-הבלימה המכניים הרגיי-לים, והאחרת לשימוש בעזרת מתגים המופעלים באורח היד-ראולי. בדגם האחרון, כאשר מוארת מנורת הבלימה של הגרור מופעל ממסר נוסף ביחידת הגרור, ישירות למקור המצבר, ועל-כן לא קיים כל עומס זרם נוסף מצד מתג מנורת-הבלימה.

דגם גרמני של ממסר, שהוכנס לשירות לשם סיפוק דרישות תקנות-האיתות החדשות לגרורים, הינו דגם „הלה“. כאשר יחליף ממסר זה את יחידת-ההבהב המקובלת ברכב, יפעלו סידורי-האיתות לפי התקנות החדשות. יחידת ה„הלה“ מפעילה שתיים, או, בהיותה מותקנת בגרור, שלוש, מנורות בכל צד, ללא שינוי בשיעור-ההבהב. קיימת אפשרות להתקנת מנורת אזהרת-איתות נוספת, כדי להזהיר על תקלה במנורת-ההבהב הוב במכוניות ובגרור. היחידה מסופקת למערכות הארקה חיוביות או שליליות, והיא שימושית למעגלים של 6, 12 או 24 וולט.

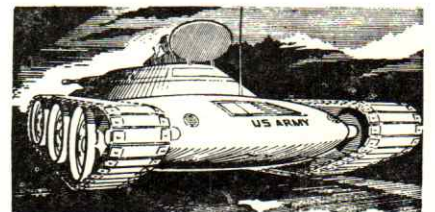
השפופרת הפלואורנית הנמצאת בשימוש בעזרת מהפך טרני-סיסטור, התבססה כיום היטב, בעיקר לשימוש לתאורה פני-מית במכוניות-שירות ציבוריות, באמבולנסים ובמרכבים סגור-רים. שפופרת זו יעילה ביותר, בייחוד בכך שהיא מפיצה את האור בצורה אחידה. כדי להתגבר על רגישות הקטביות של

הטנק של שנות ה-70 וה-80



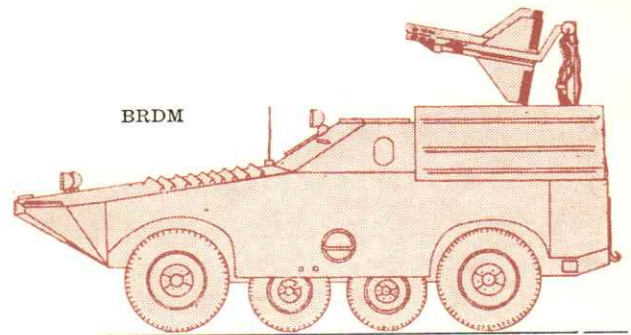
מימין: טנק העתיד לפי הצעה של ארה"ב, משמאל: טנק העתיד לפי הצעה בריטית.

הטנק החזוי לשימוש בשנים 1975—1980, אשר כינויו הוא MBT (Main Battle Tank) [ראה „מערכות-חימוש“ מס' 18]. יהיה בעל צריח מאורך וצר וחזית נמוכה. הגנת-שריון נוספת תיתן לטנק סיכויים גדולים יותר ל„התקיימות“ בשדה-הקרב, גם בעת העסקת מטרות, תוך כניסה לטנח יעיל של תותחי נ"ט. משני צדי הוחלים של הטנק יהיו מגיני-רפש שאותם אפשר יהיה להסיר בעת הצורך. מנוע הטנק אשר יימצא מאחור, לא יניע ישירות את שמונת גלגלי המרכוב; גלגלים אלה יונעו על-ידי משאבות ההידראוליות או על-ידי מנועים השמליים נפרדים לכל גלגל, שיונעו בעזרת יחידת טור-בו-גרטרור מרכזית. היגוי הטנק ייעשה על-ידי שני בלמים דיפרנ-ציאליים שבגלגלי המרכוב, אשר יימצאו משני צדי הטנק.



התפתחות

רכב נושא טילים

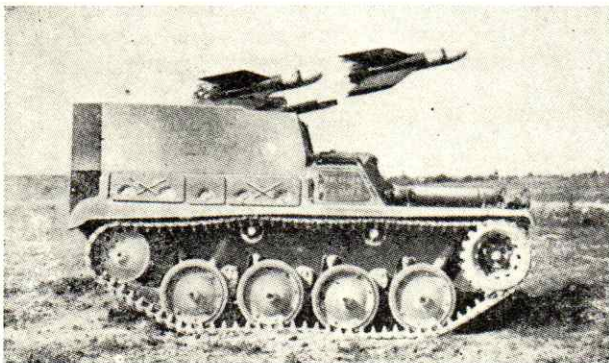


במאמר זה מוגשות הסיבות וההשקפות אשר הביאו לבניית משפחת כלים זו בצבאות העולם, תוך הצגת דוגמאות אופייניות בדרך התפתחותן של מערכות נשק אלו.

התפתחות הרכב הנושא טילים יענה על הדרישות. לגבי השריון המצב חמור יותר, למעשה, משולל כיום חיל-השריון כל אמצעי סיוע מתאימים פרט לסיוע אווירי, אך תיאום הפעולה של שני חילות אלה הוא עדיין מהקשים ביותר, וגורם לבעיות רבות. רק הגרמנים, והרוסים מכירים בחשיבות הסיוע לחיל-השריון, ולכן בצבאות מדינות אלו קיים סיוע בדוגמת Jagdpanzer, SU Sturmpanzer, SU*** שונים, המהווים בסיס-אש-נייד לחיל-השריון, ובהסתמכם עליו הם מבצעים את התמרונים. במתכוון, לא דנו עד כה בבעיה של הגנה נ"מ בחרמ"ש ובשריון. מאחר שאפשרות הגנה זו משותפת לשני הכוחות העיקריים של חילות אלה, לא נדון בה בנפרד. בקצרה, הגנה כזאת איננה קיימת. למעשה, אמצעי הנ"מ היעיל והיחיד שהיה בשימוש עד כה, היה — שליטה מוחלטת באוויר באמצע עות חיל-אוויר יחידותי, או שלילת כושר הפעולה של חיל-האוויר של האויב.

חיל-האוויר של האויב גרם תמיד לחילות הממונעים אבידות רציניות שהגיעו אף ל-70%, וזאת על-ידי שימוש באמצעים המקובלים. יש להניח שעם הכנסת טילים מונחים ובעלי-ביות יגדל עוד במקצת אחוז אבידות זה.

„הוצ'קיס" נושא טילי SS-11 — תוצרת צרפת



שדה הקרב המודרני כמות שהוא כיום ואף יהיה בשנים הקרובות, הינו שדה-קרב לוחמה אב"כ* וללוחמה מקובלת כאחד. תנאי עקרי להשארותן בחיים של היחידות שילחמו בשדות-קרב אלה הוא — כושר תמרון מעולה בתנועה ובכוח אש. כושר תמרון זה כולל שני חלקים:

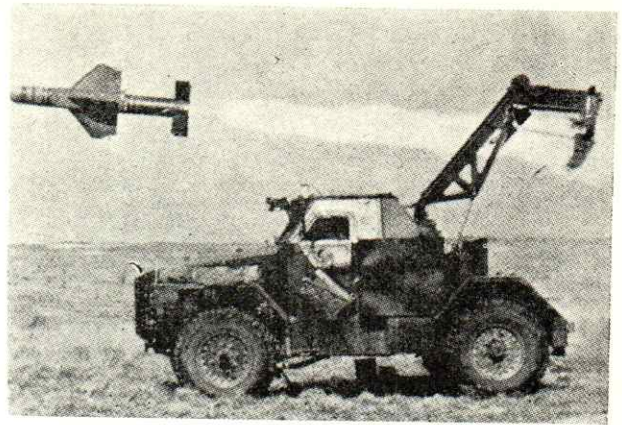
- כושר התמרון של הכוחות העיקריים.
- כושר התמרון של הכוחות המסייעים.

את מהות כושר התמרון של כוחות הסיוע הגדיר „גודריאן" ** באמרו „כושר התמרון של כוח הסיוע שווה לכושר התמרון של הכוח העיקרי ואולי אף עולה עליו". הכוחות העיקריים הפועלים בשדה-הקרב המודרני הם חרמ"ש וחיל השריון. כיום ואף בעתיד הקרוב, יהיה כושר התמרון של כוחות החרמ"ש והשריון, שווה. מכאן שכושר התמרון של כוחות הסיוע לחרמ"ש ולשריון, צריך אף הוא להיות שווה. אם נבדוק מהם אמצעי הסיוע, בהם נדון להלן, נראה כי כוחות הסיוע הדרושים לחרמ"ש הם אמצעי נ"מ, תותחנות קלה ובינונית, וגורם שהינו בעל ערך לא מבוטל — הגנה נ"מ. לגבי שריון יהיו אלה אמצעי נ"ט כבדים, (תותחנות בינונית וכבדה, והגנה יעילה נ"מ). נסיון של שנים רבות בפיתוח אמצעי נ"ט ובשימוש בהם, הוכיח שעד היום, וכפי הנראה גם בעתיד הקרוב, היה תותח נ"ט ויהיה אמצעי נ"ט הטוב, הזול והיעיל ביותר. תותח כזה יכול בדרך כלל למלא בהצלחה רבה גם את תפקידי תותח השדה, ולעתים גם את אלה של תותח נ"מ. (דוגמה טובה לכך משמש תותח קרופ בקליבר 88 מ"מ ממלחמת העולם ה-2). היות והתותחנות של ימינו משוללת למעשה כושר תמרון בשדה הקרב (הן מבחינת ניידות והן מבחינת נחיתות שריון), אמצעי הסיוע היחיד כיום לחרמ"ש הוא טנק קל או בינוני בעל כושר תמרון סביר בשדה-הקרב, המצויד בתותח אשר

* לוחמה אב"כ — ליחמה אטומית, בקטירולוגית, כימית.
 ** „גודריאן" — ממסדי טקטיקת השריון המודרנית.
 *** ניתן להגדירם, כתותחים מתנייעים משוריינים טוב יותר מהטנק, בעלי תותח בקליבר גדול יותר משל הטנק המסתייע. הם מיועד-דים להשמדת טנקים, לסיוע וכן לתפקידי תותחנות-שדה רגילה.

זו כאילו נשכחה בהתלהבות המפקדים כשהכלי הגיע לידיהם. בתחילה הותקנו הטילים על כלירכב קלים ולא משורינים, שהיו מצויים בשירות עוד קודם לכן, לדוגמה: ג'יפ, קומאנדר קאר, משאית קלה וכו'. מאוחר יותר הותקנו על כלירכב משורינים בצורה קלה, כמו שריוניות, נגמ"שים וטנקים קלים. תוך כדי ההתפתחות התברר, כי הכלי הנוח ביותר להסבה לרכב נושא-טילים הינו הנגמ"ש, וזאת עקב נפחו הפנימי הגדול. לשם הבהרת הנושא נביא כאן מספר דוגמאות של כלירכב מסוג זה לפי סדר הכנסתם לשימוש.

„הוצ'קיס" — נושא טילי SS-1, שנת הופעתו 1951, תוצרת



„הורנט" נושא טילי מלקרה — תוצרת אנגליה



BTR — תוצרת ברה"מ

הסיבות לפיתוח רכב-נושא-טילים והשיטות לכך

לאור הדברים שהוזכרו, ברור לחלוטין הצורך בהבטחת סיוע מהיר וחזק לכוחות השריון והחרמ"ש. הדרישות העומדות בפני סיוע זה הוגדרו עוד קודם לכן. עם ההתפתחות המהירה בשטח הטילים צצה האפשרות להשתמש בטילים מונחים (או בעל-יביות) קטנים, כאמצעי נ"ט ונ"מ יעילים. שימוש ברק-טות * כאמצעי ארטילרי (קטיושה מרגמות רקטיות וכו') ידוע

צרפת. נתונים מדויקים אין. נראה כי:

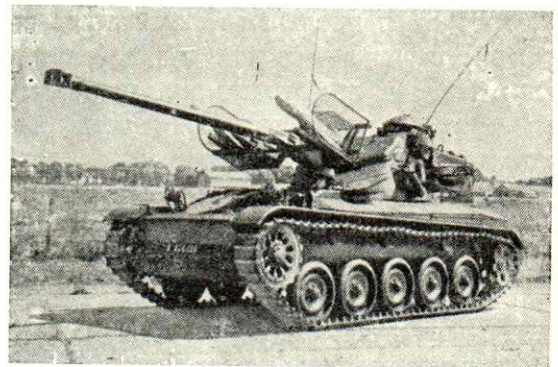
- צוותו מונה 2 אנשים.
- 4 טילים כרוזבה.
- 4 טילים על משגריהם.
- צידוד — אין, או אם יש, אזי הוא מוגבל ביותר.

הרכב הינו חסר שריון רציני, וכפי הנראה הוא גם חסר גג. כדוגמת רוב הפיתוחים הצרפתיים, נראה שאף פיתוחו נעשה בכשרון רב.

„הורנט" — נושא טיל מלקרה, שנת הופעה 1953, תוצרת אנגליה. נתונים מדויקים אין. נראה כי:

- צוותו מונה בין 2 ל-3 אנשים.
- 2 טילים ללא הגנת שריון.
- משגר אחד בעל הפעלה הידראולית.
- צידוד — לא שלם אך נראה כי מגיע ל-120 מעלות.
- מרכב הרכב הוא מסוג „סרדן".

רכב סיור נושא טילים.



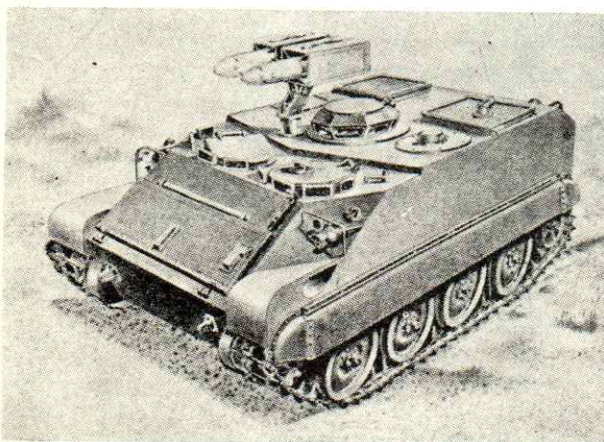
סנק קל AMX-13 נושא טילי SS-11 — תוצרת צרפת

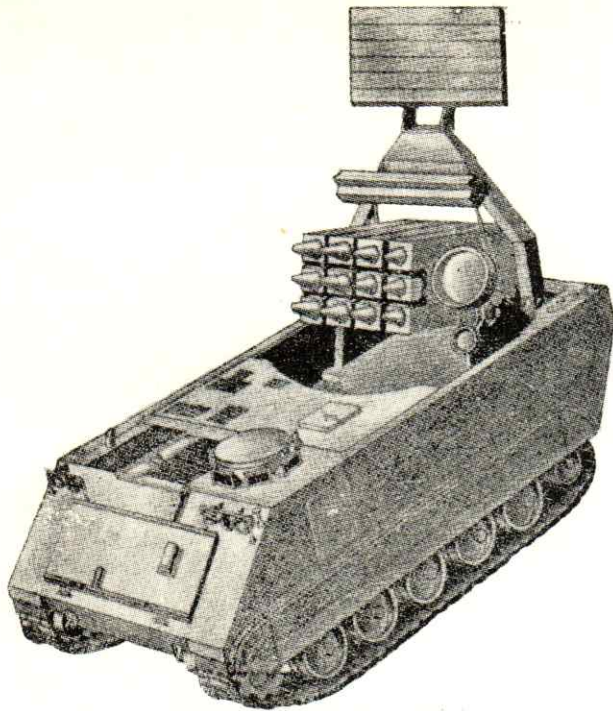
כבר ממלחמת העולם השנייה. היות והבטחת כושר תמרון מתאים לטילים היה פשוט יחסית — מבחינה טכנית, נמנעו הצבאות מלהתחשב בבעיות משקיות, וכמעט בכל העולם החלה עבודה רצינית בשטח תכנון רכב-נושא-טילים כאמצעי סיוע עיקרי, קל לתפעול, שיספק את הדרישות העיקריות בהווה. רקטות וטילים נוחים ביותר לתפעול, ולהרכבה על רכב מהסיבות הבאות:

- חוסר רתיעה.
- משקל נמוך של המתקן.
- מחיר זול יחסית של המתקן.

חסרונם העיקרי הוא המחיר הגבוה של הירי, אולם מאחר שהוחלט להתעלם מהבעיות המשקיות, אין לכך חשיבות. היתרונות שהוזכרו איפשרו בשלב ראשון התקנת הטילים על כלירכב קטנים וקלים, דבר, שמאוחר יותר הפריע לביצוע המשימה העיקרית של סיוע לכוחות השריון והחרמ"ש. מגמה

* טילים לא מונחים.





מערכת נשק מאולר — תוצרת ארה"ב

נשכחה בהתלהבות של הכנסת הכלים הקלים לשימוש. רק בארה"ב נעשו מאמצים בכיוון זה — פיתוח שני כלים המיועד דים לסיוע שריון והגנה נ"מ של חילות ממונעים. שני הכלים הם תכנון ה"שרידן" עם ה"שיללה", ורכב ה"מאולר". תכנון ה"שרידן" מהווה מערכת-נשק המסוגלת לפעול הן עם טילים מונחים והן ככלים ארטילריים עם פגזים. קיימים מספר רעיונות לגבי ניווד של מערכת נשק זו — הכנסת המערכת לכלי בעל תכונות של טנק קל, או לכלי בעל תכונות של טנק בינוני. כלים אלה יוכלו לתת סיוע נ"ט ותותחנות ליחידות שריון נלוות. מערכת-הנשק "מאולר" יועדה להגנה נ"מ אוניברסלית לחילות שריון וחרמ"ש וכן ליחידות אחרות. הדרישות שהועמדו בפני מתכנני ה"מאולר" היו כה רבות (ירי מה-קרקע, ירי מהמים תוך כדי ציפה, ירי תוך כדי תנועה, אטי-מות, אב"כ), שלאחר הוצאת כ-15 מיליון דולאר נתקבל כלי כה מסובך ומסורבל שלא מלא אף תפקיד ביעילות, והפרויקט נגזז. אָמנם, כיום קיימים טילי-קרקע-אוויר הניתנים להפעלה מרכב, ואפילו אחד או שני כלירכב נסיוניים המסוגלים להפעילם, אך הבעיה עדיין לא נפתרה — הגנת הנ"מ היחידה הקיימת כיום בארצות מסוימות ומועטות, ניתנת על-ידי טנקים מיוחדים המצוידים בתותחי נ"מ בקליבר 20 מ"מ עד 57 מ"מ. מחקרים רבים עדיין נעשים בצבאות שונים, ופיתוח טנק ה"שרידן" יוביל אולי לדרך הנכונה.

מקורות:

- Ogorkiewicz, "Armor"
- Armor — תקופונים שונים
- Ordnance — " "
- Interavia — 9/65
- Antonow, "Der Panzer"
- Von Senger & Etterlin — "Panzertaschenbuch"
- Guderian, "Panzer Leader."

זוהי דוגמה בולטת כיצד ניתן לקבל משילוב של טיל טוב ורכב טוב תוצאה שאינה מניחה את הדעת. הרכב נראה פרימיטיבי ובלתי יעיל בתנאי קרב.

שני כלירכב דומים מבחינת עקרון מבנם הינם, שריונית קלה פרט מתוצרת אנגליה והטנק הקל AMX-13 מתוצרת צרפת. לשניהם מספר קני-טילים מורכבים מחוץ לשריון הרכב, והטילים הנוספים חסרים הגנת שריון. נראה כי כאל-תור, וככלירכב זול, הם מהווים פתרונות מעניינים ביותר, אך ברור שהם כה פגיעים, עד כי ילד המשחק במקלע-גומי (רוגטקה) יכול להוציא את הטילים מכלל שימוש.

IPZ-3-3 — נושאת טילי SS-11, שנת הופעה 1961, תוצרת גרמניה. נתונים מדויקים אין. נראה כי:

- הצוות מונה 3 אנשים.
- שני טילים על משגריהם. הטילים הנטענים ביד נמצאים בתוך הרכב וניתנים להוצאה לירי מחוץ לרכב תוך שניות ספורות.
- כ-13 טילים נוספים מצויים בבטן הרכב.
- צידוד — כ-90 מעלות.
- ניווט הטילים חצי אוטומטי.
- הרכב מצויד ללוחמה אב"כ.
- הכלי הוא שריונית קלה "היספנו סויה" דגם HS-30.

לאחר ניסויים שונים נראה כי ה-IPZ-3-3 הוא הפתרון המושלם הראשון בשטח רכב-קל-נושא-טילים, המסוגל לסייע במידת מה



גנרל שרידן נושא טיל שיללה — תוצרת ארה"ב

לחרמ"ש בענותו על דרישות ההגדרה שנתנה בתחילת המאמר. BRDM, BTR שני דגמים אלה מהווים דוגמה להתפתחות של תכנון בסגנון רוסי מובהק: כלירכב מצטיין בפשטות, בפונקציונאליות, ובשריון העשוי בתשומת לב קפדנית. נתונים מדויקים אין. נראה, כי שני כלים אלה הם בעלי צידוד מוגבל ומתאימים ללוחמה אב"כ.

פרט לכלים המזכירים, קיימת שורת פתרונות של הרכבת טילים מונחים על רכב לא משורין מסוג של ג'יפ, קומאנד-קאר, רכב-הצנחנים-הבלגי וכו'.

לכל הכלים שהוזכרו, תכונה משותפת אחת. עקב שריונם הנחות, המונע מהם אפשרות תמרון בשדה קרב פתוח, מוגב-לים הם בתפקידם כאמצעי הגנה או כאמצעי מארב. דוקא הבעיה, אשר גרמה לפיתוח הכלים — הסיוע לכוחות השריון,

התעייפות מתכות

חלק ג'

דונלד ג. וולפי

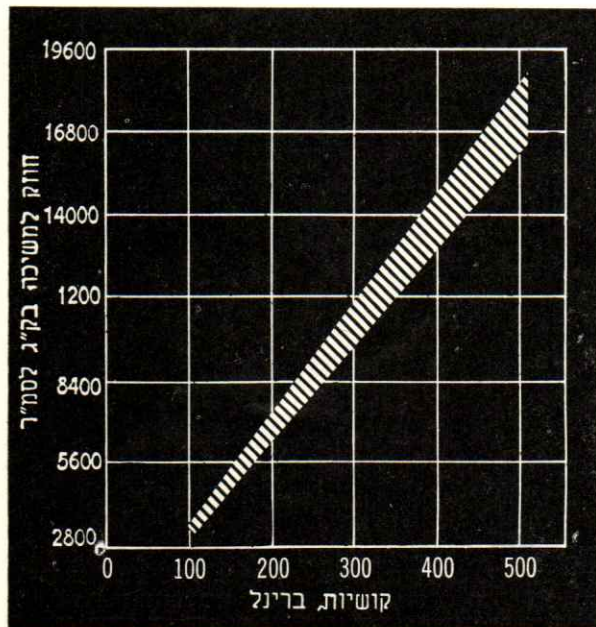
השפעתם של גורמים משתנים

תכונותיה המכניות של המתכת ריכוזי מאמצים (כמו חריצים וזיהומים), הורדת אחוז הפחמן, שריפת המתכת כתוצאה מהשחזה, מאמצים שיוריים, טמפרטורה, קצב ההעמסה והמבנה הגרעיני של המתכת — כל אלה הם גורמים המשפיעים על היוצרות שבר בחלקי פלדה. לשם ניתוח מדויק של שברים מסוג זה, חיונית, על-כן, הבנת השפעות אלה. הבנת ההשפעות הרבות הפועלות על היוצרות שברים תוך-כדי עבודה, מסייעת רבות בניתוחם לצורך הבנת סיבות היוצרותם. הגורמים המשפיעים הם תכונותיה המכניות של המתכת, ריכוזי מאמצים באזורים מסוימים בה, גורמים המפחיתים את חוזקה, מאמצים שיוריים, טמפרטורה, קצב ההעמסה והמבנה הגרעיני של המתכת. כללית כאשר בוחנים היוצרות של שבר תוך-כדי עבודה, יש לשקול את השפעתם של גורמים אלה הן בנפרד והן יחדיו. בסקירה זו ננתח לחוד את השפעתו של כל גורם משתנה.



על אף העובדה שמבנה גרעיני מתאים בעל תכונות מכניות אחידות, מקיים, לפי הנחתנו, בכל אזורי המתכת, הרי חשיבות התכונות המכניות בנקודת-ההתחלה של שבר פוטנציאלי גדולה הרבה יותר מאשר בכל מקום אחר בחלק המתכת.

תמונה מס' 1: הקושיות וחוזק המשיכה של פלדה מקורבים ישירות. לכן בחינות קשיות יכולות לשמש כמערך לחוקי פריטים העשויים פלדה.



תכונות מכניות

מכין שתכונותיה המכניות של המתכת, מספקות מידע על התנהגותה האלסטית והפלסטית כאשר מופעל עליה כוח. ניתן להסיק מהן מסקנות על התאמתה לשימושים הכרוכים בעמידה במאמצים מסוג זה.

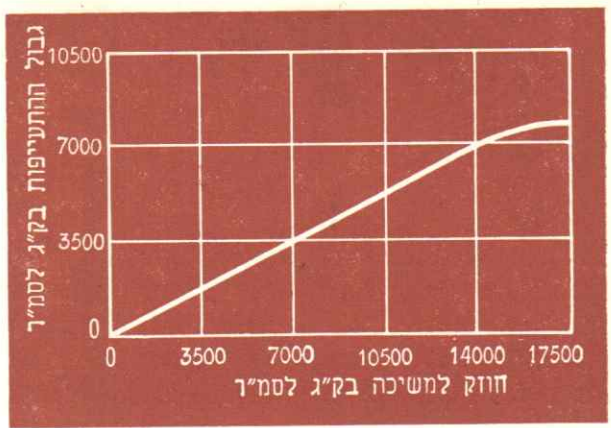
התכונות המכניות כוללות: מודול-אלסטיות, חוזק קריעה וכניעה, התארכות, הקטנת שטח החתך, קשיות, וגבול ההתעייפות.

באופן כללי, עולים חוזקן של פלדות לעומסים סטטיים והתעייפותן ביחס ישר, לעליית הקשיות. ככל שזו עולה מעבר לקשיות $50 R_c$, מתחילה הפלדה להיות רגישה יותר להיסדקות עקב הגדלת רגישותה להפרת-הסדר בשריג המתכתי ולאירציפיות במבנה.

פגמים כגון זיהומים, תפרים בתווך וסימני עיבוד שבבי — רציניים יותר בערכי קשיות גבוהה, כיון שאין ביכולתה של המתכת לזרום באופן פלאסטי ולהתאים עצמה לפגמים.

(תמונה 1) מראה כיצד עולה חוזק המשיכה ביחס ישר לקשיות. יחס דומה קיים לגבי גבול ההתעייפות (תמונה 2). מכל מקום, יחס ישר זה נפסק בחוזק-משיכה של 1400 ק"ג/סמ"ר. כאשר מתכננים חלקים שעליהם לעמוד בעומס מסוג אחד, מתבססים המהנדסים בדרך-כלל על חוזק-כניעה, ואף שאינם מספקים מידע כמותי על הרקיעות, על ההתארכויות המתקבלות-על-הדעת ועל צמצום שטח החתך, מוכיחים הם עפ"י כי הרקיעות הקיימת מספיקה כדי למנוע סדק. הרקיעות מאפשרת לפזר מאמצים גבוהים על איזור נרחב יותר על-ידי מנגנון של דפורמציה פלאסטית, ובכך להקטין מאמצים מקומיים בחלק מסוים.

סימני-עיבוד רגילים עלולים לגרום נזק גדול, אם הם מופיעים באיזור של מאמצים גבוהים, כגון, למשל, איזור תפר ריתוך. (תמונה 3) מראה כיצד משתנים המאמצים בחתך גלילי בעל חריץ על פני השטח ואשר נמצא במתיחה. מאמציים אורכיים וטנגנציאליים (σ_1 ו- σ_2) ומאמץ-גזירה מכסימלי (τ_{max}) מגיעים לשיאם בפנינתו החדה של החריץ, בעוד שהמאמצים הרדיאלים (σ_r) מגיעים לשיאם במרחק-מה מנקודה זו. ככל שהחריץ עמוק יותר גורם הוא להגדלת המאמצים בנקודות-מפסימום אלו. לפיכך יש לשקול בקפדנות את מציאותו של כל חריץ, מתוכנן או מקרי, כינון שהמאמצים, שהם תוצאה מפעולתו של החלק בו מצוי החריץ הם בדרך כלל הגבוהים ביותר על-פני השטח.



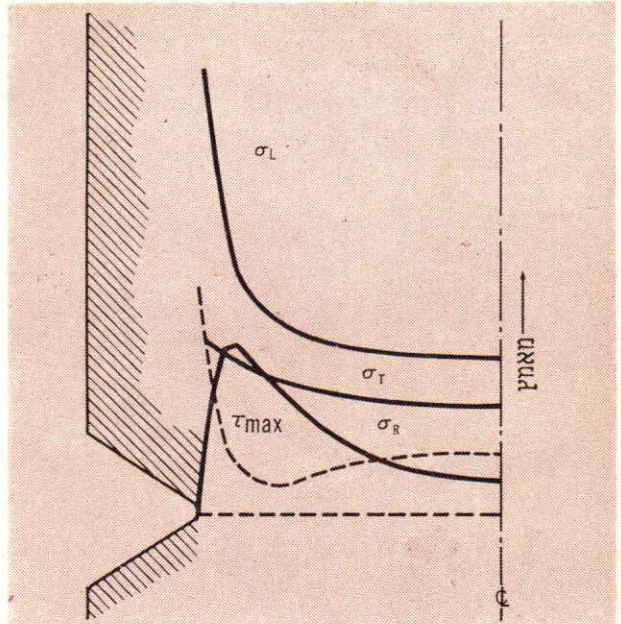
תמונה מס' 2: עד לחוזק משיכה של 14000 ק"ג סמ"ר, נשאר גבול ההתעייפות של פלדה, בערך כ-50% מחוזק המשיכה, ואז הוא מתיישר. נתונים אלה מייצגים בחינת דוגמאות חלקות.

כאשר מופיע על פני החלק מאמץ מכסימלי קובעות, בדרך-כלל, התכונות המכניות של פני השטח את ביצועי החלק. לתכונות בקרבת פני-השטח נודעת על-פירוב השיבות רק בעקיפין, על-ידי השפעתן על מאמצים שיריים ועל-ידי תמיכתן בפני השטח.

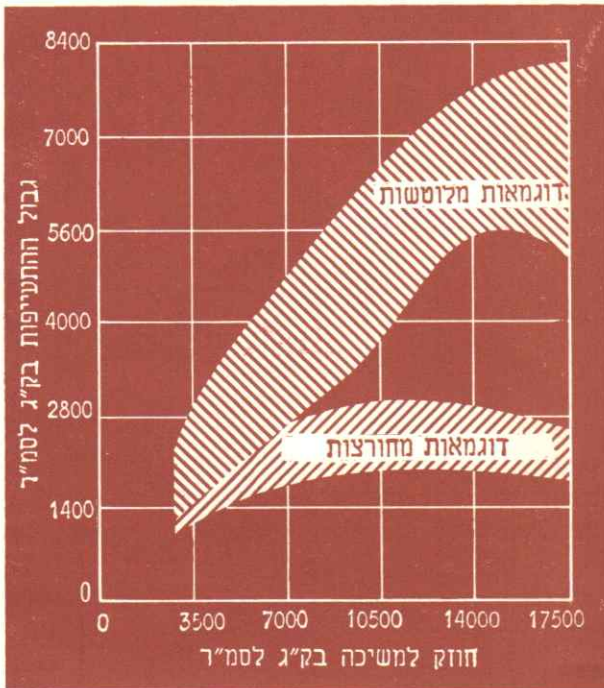
שיפוע (גרדינט) המאמצים ביחס לפני השטח תלוי בסוג העומס. בכל נקודה בשיפוע (גרדינט) זה, חייב החוזק להיות גבוה מן המאמץ הגורם לשבר.

ריכוזי מאמצים

כל החלקים והמרכיבים הם בעלי חריצים, בליטות, חורים, וסוגים אחרים של חוסר רציפות גיאומטרית, המרכזים ומגדילים מאמצים על פני השטח החיצוני. חלקים המעוב-דים בעיבוד שבבי, עלולים לספוג ריכוזי מאמצים חמורים מאוד, הנוצרים על-ידי קריעת השבב על-ידי הסכין. אפילו



תמונה מס' 3: בחלק מחרוץ משתנים המאמצים האורכיים האלסטונים והניצבים הרדיאלים באי קביעות, משטח הפנים אל המרכז. הקו המקווקו מראה שמאמץ הגזירה הוא די נמוך, קצת מעבר לחריץ.

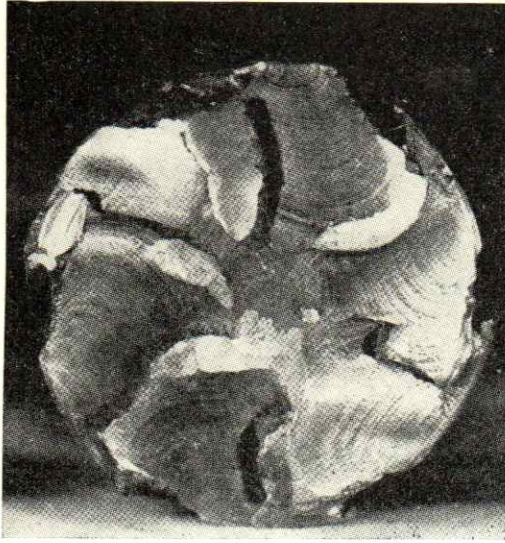


תמונה מס' 4: בדוגמאות מחורצות מאוד, מתיישרים גבולות ההתעייפות ב-1750 ק"ג סמ"ר עד 3100 ק"ג סמ"ר, ונופלים קצת בשעה שחוזקי המשיכה עולים מעל ל-12600 ק"ג.

מיד בסמוך לפינת החריץ יורד מאמץ-הגזירה המכסימלי לגודל נמוך מאוד, (תמונה מס' 3), ועל-כן כאשר מתחילה זרימה פלסטית בפינת החריץ מופיעה דרגה גבוהה יותר של תלת-מימדיות.

דבר זה נוצר עקב הגבלה טנגנציאלית ורדיאלית נוספת, שכן מיד בסמוך לפני שטח החריץ גדל היחס σ/τ , ועל-ידי-כך נוצרים תנאים להתנהגות פריכה.

תחת עומס קבוע, נכנעת המתכת המאומצת מאמץ גבוה באופן פלסטי בפינת החריץ או בשפת החור, ומעבירה את המאמץ הגבוה לחתכים אחרים עד אשר נוצר שבר. אולם כאשר מור פיעים התעייפות או עומסים נשנים, מאומץ רוב שטחה של המתכת מתחת לגבול האלסטיות ונכנע באופן מקומי בלבד, ובצורה חמורה פחות. כמו-כך עלולים עיוותים מצומצמים מאוד, בנקודה אחת לגרום להתחלת סדק, לפני שתשתנה מערכת המאמצים בכיוון הרפיית ריכוזם של המאמצים.



תמונה מס' 5: שברי התעיפות התחילו בשש נקודות, התפשטו למרכז עד שהציר נשבר.

עשויים חומרי-איכול לגלות נזק הנגרם על-ידי השחזה בלתי-נכונה.

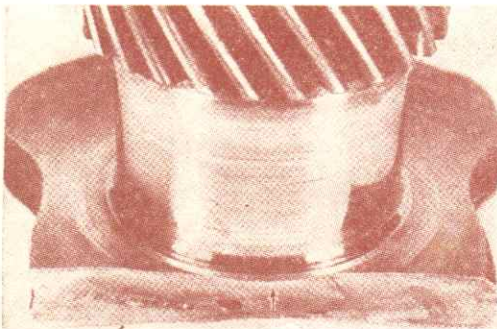
בצורה דומה עלולים חום שנגרם עקב הינצרות מקרית של קשת ריתוך, או רסיסי מתכת מותכת מתפר סמוך, לגרום נזק מטלורגי לחלקי פלדה. כן עשוי לגרום לכך חום הנפלט מריתוך מכונן המבוצע ברשלנות. השחזה גרועה עלולים להינצר מבנים קשים ושביירים, הקשיות עלולה להיות מוקד טנת וכן עלולים להפער סדקים. כל אלה גורמים לשבר מוקדם.

עבודה רבה הושקעה במטרה לחקור את השפעת הקורוזיה וגורמי-סביבה אחרים, על ההתעיפות. כידוע, עלולה הקורוזיה להקטין את חוזק המתכת להאיץ את התעיפות. אולם השפעתם של גורמים סבילים יחסית, כגון האויר, מובנת הרבה פחות. כמו כן מפתיעה השפעתם של נוזלים מסוימים על הורדתה, הגדלתה של התנגדות-מתכות לשבר התעיפות.

מאמצים שיריים

מאמצים שיריים הם אותם מאמצים הקיימים בחלק מתכת ללא קשר לכוחות חיצוניים. נבחן לדוגמה, תותב המוכנס בלחץ לתוך חלק מתכת אחר. עם השלמת ההרכבה, לוחצים

תמונה מס' 6: התעיפות כפיפה החלה בנקודה בה יצר כלי העבוד חריץ, מסומן בתוך מלאת.



חשוב במיוחד לבחון ריכוזי מאמצים לשם קביעת המידה בה עלולים הם לגרום לשברי-התעיפות. כאשר התעיפות מופיעה במקום של מאמצים נמוכים, מוזקים על-פירוב ריכוזי המאמצים יותר כינון שהכניעה מתרכזת הרבה יותר במקום אחד. (בתמונה 4 ניתן לראות ההשפעה של הריצים המורים בדגמי פלדה).

אולי ריכוז-המאמצים המובהק ביותר הוא שינוי פתאומי בצורתו של החתך. בתמונה (5) רואים בבירור שבר התעיפות מתקדם, אשר החל בשש נקודות בהן קיים היה ריכוז מאמצים מכסימלי שזה. חיספוס פני השטח עלול אף הוא לגרום לשוני רב במאמצים הקיימים בנקודות השונות.

בתמונה (6) רואים שברי-התעיפות בכפיפה, אשר החל ברי-כזו מאמצים שנגרם על-ידי חריץ ממכשיר חד. חוסר הומו-גניות, כגון זה הנגרם על-ידי בועות קטנות וזיהומים אל-מתכתיים, פועל אף הוא כמגדיל מאמצים בשטחים המאומצים באופן קריטי, ומקטין את החוזק בצורה חמורה. (תמונה 7) מראה שן של גלגל שיניים בו פעל פגם-חישול כמגדיל-מאמצים בנקודת-ההתחלה של השבר.

מקטיני מאמצים

בנוסף לריכוזי-מאמצים גיאומטריים המחלישים את חוזק המתכת עשויים אף תנאים מטלורגיים מסוימים להביא לתור-צאה זו. בפלדה כוללים תנאים אלה ירידה מקומית של אחוז הפחמן, שריפת המתכת כתוצאה מהשחזה, חימום מקרי כתר-צאה מריתוך, ורסיסי מתכת מותכת, אף הם כתוצאה מריתוך. ירידת אחוז הפחמן בפני השטח של חלקי פלדה קורה כאשר מחוממת הפלדה באויר או בסביבה כימית המסייעת לתופעה זו. התוצאות מתקיימות עד אשר מעובדים המקומות הנגועים עיבוד שבבי. כל ירידה, ולו קטנה, של כמות הפחמן, מורידה, בדרך כלל, את החוזק וגורמת להתעיפות (כפי שנתגלה בניסויי כפיפה דו-כיווניים). על כל פנים, תופעות אחדות מוכיחות, כי ירידת אחוז הפחמן אינה מקטינה את אורך-החיים עד להתעיפות בכפיפה דו-כיוונית בעומסים גבוהים. בחלק פלדה נתון, יוצר חיסום חלקי הקשיה שאינה מושלמת, אשר כתוצאה ממנה מתקבל מבנה קריסטלוגרפי בלתי-אחיד. שטחים בעלי קשיות נמוכה יותר חלשים יותר מאשר שטחים בעלי קשיות גבוהה. סוגים רבים של נזק הנגרם עקב תנאים מטלורגיים עלולים להקטין את חוזק המתכת. (תמונה 8). למשל, מראה כיצד משפיע חימום חמור יותר על חישולי מתכת. הסרן שבתמונה נשרף, ביצרו מבנה בעל גרעינים גסים אשר גבולותיהם חלשים, כתוצאה מתקבלת מתכת חלשה. הסרן נשבר, על-כן, כאשר נמתח תוך עיבוד טרמי. בנוסף, נראה בתמונה חלק מתכת אשר ניווק בצורה דומה ונשבר תוך-ידי יישור. שים לב לגרעינים הגסים ולגונה הכהה של התחלת השבר.

פלדה מוקשית עלולה להינזק באופן חמור על-ידי השחזה בלתי-נכונה. במקרה זה גורם חום גבוה מדי למאמצים שיריים מוזקים ולהורדת החוזק על-ידי הרפיה. במקרים מסוימים, עלולים שטחים חיצוניים להפוך למרטנזיט, שהוא מבנה קשה ושביר ביותר ועלול, על-כן, להיסדק בקלות (תמונה מס' 9). שריפת מתכת על-ידי השחזה ניתנת לגילוי על-ידי תהליכים מיוחדים של איכול כימי. (תמונה 10) מראה כיצד

לאחר זרימה פלסטית, מתאימים המאמצים השוויים את עצמם בשעת תהליך הזרימה, ועל כן נודעת להם השפעה על החוזק הסופי. בהתעייפות או בשימושים הכרוכים במאמצים מחזוריים, פועלים המאמצים השוויים בעומס מוקדם. במקרים אלה הם מגדילים או מקטינים, בהתאם לכיוונם, את המאמץ הממוצע.

בדרך כלל מסייעים מאמצים שוויים כאשר הם מנוגדים לעומס המופעל על החלק, ובפרט בסמוך לגבול ההתעייפות. תוצאה זו בולטת פתוח במאמצים גבוהים, כיון שבמקרה זה עשויה להיערך חלוקה מחדש של המאמצים. תהליכי הטיפול התרמי היוצרים בדרך-כלל מאמצים שוויים של לחץ בפני השטח, הם: חיסום פני השטח, צמנטציה וניטרציה. תהליכים מכניים אחדים כגון התזה בכדוריות פלדה, ערגול בקור, משיכה בקור דרך טבע, טירוד וליטוש, יוצרים תוצאה דומה. רוב רובם של תהליכי הייצור האחרים גורמים למאמצים שוויים מזיקים בפני השטח. בין העיקריים שבהם נמנים: השחזה, טיפול תרמי פגום, יישור וריתוך. מאמצים שוויים של מתיחה במקביל לפני השטח, מורידים, בדרך כלל, את החוזק להתעייפות כיון שהם מתווספים למאמצי-העומס החיצוני ומקדמים, על-כן, הינצרות שבר.

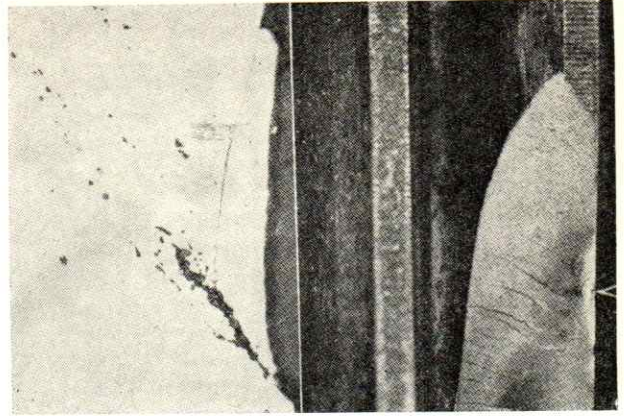
טיפול תרמי יוצר מאמצים שוויים גבוהים אף-על-פי שמאמציים שהם תוצאה של טיפול תרמי מעולה הם בדרך-כלל בעלי השפעה חיובית, משפיעים גורמים רבים (כגון: החומר, עומק החיסום וקצבו) על אופיים של המאמצים הנוצרים. במיוחד מזיקים המאמצים השוויים הגבוהים של מתיחתם בפני-השטח של חלקי-מתכת מצומנטיים, בעלי קשיות-גרעין גבוהה, חדירת חיסום גבוהה או שניהם גם יחד.

מאמצים שוויים של מתיחה הנגרמים עקב ריתוך, עלולים אף הם להיות גבוהים ביותר. הללו נוצרים כאשר חומר הרתך מתכווץ בזמן הקירור מטמפרטורת-הריתוך הגבוהה. התכווצות בלתי-אחידה עלולה ליצור מאמצים שוויים, ובפרט במבנים קשיחים ומסובכים. דבר זה גורם לדפינה תלת-מימדית, והפגמים הקיימים בחומר עלולים לגרום להתחלת הינצרותו של שבר פנימי בחומרים מסוימים.

כדוגמה בולטת למאמצים מזיקים, אפשר להציג מקרה בו התפוצצה בצורה פתאומית קורת פלדה באורך 13 מ' בלא שהופעל עליה עומס. הקורה היתה מונחת על רצפת בית-המלאכה יום אחד לאחר שנחתכו קצוותיה בלהבה. סיבת השבר יוחסה למאמצים שוויים גבוהים, מתהליך הערגול. התפוצצותה של הקורה אירעה לאחר ששונתה המערכת המסובכת של המאמצים על-ידי חימומה בלהבה.

טמפרטורה

בשימושים הכרוכים בעומס מסוג אחד, נוטה חימום המתכת מעל לטמפרטורת החדר, להקטין את חוזק הכניעה, את חוזק המתיחה ואת הקשיות ולהגדיל, בהתאם, את הרקיעות. שבר הנוצר כתוצאה מטמפרטורה גבוהה מיוחס, בדרך כלל, לזחילי לה, תופעה בה קשורה הדפורמציה הפלסטית בזמן. תופעה זו איננה תדירה בשימושים אוטומוטיביים. השפעתה של הטמפרטורה הנמוכה חשובה יותר כאשר בוחנים חלקי פלדה המועמסים בעומס יחיד. כללית, מגדילה



תמונה מס' 7: השבר בשן של גלגל שיניים זה, החל בפגם החישול הנראה בתמונה משמאל מוגדל $\times 150$.

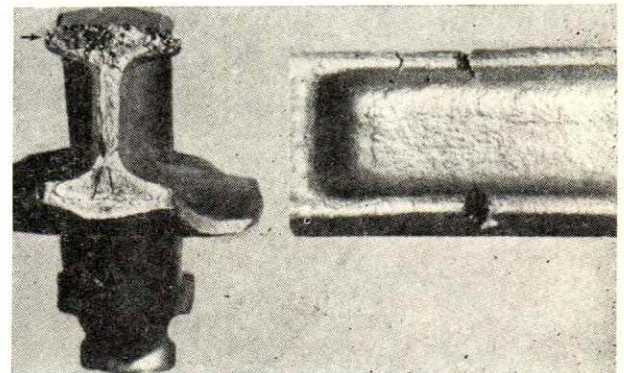
הבדלי-המידות בין החלקים, החיוניים להתאמה נאותה של התותב במקומו את התותב, ומותחים ומרחיבים את חלק המתכת שלתוכו הוכנס, על-כן ההרכבה היא גוף הומוגני, והיא כוללת מאמצים שוויים. המאמצים ההיקפיים בחלק המתכת לתוכו הוכנס התותב הם מאמצי-מתיחה, בעוד שברתותב הם מאמצי לחיצה, כולל המאמצים שבכיוון הרדיאלי. (אפשר להתעלם ממאמצי-אורך). בחלקי-מתכת, המאמצים השוויים הם, בדרך-כלל, מסובכים ביותר, וכרוכים במאמצים תלת-מימדיים.

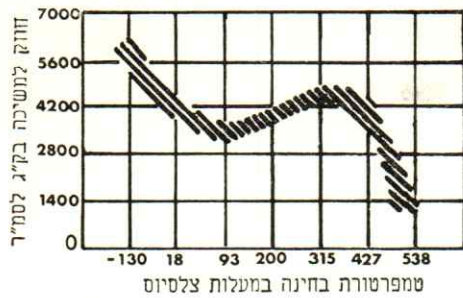
כמעט כל פעולת ייצור משפיעה על מערכת המאמצים השוויים בצורה אחרת. משיכה, טירוד, יישור, כפיפה, ליטוש ערגול, כל אלה יוצרים מאמצים שוויים על-ידי דפורמציה פלאסטית.

הטיפולים התרמיים הגורמים למאמצים שוויים כוללים ריתוך, חיתוך בלהבה, הטבות שונות, וכן פיהמון וזירחון. טיפול תרמי עשוי לגרום למאמצים שוויים על-ידי שינוי במבנה הקריסטלוגרפי של חלק המתכת, המתבטא בשינוי נפח.

יצוין, כי מאמצים שוויים עשויים להביא ברכה אם צורתם מועילה. לדוגמה, בשימוש הכרוך בהפעלת עומס מסוג אחד בלבד, עשויים מאמצים שוויים להיות מוכנסים ומחוזרים חיבור אלגברי למאמצים הנוצרים עקב העומס. אם בא השבר

תמונה מס' 8: חימום יתר על המידה, או שריפת המתכת כתוצאה מהשחזה לא נכונה, גורם לחספוס גרעיני המתכת, מחלישם, ובאופן כללי מחליש את המוצר המיוצר ממתכת פגומה זו (החלק מימין נשבר כתוצאה ממתחה, החלק השני ביישור).





תמונה מס' 11: גבול ההתעייפות של פלדת AISI 1060, משתנה יחד עם טמפרטורת הבחינה. פלדות פחמן רבות וכמה סוגי פלדות מסוג גות, מראות שינוי זה בגבול ההתעייפות עד ל-315°C.

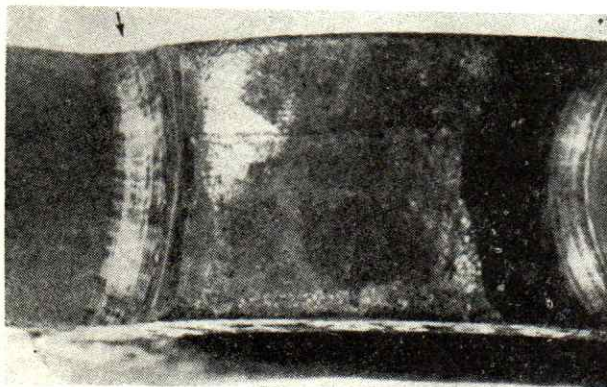
מוזכרת לעיתים קרובות בדיווחים על הניסויים. על כל פנים, כאשר קצב ההעמסה איטי ביותר, נופל החווק הנמדד במתכות רקיעות במהירות, ואולם פלדות חזקות יותר משתנות אך במעט. בהעמסות מהירות, החווק המתקבל גבוה במקצת.

ככל שמתקרב קצה ההעמסה לגודל הנחשב כהעמסת אימפקט כן גדלה השפעתו על היחס בין הגזירה לכוחות הקוהזיה, וזאת — עקב התלות בזמן הזרימה. בגלל סיבה זו עלולות העמסות מהירות מאוד לגרום שבר פריד. בהעמסות התעייפות אין השפעת מהירות הבחינה ניכרת לפני שמושגת מהירות של כ-10,000 מחזורים לדקה. במהירויות גבוהות יותר עולים כנראה גבולות התעייפות. על כל פנים, למטרות תכנון ניתן להתעלם מהשפעת המהירות. מרבית המכונות המסתובבות אינן מגיעות לגבול של 10,000 הסל"ד. ברור, כמובן, שאם גדלים המאמץ והמהירות עד כדי כך שהטמפרטורה הכרוכה בהם עולה מעלה, תושפעה תכונות ההתעייפות בהתאם.

הרכב והמבנה הקריסטלוגרפי

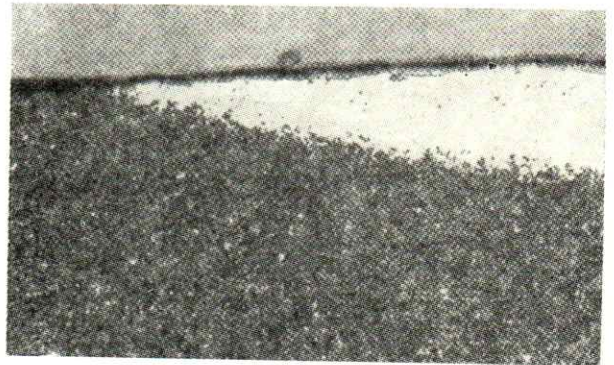
בדרך כלל, נחשבת פלדה אשר עברה טיפול במטרה להשיג מבנה מרטנזיטי מורפה, לבעלת התכונות המכניות המעולות ביותר. אחת הפעולות הראשיות של מתכות המוספות לפלדת מבנה, היא לעזור להשגת מבנים מרטנזיטיים מסוג זה. באופן כללי ככל שעולה טמפרטורת ההרפיה של המבנה מרטנזיטי כן גוברים הרקיעות וחוסר הרגישות לסדק. אולם הקשיות, החווק וטמפרטורת המעבר יורדים עם עליית טמפרטורת ההרפיה.

תמונה מס' 10: שטחים פגומים כתוצאה מהשחתת יתר אפשר להוציא בטכניקות החריטה החדישות.



הורדת הטמפרטורה את חווק הכניעה, את חווק המתיחה ואת הקשיות, ובה בעת מורידה את הרקיעות. כינון שתוך כדי הורדת הטמפרטורה גדל חווק הכניעה מהר יותר מאשר כוחות הקוהזיה, תקטין הורדת הטמפרטורה של חלקים מועמד סים את היחס בין כוחות הקוהזיה לחווק הזרימה, עד לנקודת שיוון. או אז נשבר החלק בשבר פריד, המאופיין על-ידי אנרגיה נמוכה ודפורמציה קטנה.

על תופעה זו מבססים אנו את המושג של טמפרטורת המעבר. ככל שיוורת הטמפרטורה של דגם של פלדה פחמנית בינונית או פלדה העניה בפחמן (או כל חומר אחר בעל מבנה של קוביה מלאת-מרכז), מתקרבת המתכת לנקודה בה משתנה המנגנון הבסיסי של שבר מגזירה, המותנית באנרגיה גבוהה, לסדיקה, הכרוכה באנרגיה נמוכה. בטמפרטורה של פעולה רגילה (בדרך כלל לא למטה מ-51°C-) לא יקרה מעבר זה בחלקי פלדה ללא מציאותם של סדק או של פגם מסוג אחר. חלקים מפלדות עשירות-פחמן פריכים יותר, ועל-כן יש לתכננם בהתאם.



תמונה מס' 9: השחתת יתר עלולה לחמם את שטחי הפנים בפלדה, במידה מספקת כדי להפוך אזורים מסוימים למרטנזיט פריד וקשה.

שבר פתאומי של חלק על-ידי הפעלת עומס יחיד נמוך, עלול לקרות בהסתברות גבוהה יותר במבנים גדולים המחוברים בריתוך, וזאת — מסיבות הגבלת חופש-התנועה של החלק, השפעת הגודל, וכן נוכחותם של סדקים מטלורגיים הנוצרים כתוצאה בריתוך, כמוסבר לעיל.

למבנים מסוג זה רצוי להשתמש בנתכים בעלי טמפרטורת מעבר (הנמדדות בדרך מתאימה) הנמוכה מטמפרטורת התפעול הצפויה. יש למנוע שבר פריד במאמצים המתוכננים אל מתחת לחווק הכניעה של החומר.

בטמפרטורות נמוכות התנהגות המתכת בכיוון להתעייפות היא מדאיגה, בדרך-כלל, פחות, שכן חווק-ההתעייפות גבוה יותר מאשר בטמפרטורת החדר. מעל לטמפרטורת החדר, יורד בדרך כלל חווק ההתעייפות ככל שעולה הטמפרטורה. פלדות פחמניות פשוטות רבות וכן נתכים מסוימים מראים את היפוכה של תופעה זו עד ל-320°C בערך, כפי שנראה בתמונה (11).

קצב ההעמסה

בניסויי-מתיחה מקובלים נודעת לקצב ההעמסה השפעה קטנה בלבד על התוצאות, וזאת — למרות העובדה שמהירות הניסוי

קביעת צורה מחזורית בטיפול התרמי ועל-ידי כך גם קביעת המאמצים השיוריים הכרוכים בה. על הרכב הפלדה להיקבע כך, שמחד-גיסא לא ייסדק חלק המתכת, ומאידך גיסא — יחוסם בשלמות.

הגורם החשוב ביותר בקביעת חוזקן של פלדות הנתונות לטיפול תרמי הוא גודלם של הקרבידים, צורתם ופיזורם. פלדות העשויות והמחוסמות למרטנויט והמורפות ל-200—400 ברניל הן בעלות חוזק סטטי וחוזק-התעייפות שאינם תלויים בהרכב הכימי. במידות-קשיות דומות, ההבדלים בין סוגי הפלדות השונים אינם גדולים מאשר אלה שבין מנות-תנור שונות של אותה פלדה. מעל לקשיות הנזכרת יש להביא בחשבון גם גורמים אחרים, כגון מאמצים שיוריים.

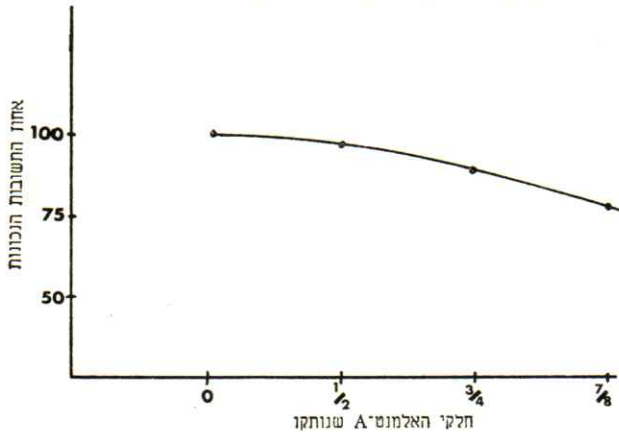
ברזל-ציקה אפור שונה בהתנהגות ההתעייפות שלו מן הפלדות בעובדה שרגישותו לסדק נמוכה ביותר. התנהגות זאת מוסברת בכך, שפתיחי הגרפית פועלים בתוך המתכת כסדקים פנימיים. כך, כאשר צורת הגרפית כדורית (כמו, למשל, בברזל ציקה חשיל) הרגישות להתעייפות ולסדק דומה לזו שבפלדה.

השפעת ההרכב והמבנה הקריסטלוגרפי על צורת השבר, משקפת את השפעתם על טמפרטורת המעבר. צורת השבר מתחת לטמפרטורת המעבר היא עפי"ר של סדיקה, ואילו מעל לטמפרטורה זו מכריעים שברי-גזירה. טמפרטורת המעבר של פלדות פרליטיות (מעורגלות בחום או אחרי נורמליזציה) מבוקרות על-ידי הרכבן הכימי וגודל גרעיני הפריט. לשם הבטחת תכונות טובות בטמפרטורות נמוכות רצוי להשיג תמש ביסודות מסוימים שהם בעלי מבנה גרעיני עדין, כגון מנגן ורדיום. לעומת זאת, פחמן, זרחן ויסודות אחרים הם בעלי השפעה מזיקה. פלדות פרליטיות בהן יחס המנגן לפחמן הוא 1:5 או למעלה מזה, נוטות להתנגד לשבר פריך במאמצים נמוכים. טמפרטורת המעבר של מבנים מרטנויטים מורפים יורדת עם הוספת ניקל ומוליבדן ועולה עם הוספת פחמן, מנגן וכרום.

כאמור, תכונות התעייפותה של פלדה מושפעות יותר מחוזק המשיכה ומן הקשיות מאשר מן ההרכב הכימי. עם זאת עלולה להיות להרכב הכימי השפעה עקיפה על ההתעייפות, על-ידי

מערכות נורו-אלקטרוניות

פי"ם" מסוג זה מתאפשרת, כמסתבר, כאשר קיימים קשרים אקראיים בין הרצפטורים והניירונים.



ציור מס' 10: תוצאה של נסיון שנעשה בפעולת הפרספטרון כאשר חלק מהאלמנטים A, נותקו בהכונה.

ידוע כי המוח מסוגל לשמור או ל"קומם" מחדש חלק גדול מהפונקציות שלו כאשר הוא נתון להשפעות מזיקות כתוצאה ממחלות או מזעזועים אחרים. לתופעת יציבות פעולתו של הפרספטרון — משחלים קלקולים במבנהו — מצויה הקבלה מסוימת בתכונה דומה של המוח. (ראה ציור 10).

אין להסיק מן הדוגמאות שהובאו לעיל את המסקנה כי האלגוריתמים של המוח ושל הפרספטרון זהים. שכן, אף שכיום מהווה הפרספטרון את הדגם הנאמן ביותר למבנה המוח, אנו רואים מכל הנאמר עד כמה מורכבת חייבת להיות כל מכונה המתיימרת להידמות, ולו בתחום צר ופרימיטיבי מאוד, למערכת הראייה של החי. האם ניתן לרתום את הטבע לעזרתנו? על כך — במאמר הבא.

[המשך מעמוד 14]

פטרון דורש, במהלך הלמידה, לזכור את האובייקטים המוצגים לו, או לברור בשעת אבחון בין כל הדוגמאות ה"מוכרות" לו מקודם. בכך קיימת הקבלה מסוימת לפעולת המוח, אשר אינו בונה את תיאורו לדוגמה מסוימת על-ידי זכירת האור בייקטים הנפרדים, ומכיר אובייקטים חדשים מבלי לבצע פעולת השוואה לגבי אותם אובייקטים אשר פגש בהם בעבר. יתר-על-כן, למבנה הפרספטרון קיום משותפים אחדים עם מבנה מערכת העצבים העליונה: הרצפטורים של הפרספטרון, כפרט, מהווים אנלוגיה קרובה למדי לרצפטורים של מערכת הראייה ולא למנטים A יש קרבה מסוימת לניירונים. ידוע, כי אחת מתכונות הניירונים היא להתעורר אם עצמת האותות המתקבלים על-ידם מן הרצפטורים (או מניירונים אחרים) הקשורים אליהם עולה על ערך-סף מסוים.

תכונתו של הפרספטרון לאפשר קשר אקראי בין הרצפטורים לאלמנטים A היא, כפי הנראה אף תכונתו של מבנה-המוח. מאידך גיסא, ודאי, שלקשר בין הניירונים של המוח, יש ברוב המקרים, אופי אקראי, כלומר: הם משתנים בצורה מקרית אצל בעלי-חיים שונים בעלי צורה ביולוגית דומה. אם נניח הנחה הפוכה, כלומר, שכל הקשרים בין הניירונים של המוח הינם קבועים במדויק ואחידים אצל כל בעלי-חיים מאותו סוג, וששינוי קשרים אלה עלול לגרום אחריו פגם רציני בעבודת המוח — נצטרך להניח עם זאת, כי על הסיימנים לקיום כל הקשרים הללו להימסר בירושה. וכיון שמספר הניירונים של המוח מגיע למיליארדים, גוררת אחריה הנחה כזאת צורך באינפורמציה גנטית בהיקף עצום.

על-אף זאת ניתן לראות עד כמה טבעי, מבחינה ביולוגית, הוא מושג ה"אוסף הקומפקטי" שכן הלמידה להבחין ב"אוסף"



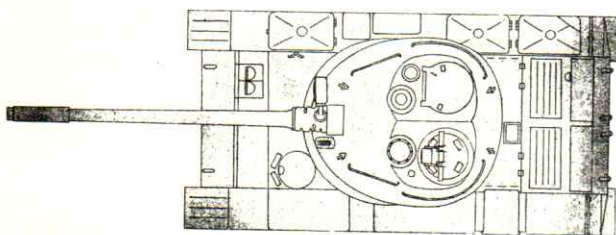
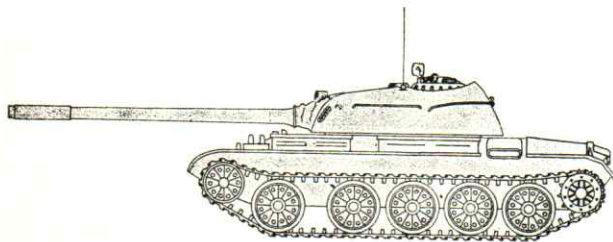
מן הראוי, לדעתנו, להביא לידיעת הקוראים את הידיעות
החדישות ביותר אודות טנק סוביטי זה, אשר הופיעו בחו-
ברת „חייל וטכניקה“ (9/1966). החומר המובא להלן מעניין
ביותר, ועל-כן החלטנו להגישו כבר בשלב זה, אף-כי בצורה
תמציתית בלבד.

רוחב הטנק, מ-327 ב-T-54 ל-337 ס"מ ב-T-62. רוחב הזחל
נשאר כשהיה, אך אורך שטח מגע הזחל בקרקע מגיע ל-403
ס"מ. נפחו של תא-המנוע לא גדל, כנראה, אולם הרחבת
התובה עשויה היתה לאפשר הגדלה בתכולת מיכל הדלק.
כיון שהגדלת נפח התובה גורמת להגדלתה במשקל ב-2 טון
לערך (אם אכן נשאר עובי השריון כב-T-54), אך יש להניח
כי עובי השריון הופחת, כדי שלא לפגוע בהספק הסגולי של
הטנק (כ"ס/לטון).

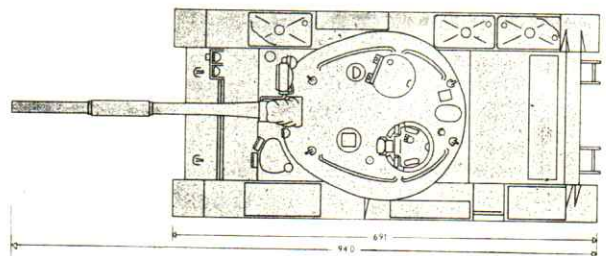
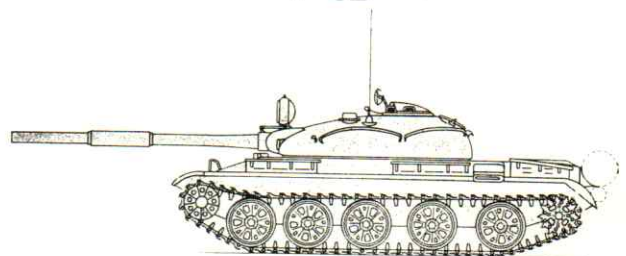
הפרטים הידועים על התותח ותחמושתו בטנק החדש מועטים
ביותר, אך השיפור הניכר ביותר בטנק זה הוא בתותח. ויש

תובת הטנק T-62 ארוכה ב-90 ס"מ מתובת ה-T-54/55. הסיבה לכך נעוצה, כנראה, בהגדלת קליבר-התותח, אשר
הייתה הגדלת נפח המקום המיועד לאחסון תחמושת. מרכז
הצריח הוזה ב-40 ס"מ לאחור, וכתוצאה נחסך מקום בחלקה
הקדמי של התובה. מניחים כי לנפח נוסף זה הוכנסה מערכת-
אורור למקרים של לוחמה אטומית. הזזת מרכז-הצריח לאחור
חייבה גם תצורה חדשה של הצריח עצמו. מן הציורים נראה
כי הצריח קיבל צורה עגולה לגמרי, פרט לחלקו הקדמי בו
נמצא מגן-תותח פנימי אשר בו מורכב תותח בעל קליבר של
115 מ"מ. קוטר הצריח הוגדל ב-10 ס"מ, דבר שהגדיל גם את

T-54/55



T-62



יעילותו של התותח בשתי דרכים:
 — שיפור דיוק הפגיעה של פגזים בעלי מטען חלול.
 — שיפור כושר החדירה של קלעים ושיפור פעולתם היעיל.

להניח כי הוא בעל יעילות גבוהה יותר מקודמו שב-T-54, אם
 אכן הצדיק הכנסת שינויים כה רציניים בטנק.
 בהתאם לאמצעים הטכניים המצויים כיום ניתן להגדיל את

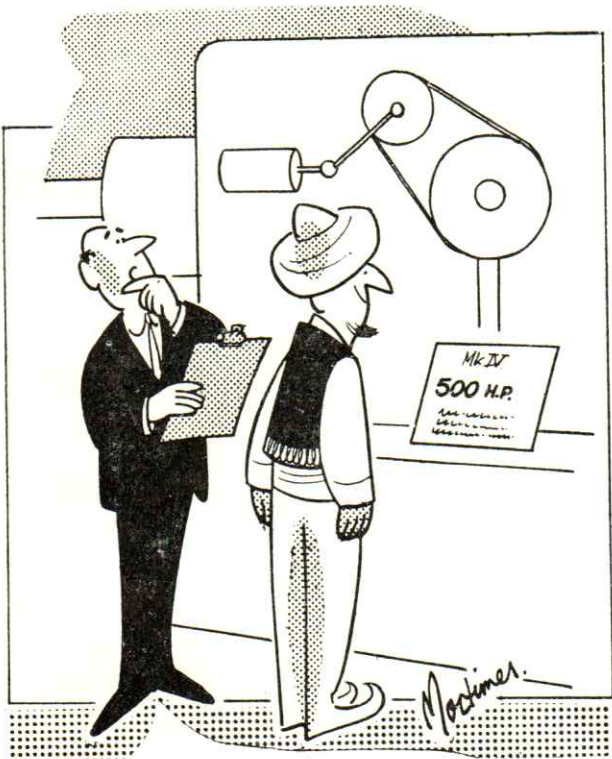
טבלת השוואה

T 54	T 62	מידות	T 54	T 62	מידות
54	54	אורך בקליברים:	900	940	אורך (קנה לפניים)
10.2	12	קליע חודר-שריון: משקל (ק"ג)	600	691	אורך (ללא קנה)
1200	1400	מהירות לוע (מ' לשניה)	327	337	רוחב
180	200	כושר חדירה (מ"מ): 500 מ'			גובה:
160	180	1000 מ'			(גג הצריח)
140	160	1500 מ'	225	225	(זרקור)
120	140	2000 מ'	260	260	גובה קנה:
100	120	2500 מ'	125	125	מרווח קרקע
16	12	פגז (מטען חלול): משקל (ק"ג)	42	43	אורך שטח מגע החזל בקרקע
900	1400	מהירות לוע (מ' לשניה)	375	403	רוחב עקבה
155	400	500 מ'	269	279	כוח-אש (הערכה בלבד)
135	400	1000 מ'			כמות הפגזים
117	400	1500 מ'	43	45	קליבר:
100	400	2000 מ'	100	115	
84	400	2500 מ'			

הומור וטכניקה ...



X... IX... VIII... VII... VI... V...!



...למען האמת קשה לי להחליט אם נגמר לנו הדלק או שהשעה עכשיו שש ושלושים.

...תן לי רגע לחשב... ובכן זה יוצא כ־70 כוחות פיל!



רענו ידיעותיך!

המחונים חלק ב'

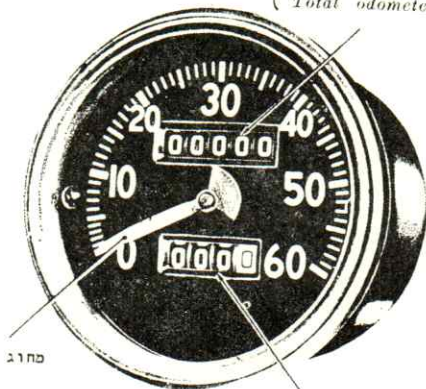
ננים המגנטיים כולם מאותם חלקים יסודיים ופועלים לפי עקרונות זהים.

הוראת המהירות (ציור 10) החלק, המורה על המהירות במחנן הסיבובים המגנטיים, פועל לפי עקרון המגנטיות ומכיל מגנט קבוע מסתובב (המונע על-ידי הגל הכפוף). סביב מגנט קבוע זה נמצא לוח שדה נייד (במספר מחננים יש לוח שדה מס-תובב). בין המגנט ובין לוח השדה נמצא מכסה הניתן להסרה ואליו מחובר המחנן. כשהמגנט מסתובב בתוך המכסה, הוא יוצר שדה מגנטי מסתובב, המפעיל משיכה או דחיפה מגנטית על מכסה ומסובב אותו יחד אתו. תנועת המכסה מתאחרת ומתייצבת על-ידי קפיץ מחזורי, המחובר למכסה. המכסה מפ-סיק לנוע בנקודה, בה המשיכה המגנטית מתאזנת עם כוח ההאטה, הנוצר על-ידי הקפיץ המחזורי. הקפיץ מחזורי את המחוג לאפס כאשר כלי הרכב, או המנוע נעצרים. אין כל קשר מכני בין המגנט המסתובב ובין המכסה; יש ביניהם חיץ קטן של אויר. ככל שמהירות סיבובי המגנט גדלה בגלל תאוצת כלי הרכב (או כמו במחנן הסיבובים, בגלל הגדלת מהירות המנוע), כן גדלה הדחיפה המגנטית סביב המכסה. דבר זה מתבטא בציון מהירות גדולה יותר על-ידי המחנן.

מחוני המהירות והסיבובים

כללי — מחנן המהירות (ציור 6) מורה על מהירות נסיעת כלי הרכב במיל/שעה או ק"מ/שעה, ובאמצעות מונה הרוחק הקבוע בו את המרחק שכלי הרכב עבר. מחנן המהירות מונע על-ידי גל כפוף, המחובר למערכת שיננים בממסרת ההילור-ים (ציור 7). שיננים אלה נתכנים בנפרד לכל דגם של כלי-רכב תוך התחשבות במידות הצמיגים וביחס התמסורת של הסרן האחורי, המיוהדים לאותו כלי-רכב.

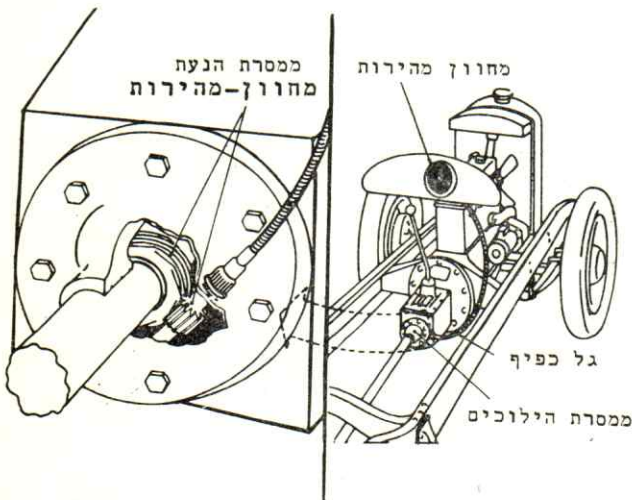
מונה רוחק (Total odometer)



מחוג מהירות

מונה רוחק שלבי (trip odometer)

ציור מס' 6: מחנן המהירות.



ציור מס' 7: פעולת מנגנון מחנן המהירות.

הגל הכפוף המחבר את השינן, המונע אל מחנן-המהירות, מתואר בציור 8.

מחנן הסיבובים — מחנן הסיבובים המגנטי (ציור 9) מורה על מספר סיבובי המנוע לדקה. המחנן דומה למחנן המהירות אך שונה ממנו בלוח הספרות שלו. מחנן הסיבובים מונע על-ידי גל כפוף המחובר לגל הדינמו, לגל הפיקות או לגל המפלג באמצעות מפרק או מתאם. לעתים קרובות קבוע מונה רוחק (Odometer) בתוך מחנן הסיבובים כדי לאפשר רישום המספר הכולל של הסיבובים.

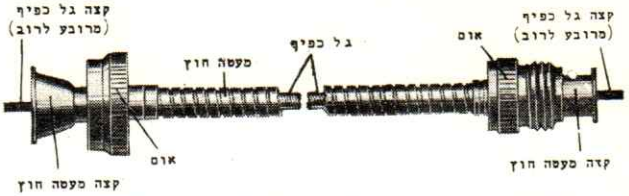
פעולת מחנן המהירות ומחנן הסיבובים — למרות היותם שר-נים במבנה ובצורה — מורכבים החלקים הפנימיים של המח-

במנגנון החזרה מכני, כך שאת הערך שעל המונה אפשר לכוון ל"אפס" בכל-עת.

מחונן-לחץ השמן

כללי — מחנן-לחץ השמן מורה על לחץ השמן השורר במערכת סיכת המנוע. המחנן קבוע, בדרך כלל, על לוח-המחננים ומורה על לחץ של ק"ג/סמ"ר או פאונד/אינץ' מרובע.

פעולה — רוב מחנני-לחץ השמן מופעלים על-ידי לחץ האויר, השורר מעל צינור נחושת דק, המחבר את המחנן אל מערכת השמן. לחץ האויר שבצינור מוחזק על-ידי לחץ השמן אשר במערכת השמן. פעולת המחנן עצמו מבוסס על השימוש בצינור "בורדון". צינור "בורדון" הוא צינור מתכת דמוי קשת ובעל חתך אליפטי, שקצהו האחד חתום וקצהו האחר פתוח. הקצה הפתוח מחובר למערכת הלחץ. כאשר לחץ הנוזל או הגז עולה בתוך הצינור, נוטה הצינור להתיישר. כאשר הלחץ קטן, חוזר הצינור למצבו הקשתי המקורי. קצהו הפתוח של הצינור קבוע, ואילו קצהו החתום נע באופן חופשי תנועת "ההתיישרות" של הצינור, מזיזה את המחוג על גבי לוח-הספרות. כאשר הלחץ יורד וצינור ה"בורדון" חוזר למצבו המקורי קפיץ פשוט, מחזירים שינן והתקן-מנוף את המחוג.

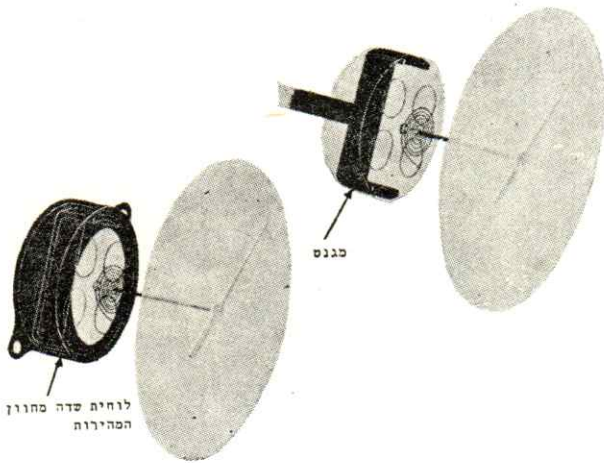


ציור מס' 8: גל כפיף למחנן-סיבובים ולמחנן מהירות.

השדה המגנטי קבוע ומידת הסטייה של המכסה, היא תמיד יחסית למהירות בה מסתובב המגנט.

פעולת מונה הרוחק (Odometer)

מונה-רוחק כולל (ציור 11) — מונה רוחק כולל מופעל באמצע עות מערכת שיננים, המונעים על-ידי שינן לוליני שעל גל המגנט. שינן זה, הנקרא "שינן ראשון" מניע שינני-ביניים הנקראים "שינן שני" ו"שינן שלישי" וזה מחובר ל"שינן הרביעי" במונה הרוחק. השינן הרביעי מסובב את מונה הרוחק באמצעות סבבות כוכבניות שבתוך גלגלי הספרות. המונה כולל בדרך כלל 6 גלגלי ספרות (גלגל ראשון עשיריות, שני יחידות, שלישי עשרות וכן הלאה), והם בנויים כך שכאשר אחד הגלגלים משלים סיבוב שלם, הוא מסובב את הגלגל שמשמאלו בעשירית הסיבוב. הדגמים של מוני הרוחק מורים עד ל-99,999 ק"מ (או מיל). הם חוזרים לאפס אחרי השלמת ה-99,999 ק"מ (או מיל) באופן אוטומטי והספירה מתחילה מ-1. מונה-רוחק שלבי (trip-odometer) (ציור 11) — גם מונה-רוחק זה מונע על-ידי השינן השלישי ועל-ידי שינן נוסף הנמצא במחנן (ציור 11). למונה הרוחק השלבי יש בדרך כלל 4 גלגלי ספרות (הראשון מציין עשיריות, השני יחידות, השלישי עשרות והרביעי מאות). הוא בנוי כך שכאשר אחד הגלגלים משלים סיבוב שלם, הוא מסובב את הגלגל שלשמאלו בעשירית הסיבוב. גלגל הספרות הימני הקיצוני מורה על עשיריות הק"מ (או המיל). רוב הדגמים מורים עד ל-999.9 ק"מ (או מיל). הם חוזרים לאפס אחרי השלמת ה-999.9 ק"מ (או מיל) באופן אוטומטי, והספירה מתחילה מ-1. הם מצוידים



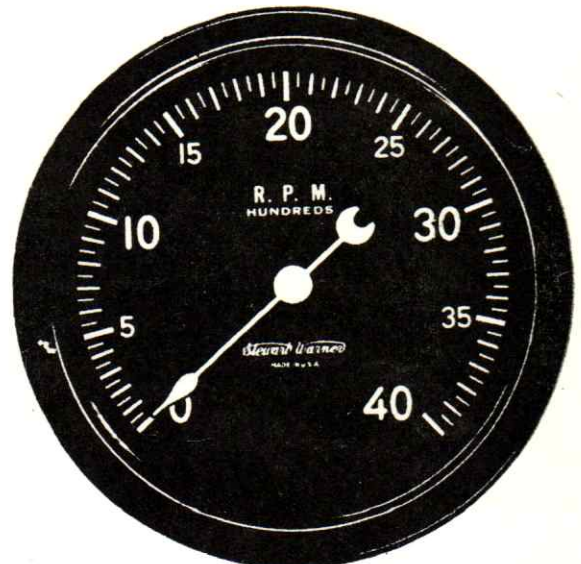
ציור מס' 10: חלקו היסודיים של מורה המהירות במחנן המהירות (תיאור שקוף)

מחונן החום

מחנן החום קבוע על לוח המחננים ומורה על טמפרטורת נוזל הקירור בחלוק המים של המנוע. המחנן מופעל על-ידי חשמל, או לפי עקרון צינור "בורדון".

צינור "בורדון" — אם מחנן החום פועל לפי עקרון צינור "בורדון", המתואר לעיל, מועבר הלחץ במיכל קטן, המורג לחלוק המים של המנוע. חום המים משפיע על הנוזל שבמיכל. הנוזל מתאדה בטמפרטורה נמוכה מאד, והאדים זורמים דרך צינור נימי (צינור דק מאוד), המחבר את המיכל הקטן למחנן המים. עם עליית החום גדלה כמות האדים והלחץ עולה. כך מסמן המחנן את הטמפרטורה.

מחנן-חום חשמלי — עקרון פעולתו של מחנן חום זה דומה לזה של מחנן הדלק מדגם סלילי. בדומה למחנן הדלק מורכב מכלל מחנן החום משני סלילים, הנמצאים בזווית ישרה זה



ציור מס' 9: מחנן סיבובים (המספרים מציינים מאות סיבובים)

מזור...

אחזקה



לויט. קול. ויליאם ר. קרטשפילד

מדוע האחזקה היא לקויה ?

ביחידות בהן מתעוררים קשיים באחזקת הציוד, ניתן ליחס את הבעיה למפקד במישרין. כמה מפקדים אינם מסוגלים להעריך נכונה את הקף הצורך באחזקה. דבר זה מעורר בעיות מנהיגות ועלול להביא להשתתפות לקויה בפקוד.

מבצע כל אחד סוג מסוים של אחזקה. לכמה אנשים יש תפקידים ראשיים התואמים כמעט את הגדרת מושג האחזקה. לאור סוג אחזקה מיוחד זה נמצא שאחזקת כלי רכב כוללת פעילויות של נהגים ומכונאים.

בפלוגת שריון נוגע דבר זה ל-30 אחוז מאנשי היחידה לערך. אילו היינו מפסיקים כאן, יכולנו לבוא לידי המסקנה, שהמפקד עשוי להקדיש שני שליש ממאמציו ויכולתו לאחזקה, ואילו את השליש השלישי — לניהוג באנשיו.

בשים לב לאחזקה המבוצעת על ידי היחידה כולה יכולים אנו לקבל תמונה דומה. משך הזמן המוקצב לפעולות האחזקה אינו מוגדר די-צורכו והוא שונה בכל יחידה ויחידה. אנו יכולים להשתמש רק ב„נוסחאות אגרוף“. בתנאים רגילים נמצא, שבשביל כל ארבע שעות פעולה של טנק, יצטרך צות בן ארבעה חיילים לעבוד שעה אחת באחזקת הציוד. מכאן צריכים אנו להסיק, שלפחות 20 אחוז מהזמן צריך הצות לעסוק באחזקת הציוד. בהתחשב בבקורות ובשירותים אחרים מתוכננים מראש, אפשר להוסיף לזה 10 אחוז, ואז נגיע לסכום של 30 אחוז. נראה, איפוא, שחלק ניכר מהזמן בפלוגת שריון יש להקדיש לפעולות אחזקה. האם כולל דבר זה את המפקדים? — שאם לא כן, תיעשה האחזקה לבעיה קשה בשל היעדר מנהיגות.

התמונה בגודל שריון דומה מאוד לזו שבפלוגה. היחס של כלי רכב ביחידות שריון מגיע לכלי רכב אחד על כל ארבעה אנשים. כלי רכב אלה נעשים מסובכים יותר ויותר וכוללים

אחד הצרכים הקדומים ביותר העומדים בפני מנהיגי צבא הוא אחזקה * יעילה של ציוד, שנופק או סופח ליחידותיהם. צורך זה הוא נושן ממש כציוד הצבאי עצמו. מאחר שהוא קיים זה כבר, יש לצפות לכך, שבעיה זו נמצאת בידיים נאמנות. כל מנהיג צבא מצליח עשוי ליהנות מהנסיון של קודמיו ואף להצטיין במשימה של שמירת הציוד בכושר פעולה מלא במעט הוצאות של ממון, כוח אדם וחומר. כיום מהנה צורך זה בעיה לכל המפקדים — וכמה מהם אף משועבדים לו. מדוע, איפוא, קורה דבר זה?

ביחידות בהן יש קשיי אחזקה, ניתן ליחס את הבעיה למפקד. במקרה של אחזקה צריך להיות קשר ישיר יותר מאשר הפקדה מעורפלת של אחריות. יש יחידות בהן נכשל המפקד עצמו. הגדל איפוא מאמציך האישיים ביחידות אלה.

הגורם הראשון אליו יש להסב תשומת לב הוא היקפה הגדול של בעית האחזקה. כמה מפקדים אינם מסוגלים להעריך נכונה את הקף הצורך באחזקה — דבר המוליד השתתפות לקויה בפקוד. מהו אחוז אנשי יחידתך שהאחזקה היא תפקידם העיקרי? בהתחשב ביחידה כולה, כמה אחוזים מהזמן המוקדש למבצעים דרוש לאחזקה? התשובות לשאלות אלה תהינה שונות בכל יחידה. הבה נחשב לגבי פלוגת שריון — ואתה תוכל לעשות זאת בשביל יחידתך. בפלוגת השריון

* אחזקה — כלל הפעולות הנעשות כדי לודא את שמישות האפסניה. פעולות אלה כוללות: החסנה, טיפול מונע ותיקונים.

עשויים „הדגשים“ להיות קרובים ללבו של המפקד באופן מיוחד. גישה זו — „גישה מתוך תחביב“, מובילה לעתים תכופות למאמץ הבא להשיב את רצונו של בעל התחביב במקום את אחזקת הציד.

יש להעריך בקפדנות כל דגש לאחזקה-מונעת. מטרת הערכה זו היא לקבוע אם הפריט משרת את המטרה לה הוא נועד. נוסף על כך, יש גם לקבוע את מידת הסטייה מהמטרה, אם אמנם זו קיימת. קביעה זו מושגת באמצעות החושים — ראייה; שמיעה; ריח; מישוש. מידת הסטייה דורשת ידיעה מושלמת של הרמה השגרתית או המקובלת לגבי הדגש.

קיימים שבעה גורמים המשפיעים על איכות האחזקה, והם: פיקוד, כוח אדם, זמן, חלקי-חילוף, כלים וציוד-עזר, תנאי עבודה ופרסומים טכניים. כוחה או חולשתה של תכנית אחזקה משתקפת בגורמים הנ"ל. גורמים אלה מהווים סיבות נוספות לליקויים באחזקה. כל סיבה שהביאה בדרך ישירה לידי אחזקה לקויה — כגון קדחת-קנה מלוכלך, זחל רפוי, לחץ אויר נמוך בצמיג, או רצועת מאורר רופפת — תורמת לאחד, או לכמה מן הגורמים שהוזכרו למעלה.

על המפקד להיות מסוגל לקבוע על נקלה איזה מהגורמים המשפיעים על איכות האחזקה אינו תורם כראוי לפעולות האחזקה. דבר זה אפשר לעשות על ידי רישום הסיבות הישירות למול הסיבות המסייעות. על המפקד ליתן דעתו במיוחד על הסיבות העיקריות, הגורמות למרבית הסיבות הישירות המביאות לידי אחזקה לקויה.

תיקונם של ליקויי האחזקה יהיה תהליך איך-סופי כל עוד מוסיפה סיבת הליקוי להתקיים. המפקדים צריכים להשקיף אל מעבר למצב הקיים ולראות בבירור את הגורמים — הישירים והמסייעים לקיום מצב זה. התערבות ישירה בביצוע פעולות האחזקה מסלקת גורמים אלה. הצותים והמכונאים יתקנו את הליקויים.

הבעיה השלישית בפעולות האחזקה, שבפניה עומדים מפקדים רבים, היא — ארגון. מערכת האחזקה של הצבא נועדה לחלק את עומס האחזקה בעזרת דרגי האחזקה השונים בהתאם לתפקידי היחידה, לחלקי החילוף, לכלים מיוחדים ולציוד עזר העומד לרשותה. מערכת אחזקה זו מבוססת על ארבעה כללי-פעולה יסודיים. כללים אלה נוגעים לשיבוץ תפקידי האחזקה, ביצוע תפקידי הדרגים האחרים, השגת ציוד מסייע והשתלטות על מאמצי האחזקה. ראשית, מבצע כל תפקיד אחזקה בדרג הנמוך ביותר המקיף אימון וציוד. דבר זה מבסס את כל פעולות האחזקה בדרג הראשון. הואיל והאחזקה המבוצעת בדרג זה היא בעלת אופי מונע, יפחת הצורך בדרגים האחרים במידה ניכרת, אם היא תבוצע כהלכה. דבר זה מהווה אתגר למחשבה. כל מפקד צריך להכיר בעובדה זו בשעה שהוא מכין את עצמו לפקד על פעולה זו. שנית, דרגי האחזקה גבוהים יותר יבצעו תפקידים שהועדו לדרג נמוך יותר, בשעה שהם ייאלצו לעשות זאת על ידי שיקולים מעשיים. השיקול הבלעדי המתאים כדי לחולל מצב זה הוא — שהדרג הנמוך אינו מסוגל לבצע בזמן שהוקצב לו הן את תפקידי האחזקה שלו הן את משימתו העיקרית. שלישית, ארגון האחזקה מבוסס על זרם מתמיד של חלקי חילוף ממחסנים אל המקום בו הם דרושים. כדי שתהיה האחזקה יעילה צריכה אספקת החלקים לבוא בעתה. המפקד



„יפה! אך מה עם המנוע??“

חלקים חדשים רבים, שכל אחד מהם דורש במידה רבה אחזקה מיוחדת. דרישות האחזקה ביחידות שריון הן גדולות. אם זה עדיין לא כך, מהנה האחזקה מתחרה חזק למבצע בודד, שמקיף יותר אנשים משך זמן רב יותר מאשר כל מבצע אחר המבצע על ידי היחידה. המפקד שנמנע מהכיר בעובדה זו שוגה מאוד בהעריכו בחסר (Underestimate) תפקיד נכבד זה.

בעיה שניה, המעלה קשיי אחזקה, היא אי-היכולת של המפקד להכיר כראוי את מצב האחזקה ביחידתו. אם מתרחש מצב זה אין המפקד יכול להאשים אף אדם אחר זולתו. הערכת אחזקה בדרג יחידתית דורשת יכולת אישית והתערבות ישירה של המפקד עצמו. למפקד יש מומחים בעלי מקצוע, שיסייעו לו, אך הוא צריך להעריך את יעילות הביצוע שלהם.

הערכת אחזקה מיצגת שתי בעיות נפרדות, שהן קרובות באופן יחסי זו לזו והן:

1. הקביעה — אם קיימים תנאים החורגים מליקויים רגילים, וכן — אי-התאמות או אי-סדרים;
2. קביעת הסיבות הישירות והמסייעות שגרמו לליקויים, לאי-התאמות ולאי-סדרים האלה.

כאשר מעריכים את האחזקה של היחידה או של כלי רכב אין צורך להתחשב בכל חלק או מערכת. יש לבחור בציוד הקיים נקודות בדיקה, שתצבענה על כושרו להמשיך לפעול ללא תקלות. נקודות בדיקה אלה נקראות „דגשים לאחזקה-מונעת“. אפשר לבחור דגשים לאחזקה-מונעת מן השטחים המכסים טיב-פעולה, דליפות, רעש, סיכה, פריטים רופפים או חסרים, חלקים או מערכות פגומות, כוונונים, נקיון או חזות חיצונית.

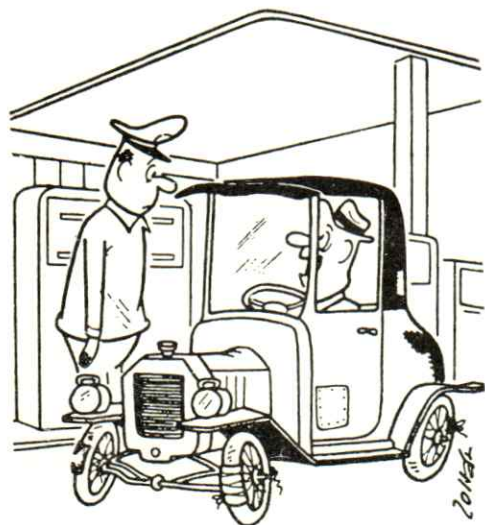
יש לעשות די דגימות מהדגשים לאחזקה-מונעת של הציוד הקיים, כך שנקבל תמונה כוללת של האחזקה בתוך היחידה. דבר זה דורש תכנון קפדני. ללא תכנית מוגדרת מראש, תהינה הדגימות מפוזרות ללא סדר והן עשויות להתרכז סביב „דגשים“ שהגישה אליהם נוחה. במקרים אחרים

• ראה גם חוברת „טיפול מונע בציוד לחימה חי“ בהוצאת מטכ"ל/אג"מ/מה"ד.

מפקדות גבוהות יותר צריכות להשקיף על הוראותיהן ליחידות הכפופות להן ביחס של בקורת. שורשם של רבים מליקויי תכנית האחזקה נעוץ בהכרחיות של הדרישות. אם תכנית אימונים אינה כוללת זמן מתאים לאחזקה, עומדות בפני המפקד שתי ברירות. הוא יכול להשמיט את האחזקה או לעשותה אחר שעות העבודה הרגילות. יש כמה דברים שצריך לעשות אחרי שעות העבודה הרגילות, אך מדוע צריכה זו להיות דוקא האחזקה? מדוע לא יהיה זה דבר שאינו כל כך הכרחי או יקר? סעיף האחזקה מהווה חלק נכבד מתקציב ההפעלה, אולם המאמץ הדרוש כדי למנוע את הצורך בהוצאות גדולות נעשה לעתים קרובות על חשבון הזמן שלך. בינתיים, כוללות לעתים קרובות, שעות התפקיד הרגילות נושאים המתאימים יותר לביצוע אחרי שעות התפקיד. כמה מנושאים אלה נוגעים לחינוך ואינפורמציה על הנעשה בתוך החיל, לשאלות הסברה, לאימון קשר ולכמה תרגילים בסיסיים. באחזקה, הכונה ומנהיגות ראויות לשמן הן חיוניות בכל הדרגים, כדי להשיג את התוצאות הטובות ביותר.

המפקד, שנוהג להורות לכפופים לו: „למנוע מכלי רכב אלה את העברתם לדרג תיקון גבוה יותר ולא אכפת לי כיצד“ — עשוי להרגיש שהוא אמנם נמרץ, אך אי אפשר לקבל זאת בתור הכונה נכונה. למפקד צריך להיות אכפת, כיצד נעשה דבר זה. לא זו בלבד שצריך להיות לו אכפת, אלא הוא צריך אף להבטיח שהנהוג הוא נכון וניתן לקיימו. כל נוהג אחר פירושו הכונה בלתי נכונה.

בסיכום, אפשר לומר, הרבה מנהיגי צבא גדולים מעניקים לנו מנסינותיהם. הם משמשים לנו דוגמה והנחיה בפעולותינו. הם עיבדו מסגרות ארגוניות ונהלים וניסו אותם ברוב התנאים. הדבר היחיד שלא הצליחו להעניק לנו היא הדרך של מתן דוגמה אישית. אין הם יכולים להבטיח שאנו נדע להעריך נכונה את המשימה, נשתמש ביחידה שלנו לתועלתנו המלאה ונספק הכונה ומנהיגות ראויות לשמן. כשמגיעים לאחזקת ציוד — אלה הם דברים שעלינו לעשותם. ייטב לנו הרבה אם נעשה אותם עתה, מאשר נקוה תמיד שבפיתוח הציוד יתרחש נס, שיבטל את הצורך בכך.



„חוט ומספריים בבקשה!“

אינו יכול לבסס את ארגון האחזקה על נהלים אחרים כלשהם. מאחר שהמקור הנוסף של חלקי חילוף בשביל הצורכים אותם הוא דרך „קניבליזציה“ ודרכים אחרות מעין אלו, יהיה עד מהרה המפקד, שיפנה להרגלים אלה, קרבן למעשה יצירתו הוא. רביעית, האחזקה היא ענין למאמץ משותף. כל תפקיד אחזקה מיועד לדרג מסוים. מערכת האחזקה תפעל ביעילות כשכל דרג מבצע את התפקידים שיועדו לו.

לעתים קרובות חדלים המפקדים לשמור על כללי-הפעולה היסודיים של מערכת האחזקה של הצבא, דבר העשוי להרוס את המערכת או לסבך את נהלי-הפעולה שלה. כמה מפקדים מתגאים בעובדה שיחידותיהם עומדות ברשות עצמן בכל מה שנוגע לפעולות האחזקה.

המפקד שמבצע פעולות אחזקה מעל לדרג שיועד לו ימצא, שמשמיות האחזקה דורשות עמל וזמן רב. אילו היו המשימות מבוצעות בדרג הנכון, בכלים המתאימים ובציוד הנכון, היו לכל היותר ענין של שגרה. מפקדים אחרים מנסים להעביר הלאה משימות שנקבעו לביצוע דרג יחידותיהם. כאן, שוב, שימוש לרעה במערכת האחזקה היוצרת בעיה במקום לפתרה. הגורם הרביעי באחזקה הוא ההכונה הנכונה של המאמץ. בדרך כלל האחזקה קשה, משעממת ובעלת אופי בלתי מקסים. מאחר שהיא קיימת וחוזרת באורח מתמיד — הופכת היא למשעממת. פעולות מעין אלה דורשות יותר דמיון, תכנון, תקיפות ועוז כדי להכניס בהן יותר רוח חיים מאשר באירועים אחרים, מעניינים יותר. הפיכת פעולות האחזקה לאירועים מעניינים שוטפים מהנה, איפוא, אבן בוחן לכושר המנהיגות של מפקד היחידה — ודבר זה ידרוש הרבה יותר מאשר מאמץ שגרתי.

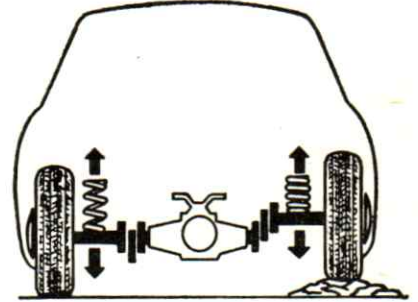
כאשר משאיר המפקד את מאמץ האחזקה של יחידתו לאיש הכפוף לו — קצין החימוש — לא תיגלינה תוצאותיה של מנהיגות והכונה נכונה. דבר זה יהיה נכון מבלי להתחשב ביכולתו של קצין המטה. תפקידו של קצין המטה הוא להמליץ וליעץ; וכל קצין מטה יודע זאת היטב. תהיה זו שאלה של זמן בלבד קודם שקציני המטה ילכו בעקבות המפקד — ואף הם ישאירו את האחזקה בידי האנשים הכפופים להם.

יעודו של סגל המטה הוא לסייע למפקד במילוי משימותיו — ולא לבוא תחתיו. בתוך גודו שריון מצויים כיום חמש כפיפות פיקוד. שטח האחזקה צורך לכפיפות הפיקודיות הקומות של כוח אדם, מודיעין, מבצעים ואפסנאות. מלבד, אולי, אלו של המודיעין כוללות יתר הכפיפות תפקידים חיוניים לאחזקה טובה. קומות משימות יסודיות מסוימות, אשר קצין מטה צריך לבצען, משימות אלה זהות מבלי להתחשב בכפיפות הפיקודית. הן כוללות: איסוף אינפורמציה, לימוד והערכה, המלצות או יעוץ למפקד, תרגום החלטותיו של המפקד לפקודות והעברתן לכפופים לו, הפעלת פיקוח מטה ומסירת ידיעות שוטפות למפקד.

כל קצין מטה צריך לבצע משימות אלה בתוך הכפיפות הפיקודית שלו. ללא התחשבות בסוג הפעולה המבוצעת על ידי היחידה, כמה קציני מטה מסרבים לנהוג על פי נהלי הפיקוד המקובלים בהקשר לפעולות האחזקה. אם אמנם קורה כדבר הזה, מאבדות ההכונה והמנהיגות ההכרחיות לקיום פעולות האחזקה את ערכן.

חידושי המדע

מערכת מוטות במבנה חדש להעברת תנועה



תמונה 1

כאשר משתמשים בסידור זה של מצמד-הדיסקות לכלי רכב, אפשר להרכיב ישירות את הדיפרנציאל המכניתי לשילדה. המצמד המחור בר בין הגלגל לבין הדיפרנציאל מעביר את המומנט ומאפשר לגלגל לקפוץ מעלה/מטה. מבנה זה מחזיק את הגלגלים במצב מאונך בשעת תנועה וועוזעים.

דרך חדשה ובלתי-מקובלת ועם זאת — מפי-ליאה בפשטותה, לסידור מוטות או דיסקות, משמשת יסוד לבניית מצמד גל-מקביל חדש, רב-שימושי. סוג זה של מצמד, המורכב משלוש דיסקות אשר סובבות באופן אחיד, ואשר מחוברות זו לזו בסדרה של ששה מוטות, — יכול להתאים לשינויים רבים במרווח צירי, בשעה שמופעל עליו עומס.

שינויים ותוחות רדיאליות אינם משפיעים על יחס-המהירות הקבוע שבין ציר הכניסה לציר היציאה, וכמוֹכֵן אינם יוצרים כוחות ריאקי-ציה רדיאלית, העלולים לגרום לחוסר-איזון במערכת. תכונות אלו פתחו פתח לאפשרויות בלתי-רגילות באוטומטיביות, כמוֹגֵם במכונות שר-נות אחרות.

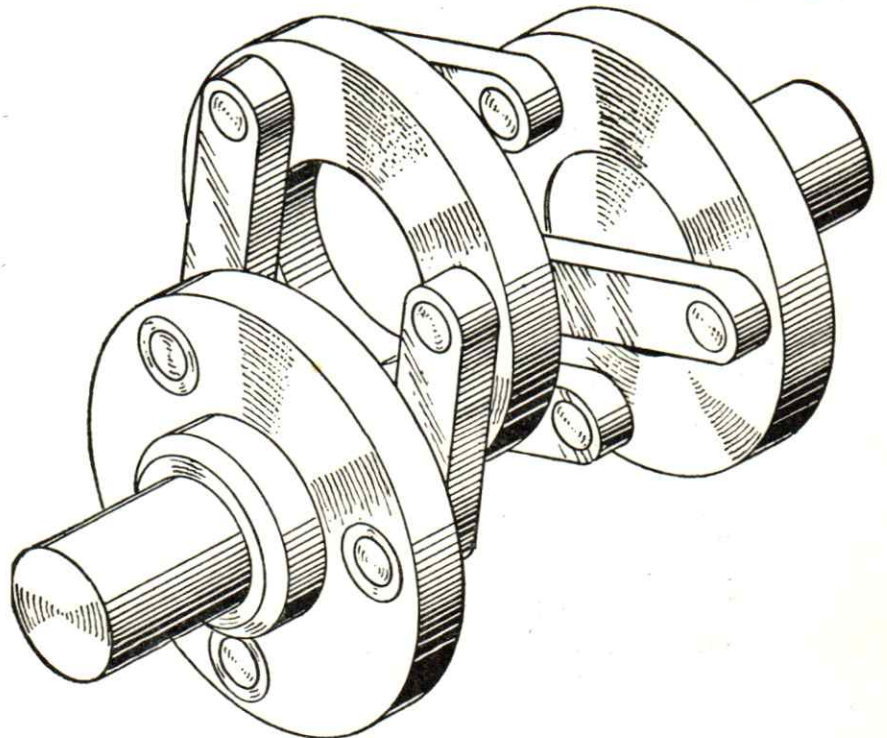
אופן הפעולה

ממציא המצמד, ריצ'ארד שמידט, מציין כי סידור-חוליות דומה ידוע כבר זה שנים למהני-דטים אחדים בגרמניה, אולם הללו לא ניחנו באומץ מספיק כדי להוציא לפועל את התי-אוריה, כיון שחשבו בטעות כי על הדיסקה המרכזית להיות מוחזקת על-ידי מיסביה שלה. ואולם שמידט מצא כי הדיסקה המרכזית



תמונה 2

את צינור-ההגה ניתן לסובב סביב ציר ראשי, לשם השגת מצבי נהיגה נוחים יותר.



חופשית לבחור לה את מרכז סיבובה. בשעת פעולה, מסתובבות כל שלוש הדיסקות במהי-רות שווה.

המיסבים המחברים את החוליות לדיסקות מחולקים באופן שווה על פני מעגל-חלוקה בעל קוטר שווה ב־120 מעלות זה מזה. המרחק בין הצירים יכול להשתנות, באופן רצוף, בין 0 (אפס) (כאשר הצירים בקו אחד), לבין האורך המכסימלי, דהיינו אורך החוליות $\times 2$. בשעה שהמצמד בפעולה אין כל פיגור בין הצירים.

שימוש בתוחים להאצת רקטות

טכניקה מהפכנית להאצת רקטות פותחה על-ידי חברת לוקהיד. לשם שיגורן של רקטות מחקר לאטמוספירה, השתמשו חוקרי חברת לוקהיד בתוחים שונים, כשהגדול ביותר ביניהם היה בעל קליבר של 155 מ"מ. בעזרת תוחים אלה שיגרו והאיצו רקטות שונות אל האטמוספירה העליונה. לאחרונה עד למודל בעל קליבר של 150 מ"מ, שיועד לשאת מטען מחקר במשקל של כ־14 ק"ג. רקטת המבחן השיגה גובה של 200 ק"מ, בהשוואה לגובה של 45 ק"מ שהושג ללא התוח.

לפי דברי מנהל התכנית ג'ו. ג'ונס, עשויה רקטה המואצת בעזרת תוח, לשגר מטען במשקל של 50 ק"ג במחיר גבוהה של כ־1/10 מן המחיר הדרוש לשיגור רקטה רגילה בעלת משקל וטווח כאלה. נוסף על-כך אף אפשר להגדיל, בשיטה דומה, את טווח פגזי הארטי-לריה ב־50%—100%. המפתח לטכניקה זו, הוא המבנה התומך ברקטה בעת האצתה.

שיטה מיוחדת זו שומרת על הרקטה מפני התפרקות בעת נועה במהירות של 1000 מ' בשניה, ומפני האצות המגיעות ל־10,000 G בתוך קנה התוח.

יצור אלומיניום זול

לבניית מבנים גדולים ממעטים כיום להשתמש באלומיניום, עקב מחירו הגבוה. שכן, כדי להפריד את האלומיניום מעפרות הבוקסיט, בהן הוא מצוי, דרושות כמויות ניכרות של חשמל בזרם ישר, במתח נמוך ובאמפר גבוה, דבר הגורר עמו הוצאות ייצור רבות ועל כן גם מחיר רב.

לדברי הממציא והפיסיקאי התעשייתי האמרי-קאי, Isaac D. Miller, ניתן לשכלל את תהליך ההפרדה ולהקטין פי שניים את כמות הכוח החשמלי הדרושה להפקת האלומיניום. זאת — על-ידי שימוש באנרגיה גבוהה, הפי-רקת מיליונים של וטים ובין 1000 ל־5000 וולטים. העברת פעימות (פולסים) יוצרת תגור בת שרשרת בתמיסת האלומיניום. כך שאחוז האלומיניום הולך וקטן במשך שעות רבות לאחר-מכן, ללא צריכת חשמל.

אם יתקבל התהליך החדש להפקת אלומיניום, ניתן יהיה להשתמש באלומיניום זול, במקום בפלדה, לבניית גשרים ושאר מבנים כבדים.

חיימתו עינת

קולונל ג'ים קרוסמן

הרימונים מאז ועד היום

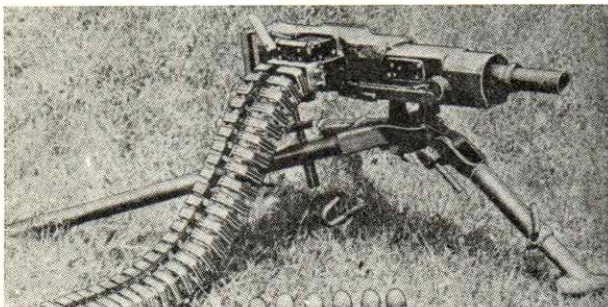
חלק ב'

לקבל מנגנון מעולה ה־M-217 החדש. מנגנון זה הוא בעל תכונת הקשה בתוספת השהית דריכה ובתוספת פעולת ההשהיה בת 4–5 שניות הרגילה. פעולת ההקשה היא חשמלית והשהית הדריכה שהיא בערך חצי שניה — מעוף של 7–10 מטר — נגרמת על־ידי נסיון המצבר להתחזק. דבר זה מקנה לרמן בטיחות מה, כשהוא זורק את הרימון בתוך שיחים וכו'. ההשהיה בת 4–5 שניות מופעלת בשעה שפעולת הפגיעה מופעלת ואם הפגיעה לא תפוצץ את הרימון, ההשהיה הפירוֹטכנית תעשה זאת. נראה שמרעום ה־M-217 הזה הוא בערך מה שדרוש ואם נוכל ליצור אותו בכמויות ובמחיר מתקבל על הדעת, הוא יהיה הצלחה. סיפור ההצלחה האמיתי של וייטנאם הוא רימון ה־40 מ"מ — או יותר נכון רימונים. עם הוצאתם של רימון הרובה ומשגרי הטילים ה־3.5 אינץ' ו־2,36 אינץ' ומותה של המרגמה 60 מ"מ הקטנה, היה צורך במשהו שיכסה את מרווח כוח האש שבין הרימון לבין המרגמה 81 מ"מ או הארטילריה. לכן פותחו הרימון ה־40 מ"מ שנורה מהכתפים, והמשגר לצורך זה. הרימון ה־40 מ"מ ה־M-406 לא נראה כמו הרימון הרגיל

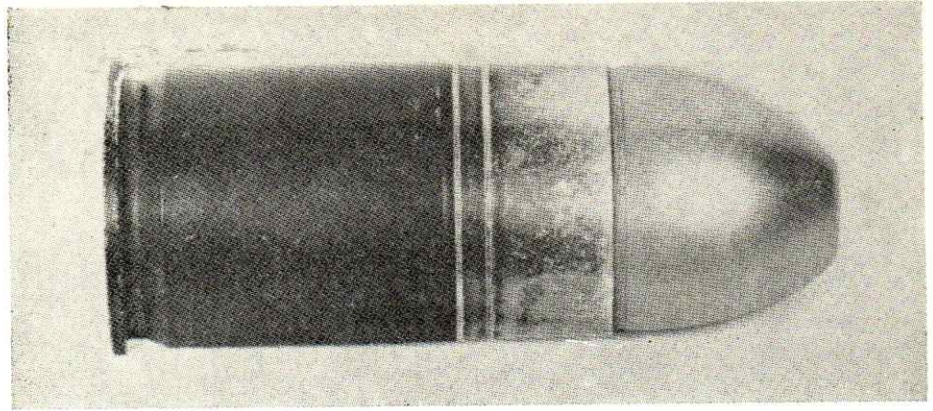
לאחר 40 שנות שירות נאמן, הושם הצידה רימון ה־MK הישן שעשוי ברזל יצוק ובמקומו בא רימון חדש, ה־M-26. רימון זה הוא בערך בעל אותה הצורה אולם הוא שוקל קצת פחות — בערך 450 גר', במקום להשתמש בגוף עשוי ברזל יצוק, גוף הרימון ה־M-26 עשוי מסליל חוט מרובע חרוץ שעובו כ־4 מ"מ, שעוטף את הרימון לפי צורתו ולאחר מכן מסוגר במכסה מתכת דקה. החוט והמכסה מתפרקים ליתר מאלף רסיסים במהירות של יותר מ־3600 מטר בשניה, שנהדפים על־ידי החנ"ם שמשמש בתור מילוי. הפעלת רימון היד תמיד היוותה בעיה. למנגנון ההשהיה צריכה להיות מספיק השהיה כדי לתת לרמן שמפיל רימון בטעות, סיכוי כדי להרימו ולהפטר ממנו, או לברוח ממנו במקרה סכנה, ורצוי שתהיה לו השהיה מספיקה כדי לאפשר מקסימום זמן בשביל מעופו.

אולם אם השהיה זו תהיה ארוכה מדי עלול להיות מספיק זמן לאויב כדי להרימו ולהטילו חזרה או לתפוס מחסה. רימון שנזרק על גבעה עלול להתגלגל חזרה וליפול ליד הרמן. למנגנון השהיה ישנם בהחלט כמה חסרונות. למנגנון הקשה, מצד שני, חייבת להיות מין השהית דריכה, כדי למנוע הפעלתו כשהוא נזרק דרך שיחים קרוב לרמן. רצוי שהוא יהיה מספיק רגיש כדי להתפוצץ בבוץ או שלג, אולם יעבור דרך מחסה קל. אם לא התפוצץ לא רצוי שהרימון יחכה לרגל ידידותית כדי שיתפוצץ.

כשמוסיפים לבעיות אלה ואחרות את העובדה שמנגנון זה יש ליצר במיליונים ולכן עליו להיות זול, — הפתרון המצוי הוא מנגנון השהיה הפשוט. לאחר שפין הנצרה נשלף מוחזק מנוף הבטיחות על־ידי יד הרמן. כשלבסוף משוחרר המנוף בעת זריקת הרימון, משתחרר הנוקר ופוגע בפיקה ומפעיל את ההשהיה בת 4–5 שניות. רימון ה־M-26 בכלל אופן, עומד



מקלע חדיש המוזן בסרט של רמונים בקליבר 40 מ"מ, טווחו מגיע ל־2000 מטר.

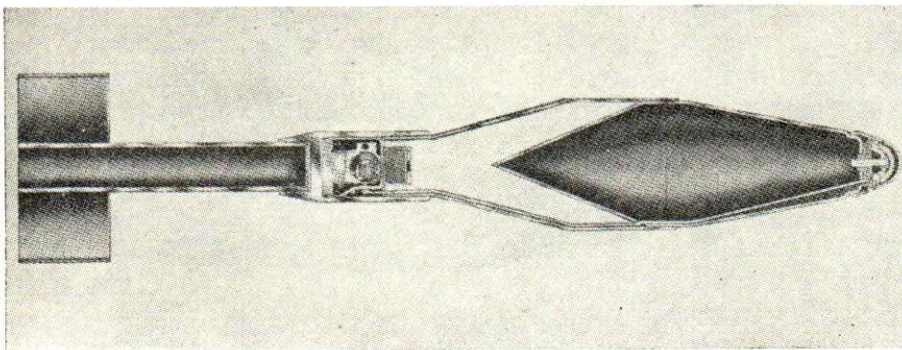


כדור ה-M406 שנועד לרומה M-79 בקליבר 40 מ"מ

המשגר ה-M79, נותן מהירות רתיעה חופשית בקירוב של 5.5 מטר בשנייה. יתכן שזה נראה גבוה מדי, אולם זכור שהמשגר ה-M79, שוקל אך ורק 2.5 ק"ג. אם נשתמש במשגר שמשקלו 5 ק"ג, כמו בדוגמה הקודמת, מהירות הרתיעה החופשית נופלת עד ל-3 מטר בשנייה בערך. עם משכך רתיעה גומי, רתיעת ה-M79 היא בערך כמו זו של רובה ציד שקוטרו 12. הקליע היחידי ל-M79 הוא הרימון נגד גייסות, אולם מתבצעת עבודה לפיתוח כדור נגד טנקים בעל מטען חלול. למרות כמה חסרונות, מלא ה-40 מ"מ M79 מרווח גדול בחימוש והיה פופולארי בוייטנאם — מהצד המשגר אם כי לא מהצד המקבל! לאן מועדות פנינו מכאן? אם אפשר ליצר את מרעום ה-M217 החדש שבביל רימון היד ה-M26 ללא הוצאות יתר או טירחה, סבורני כי יהיה זה צירוף שעלול להשאר איתנו שנים רבות. מאחר שהרימון ה-40 מ"מ הוכיח

אלא כמו כדור קצר וחזק, שקוטרו כ-4 ס"מ ואורכו כ-10 ס"מ. "הקליע" או החלק הפועל של הרימון הוא מבנה חלול עשוי חוט ברזל חרוץ וממולא באחד מסוגי חומר נפץ סטי-מונו RDX. הקליע מתרסק ליותר מ-300 רסיסים כשמהירות ההתחלתית היא כמעט 4500 מטר בשנייה. המרעום נדרך על ידי צירוף של עצירה וסיבוב, כשהדריכה מושהית למשך 25 מטר מעוף כדי לספק ליורה הגנה. המרעום מופעל אך ורק בעת הפגיעה ואין לו השפיה. המשגר פועל על עיקרון מעבר מלחץ גבוה ללחץ נמוך, בו נשרפה כמות קטנה של חומר הודף בתא קטן בלחץ די גבוה! לאחר מכן מפוצץ הגז דוסיקית ונכנס לתא גדול יותר — הגוף העיקרי של תרמיל הכדור — בו הוא מבצע את עבודתו בבסיס הקליע בלחץ הרבה יותר נמוך.

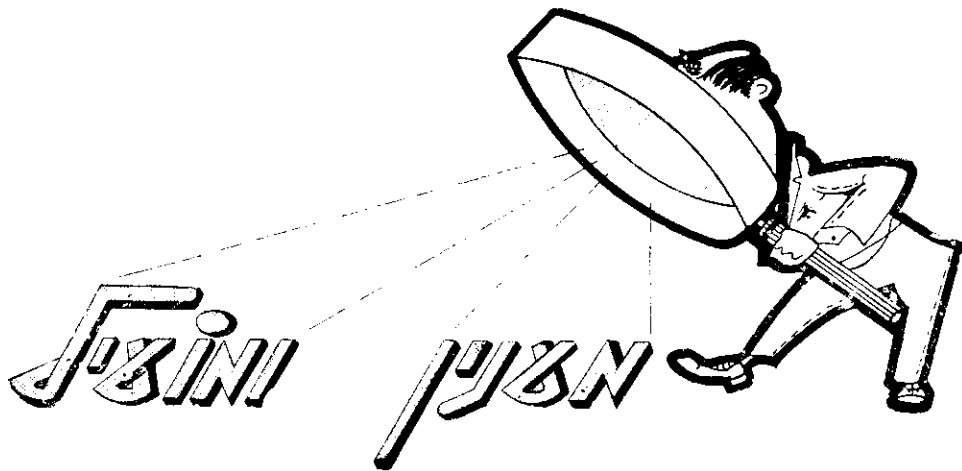
לחץ השריפה הוא בערך 2460 ק"ג לסנטימטר מרובע, אולם



חתך של רימון רובה נ"ט ה-M31 מראה את מטען חומר הנפץ, את המרעום הפיוז אלקטרי, המנגנון, ואת צינור המיצב וספירי הזנב

את עצמו יעיל בצירוף הקליע נגד גייסות שניתן להשיג כעת, אני מצפה לראות יותר מאמץ בהרחבת רב-גוניותו. בזמן שפגז מטען חלול (HEAT) בגודל זה לא יוציא הרבה טנקים כבדים מפעולה, הוא עלול להיות יעיל נגד נושאות גייסות משורינות ורכב משורין קל אחר. פגז זה יהיה יעיל גם נגד גייסות. נראה שמשגר קל ויורה אש בודדת המורכב על רובה אחד או יותר בכיתה, יסלק את הנשק המיוחד של הרמן וישפר את כוח האש והגמישות של הכיתה. נראה שרימון הרובה שמשוגר מהלוע של מלחמת העולם השנייה בצע עבודה טובה, הן בתור נשק נגד גייסות והן בתור נשק נגד טנקים. מאז פותחו רימונים בעלי דיוק וחדירה טובים יותר, ואפשר לצפות לשיפורים נוספים ביעילות.

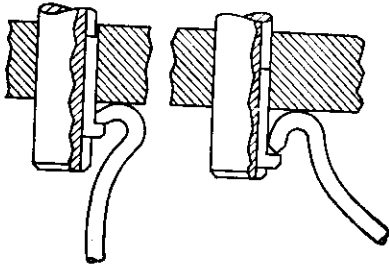
הלחץ מאחורי הקליע הוא בערך עשירית מזאת. עד שהקליע מתחיל לעוף והגז נכנס לקנה, ירד הלחץ עוד יותר והקנה כמעט שלא נפגע. כדור M406 זה נורה ממשגר מיוחד, ה-M79 (היורה באש — בודדת כדורים בקליבר זה בלבד. המשגר נראה כמו רובה ציד, חד קני קצר וגדול הוא נפתח באמצעות (מנוף) מוט בריח עליון כמו רובה חדי-קני רגיל. הוא בעל כוונות קדמיות ואחוריות. כשהאחורית מסווגמת במעלות וניתן להתאימה לטווחים שונים עד לטווח מקסימלי של 400 מטר. מהירות הלוע היא בערך 80 מטר בשנייה. הקנה עשוי חריצים ומסובב את הטיל במהירות של 4,000 סל"ד. למרות שהמשגר שוקל רק כ-2.5 ק"ג, הרתיעה היא בינונית. בהשוואה לטבלות רימוני הרובה שעליהן דיברנו מקודם,



של נקבים אלה אינו רק האצת הטיל למטרתו אלא אף ייצובו בעת מעופו. טיל ה"MAW" נושא ראש קונבנציונאלי, ומניחים כי יבוא במקום הטיל המונחה נ"ט מס' 11. הנמצא כיום בשימוש בצבאות השונים בעולם.

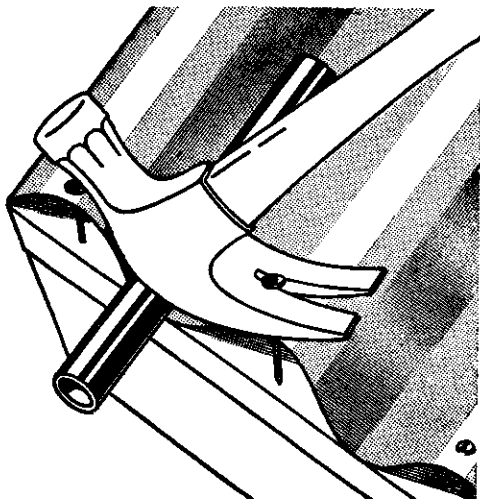
מחלץ נוח ליתדות

לא תמיד ניתן לחלץ יתד בעזרת פטיש, במיוחד במקומות אליהם אין הפטיש מסוגל להגיע. במקרים כגון אלה, יעיל ביותר השימוש במחלץ מוביל כזה הנראה בתמונה. בעזרת התקן זה נוכל לחלץ יתד גם ללא שימוש בפטיש, ועלידי כך בצורה עקיפה אף להגן מפני פגיעות בגל ממנו רוצים לחלץ את היתר או ביתד הנחלצת.



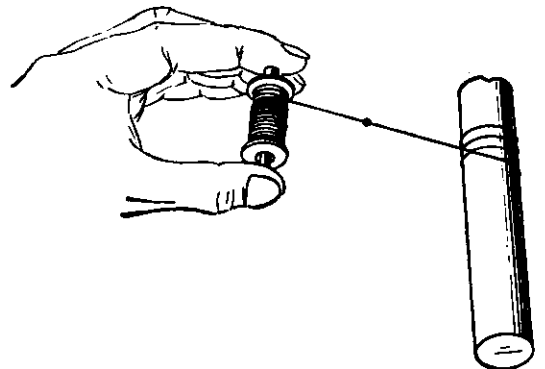
חליצת מסמרים ממשטח גלי

בפעם הבאה, בה יהא ברצונך לשלוף מסמר מתקרה או גג גליים, נסה את השיטה הבאה: השתמש בקטע צינור בעל קיטר מתאים כנקודת-משען לפטיש-נגרים (פטיש שסוע חרטום). בעזרת הצינור שתניח בשקע תוכל לשלוף את המסמרים בצורה ישרה, מבלי להזיק לחומר הגלי.



שיטה מהירה למדידת סל"ד

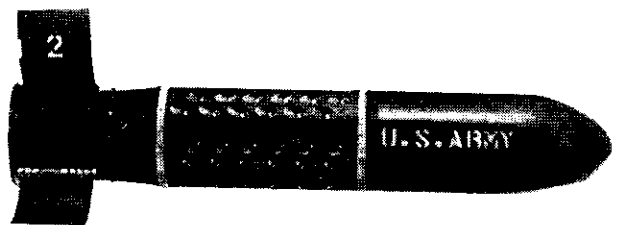
מוצעת כאן שיטה פשוטה ומהירה למדידת סל"ד שעה שאין ברשותך המכשירים המתאימים. כל הציוד הדרוש הוא סליל-חוטים ושעון-עצר. חבר את קצה החוט הבולט מן הסליל לגל אשר את מהירותו ברצונך למדוד. עתה קשר בחוט שני קשרים במרחק מסוים זה מזה, התלוי בקוטר-הגל ובמהירות-הסיבוב. ככל שהגל מסתובב מהר יותר, וקטרו גדול יותר, כך על המרחק בין שני הקשרים להיות גדול יותר, ומכאן ברור כי כדי להשיג דיגם רב יותר על המרחק בין הקשרים, להיות יחסי לגדול יותר.



סובב את הגל, ובהגיע הקשר הראשון אל הגל הפעל את שעון-העצר, ועצור אותו כאשר יגיע הקשר השני. מנה את מספר כריכות החוט על הגל (בין הקשרים) והשתמש בנוסחה הבאה:

$$\text{מספר הכריכות על הגל} \times 60 = \text{סל"ד} \cdot \text{הזמן (בשניות)}$$

טיל מונחה נ"ט "MAW"



ב"מערכות-הימוש" מס' 24 פורסמו פרטים אחדים על מערכת ה"MAW". עד היום טרם נתאפשרה השגת תמונה ברורה של הטיל עצמו. ה"MAW" הינו טיל המונחה על-ידי תיל. טווחו — 1100 מטר. גזייה-השיפה של הטיל נפלטת דרך נקבים שבמעטפת-הטיל: תפקידם

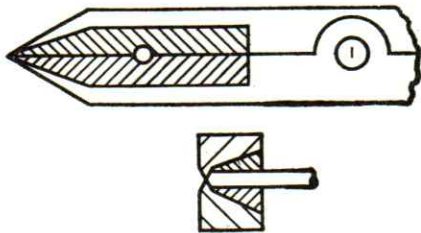
מנוע סב דגם „וונקל“

הבוכנה עשויה ביציקה ומקוררת בשמן. הורכבו במנוע שני פסי-אטימה צדדיים. פסי-האטימה שבהיקף מורכבים משלושה חלקים עשויים מפחם קשה שהוספג במתכת. אטימת השמן היא כה טובה שאילו לא התקלקל השמן עקב גילו, לא היה כל צורך להחליפו שכן אינו בא כלל במגע עם גזי-השריפה. לפסי האטימה אספקת שמן-סיכה עצמית באמצעות משאבה נפרדת. המחלקת את כמות-השמן הקטנה לדפנות ולהיקף. תצרוכת השמן מגיעה ל-0.6 עד 0.7 ליטר ל-1000 ק"מ.

ב„מערכות חימוש“ מס' 2, 15, הובאו סקירות אודות מנוע „וונקל“ שקיבולו 500 ס"מ³. מנוע מסוג זה בעל בוכנה (דיסקה) אחת ניתן להשוואה בהספקו למנוע בוכנה מקובל בעל נפח של 1000 ס"מ³. עתה עומדים לפני סיום פיתוחו של מנוע נוסף בעל שתי בוכנות (דיסקות). המפתח הספק של 110 כ"ס (ראה תמונה מס' 1). מתכוננים להרכיב את המנוע במכונית בעלת 4 דלתות והנעה קדמית. משקל המנוע, כאשר הוא עשוי מתכת קלה, מגיע ל-70 ק"ג, ואילו בייצור המוני מגיע משקלו ל-103 ק"ג.

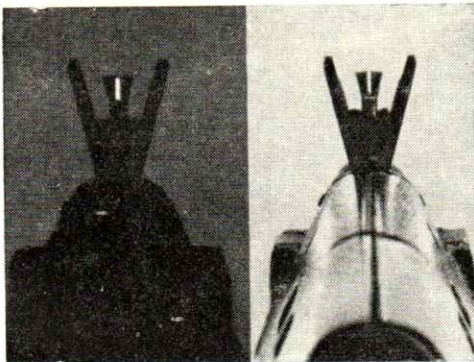
פיסת-גומי מודבקת מחזיקה תיל

כאשר גוזרים אנו קטעים קצרים של תיל על-ידי מגזרייה-תיל רגילים, עשוי התיל הגזור לעוף מן המגזרים, דבר המהווה סכנה ומפריע לעבודה. אפשר למנוע זאת על-ידי הדבקת שתי פיסות גומי רך על שפתי מגזרייה-תיל. הגומי הרך תופס את התיל ברגע היגורו ומנוע את מעופו.

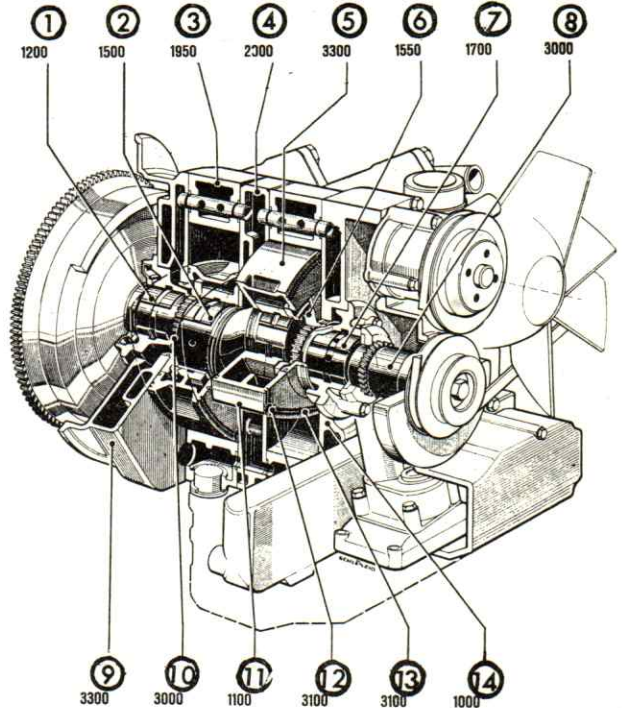


כוונת לירי לילה

הצבא הבריטי פיתח כוונת-ירובה חדשה לירי-לילה. כוונת זו מאפיינת לירי לפגוע במדויק במטרות עד לטווח המכסימלי בו יכול הוא לראותן בלילה. על הכוונת הותקן אמצעי-תאורה על-ידי הכנסת

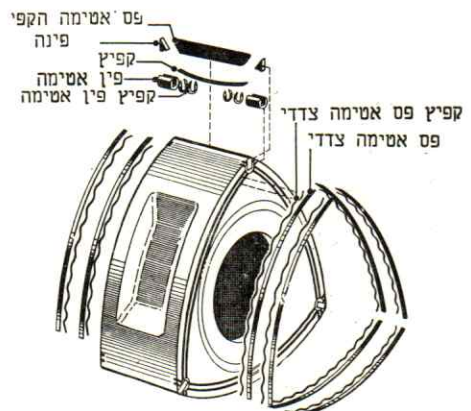


חומר „טריתיום רדיואקטיבי“ בתוך נרתיק קטן העשוי זכוכית ומכוסה זרחן. הנרתיק, המוגן על-ידי דפנות מיוחדות משני צידי להבה-כוונת, אינו מאבד מזהירו עקב שחיקה או הצטברות לכלוך. אורך-החיים המשוער של נרתיק-התאורה הקטן מגיע עד ל-8 שנים. ניסויים שנעשו בכוונת הראו כי דיוק הירי בתנאי השיכה שופר עד ל-80 אחוז.



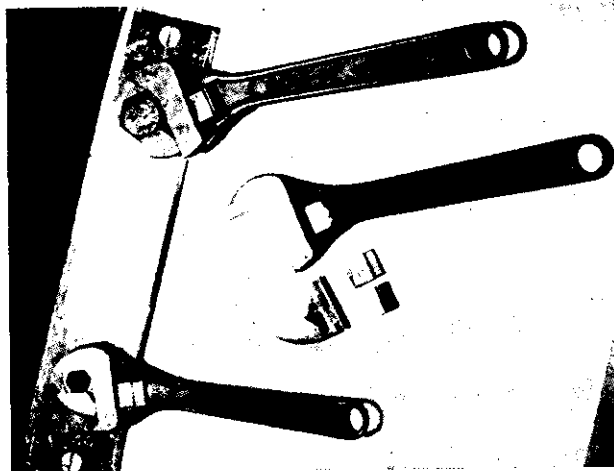
משך חיי החלקים בשעות

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. מיסב הגל 1200 שעות | 8. גל אל מרכזי 3000 שעות |
| 2. מיסב הבוכנה 1500 שעות | 9. דופן (צד מגיע) 3300 שעות |
| 3. מעטפת (צילינדר) 1950 שעות | 10. שיגן חלול 3000 שעות |
| 4. דופן הפרדה 2000 שעות | 11. פס אטימה היקפי 1100 שעות |
| 5. בוכנה 3300 שעות | 12. פיץ אטימה 3100 שעות |
| 6. שיגן חלול 1550 שעות | 13. פס אטימה צדדי 3100 שעות |
| 7. מיסב הגל 1700 שעות | 14. דופן 1000 שעות |

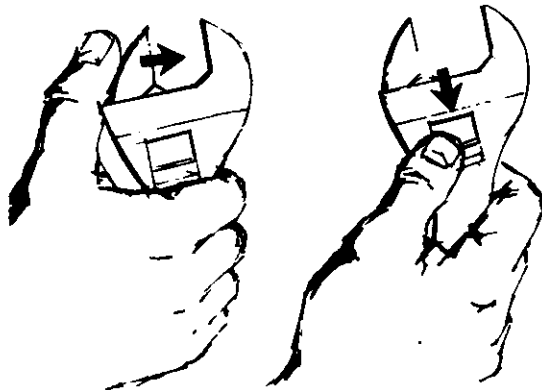


מפתח חדש

מפתח חדש, שניתן להתאמה מהירה, פיתח בנורבגיה. המפתח בעל לחי גיידת הקשורה לפס שיניים. מבנה זה של פס שיניים מחליף את השיטה הקודמת של בורג חלזון.



במפתח זה ניתן לעבור ממצב סגירה של 0.5 מ"מ, למצב הפתיחה המקסימלית, תוך פחות משניה אחת. מערכת פס השיניים מבטיחה שהמצב הנבחר לא ישתנה. חלקי המפתח עשויים מפלדת כרום-ניקל, דבר המבטיח עוולה תקינה לאורך ימים.

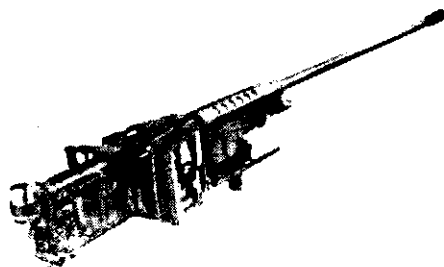


הסבר תמונה:

המנוף נלחץ כלפי מטה ומשחרר עליידיכך את פס השיניים. בעזרת האצבע מתאימים את הלחי הניידת, לגודל הדרוש. מחזירים את המנוף למצב הקביעה — זו כל הפעולה.

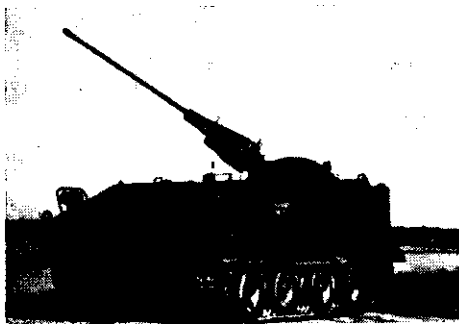
תותח 25 מ"מ מהירירי

לאחרונה פותח עליידי חברת TRW בקליבלנד (אווהו, ארה"ב), תותח מהירירי בעל קליבר של 25 מ"מ. תכונה המייחדת תותח זה היא מערכת-הנחתו הכפולה, המאפשרת לתותחן בחירה בין תחמושת



חדרת-שריון לבין תחמושת נפיצה. גם מהירות הירי ניתנת, לדברי היצרנים, לשינוי. חותח זה קל במשקל יותר מכל כלי-נשק דומה לו, ועם זאת — בעל יעילות גבוהה יותר.

התותח נרכש באחרונה עליידי צבאות ארה"ב, בריטניה וצרפת, בעיקר לצורך בדיקתו והערכת יעילותו. פיתוח ה-TRW החל בשנת 1964 בעקבות מחקר מדויק של התנאים בהם צריכה לעמוד מערך כתישק חדישה ההולמת את לוחמת העתיד, אשר תתבסס, ללא ספק, על שימוש בנגמ"שים ובטנקים. עם החילת פיתוחה, הוחלט כי על מערכת-הנשק החדישה להצטיין בתכונות רב-תכליתיות, כלומר, כלי-נשק זה יוכל לשמש כתותח קרקע-קרקע, קרקע-אוויר או אוויר-אוויר — באותה מידה של יעילות. משקל הכלי, כולל המוני נים, הוא 68 ק"ג, אורכו הכללי — 284 ס"מ, אורך הקנה — 200 ס"מ, רוחב הכלי — 23 ס"מ וגובהו — 27 ס"מ. ניתן להתקינו בקלות על כלי-רכב שונים.



בתמונה מורכב החותח על נגמ"ש M-114.



**חמרי פצוק, מכשירי חצוב,
מכשירי סמרוור, כלי יריה,
תחמושת ואביזרים**

תל-אביב, דרך פתח-תקוה 28

ת.ד. 1837 מלפון 36423



מכתבים למערכת

שמן משומש להרצת מנועים

בחוברת „מערכות-חימוש“ מס' 24 עמ' 38 גידון הנושא „שמן משומש להרצת מנועים“ בקיצור רב. אני מתענין מאוד בנישא זה וברציני לדעת מהיכן אוכל לשאוב יותר חומר על הנושא, ובפרט אם אפשר — באיזה עתון או באיזה פירסום אוכל למצוא את המאמר המלא וכיצד והיכן אוכל להשיג את אותו עתון.

בכבוד רב

מחנכצקי אלכסנדר

תשובת המערכת

אם ברצונך בפרטים נוספים על הנושא פנה-נא למערכת התקופון „Popular Science“. היוצא לאור בארה״ב.

דיפרנציאליים

הודמנה לידי חוברת מס' 24 של „מערכות-חימוש“ וכמונאי העוסק במקצוע זה כ-10 שנים, על כל ענפיו השונים נהייתי מאוד מצורת עריכת החומר על דיפרנציאליים, משנה מומנט והתאמתו למניעים וכן מיתר המאמרים הנוגעים ישירות למקצועי. אי לכן החלטתי לפנות אליכם בבקשה לקבלת פרטים על חתימה קבועה על חוברת זו. כמי כן אבקש פרטים במידה וקיים כרך של חוברות שיצאו עד כה.

אודה לכם אם תשלחו לי פרטים בנידון.

בברכה וכתודה

אירי תמיר

רכן מוסך קיבוץ גשר הניו

תשובת המערכת

מחיר החתימה על „מערכות-חימוש“ למשך שנה אחת הינו 4 ל״י. חוברות קודמות של „מערכות-חימוש“ פרט לחוברות מס' 1, 3, 4, 7, 8, 11, 13, 16, 18 ניתן להשיג תמורת 1.50 ל״י בעד כל חוברת. את הסכום יש להעביר ל„הוצאה לאור של משרד הבטחון“, רח' ב' מס' 29, הקריה, תל-אביב.

★

קראתי את חוברת „מערכות-חימוש“ מס' 24 ונראה לי כי הפרק על דיפרנציאל פרנזון במאמר „דיפרנציאליים“, אינו ברור מספיק. נראה לי שישנה טעות בשרטוט ובתרגום, מכיון שהגל המניע את האיפנים האחוריים (לפי השרטוט) אינו מבוקר כלל, ולמעשה אין עליו שליטה, ואם אינני טועה, גל הכניסה מהמנוע צריך להיות גל האיפנים האחוריים ולהיסך.

בהודמנתי זאת רצוני להודות לכם על החוברת הנאה שבזכותה ניתן לעקוב אחרי חידושי הטכניקה בעולם.

בכבוד

אנגל רמי

תשובת המערכת

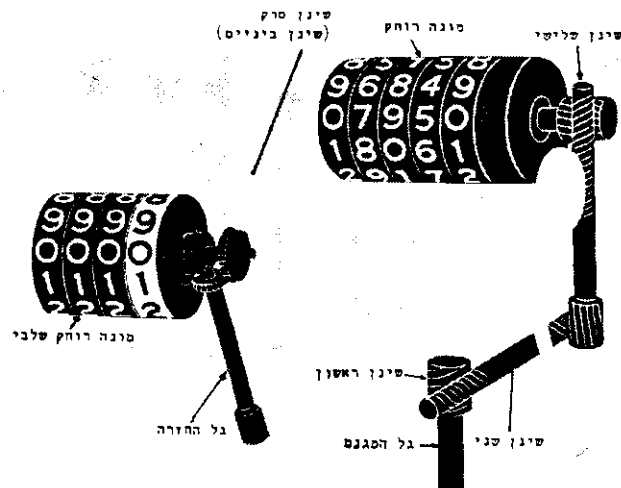
בתשובה למכתבך, העלתה בדיקה נוספת של השרטוט המקורי, כי אין שגיאה בשרטוט. יתכן וההסבר לציור יכול להיות ברור יותר, אך עינן מדוקדק בשרטוט מבהיר די הצורך את שיטת הפעולה, בפרט כאשר מסתכלים גם על המהירויות המסומנות על רוב הגלים ונגלגלי השיניים.

יצויין כי כל המאמרים נבדקים ככל האפשר, לגבי מהימנותם הטכנית על-ידי בעלי מקצוע מעולים.

העורך

המחוננים

[המשך מעמ' 30]



לגבי זה ומעוגן, הנמצא במקום המסעף של צירי הסלילים. אל העוגן מחובר המתוג המציין את הטמפרטורה. יחידת השליחה היא נגד, שהתנגדותו משתנה עם שינוי הטמפרטורה. אם טמפרטורת המנוע גבוהה — ההתנגדות היא נמוכה — ולהיפך. בקטע הטמפרטורות הנמוכות של מכלל המחנן מחובר סליל אחד במישרין למצבר וכך נוצרת עוצמה מגנטית קבועה בסליל זה, המושך את העוגן ואת המחנן לצד הטמפרטורות הנמוכות. הסליל, שבקטע הטמפרטורות הגבוהות, מחובר בטור עם הנגד דרך המצבר. הואיל וההתנגדות משתנה עם שינוי הטמפרטורה, משתנה גם העוצמה המגנטית של הסליל. כשהתנגדות קטנה, זורם זרם רב יותר (טמפרטורת מנוע גבוהה) וכך נוצר שדה מגנטי חזק יותר. עם עלייתה של טמפרטורת המנוע, מושכת העוצמה המגנטית הגדלה החולכת של סליל הטמפרטורה הגבוהה — את העוגן ואת המחנן לנקודה של שוויון-משקל בין שני צידי לוח הספרות.

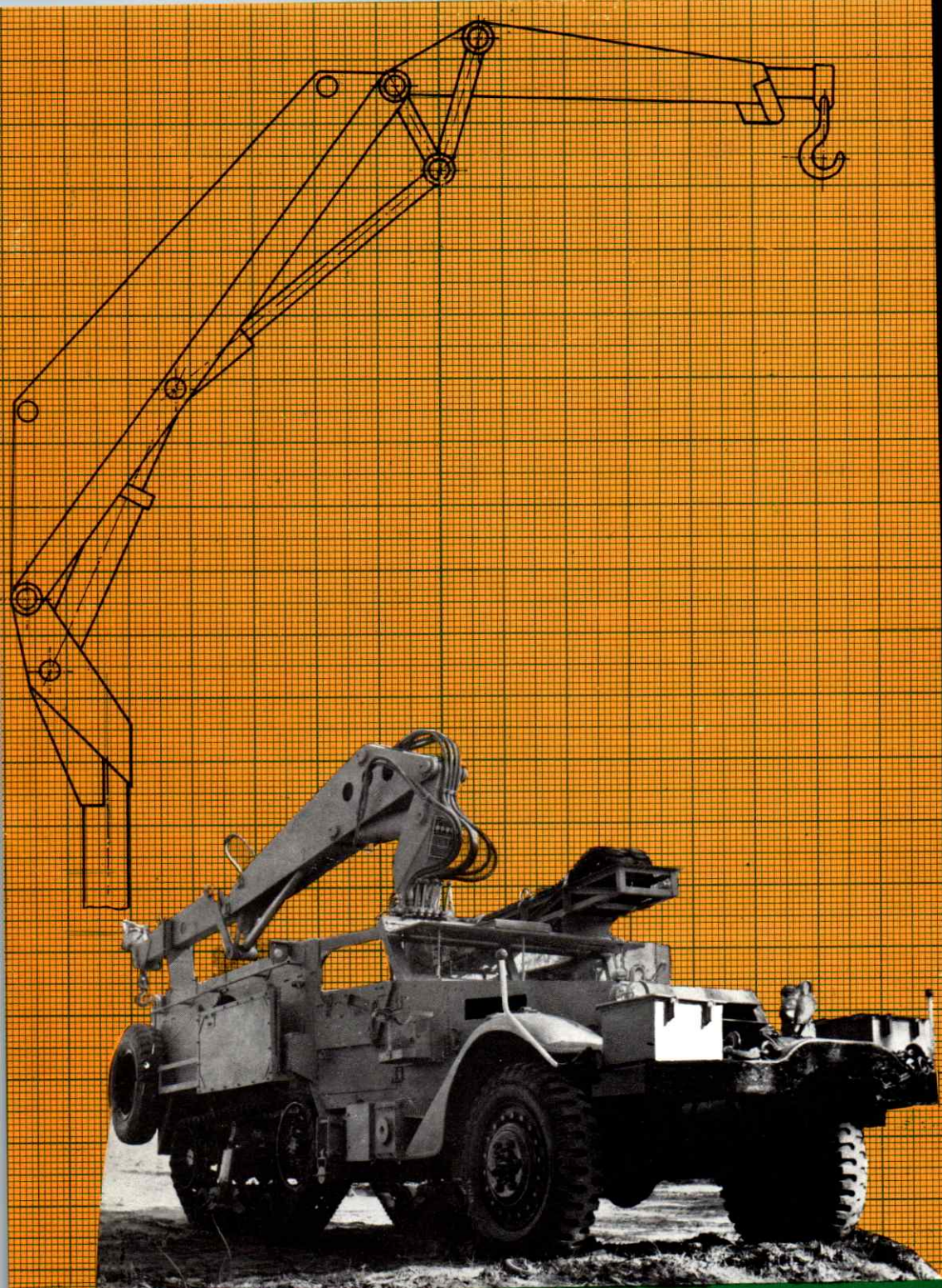
ציור מס' 11: חלקיו היסודיים של מנוה רוחק ושל מנוה רוחק שלבי.

כריסטופר סייקס

מבליפור
עד בוויין

מאבקים על ארץ-ישראל

הופיע



26



מערכות-חימוש

ניסן חשכ"ז - אפריל 1967



מערכות-חימוש

חוברת מס' 26 - ניסן תשכ"ז - אפריל 1967

תוכן העניינים:

- 42 בטיחותם של כלי רכב
- 46 יחס דחיסה משתנה במנועי שריפה פנימית
- 50 פלסטיק מחווק ליצור קפיצים בנימין פוזניאק
- 53 השמוש במד תאוצות לקביעת נתוני רכב יוסף רייפנברג
- 57 התעייפות מתכות ד' דוגלד ג. וולפי
- 63 אפנת הקו הישר קפטיין תומאס
- 65 מסע מבחן של ה"פאטון" רוז קליין, אריק אריקסון
- 67 על תכנון אריה רמון
- 70 אקדח סילון רב-תכליתי

מדור אחזקה:

התוית תכנית אימונים

- 72 בטיפול המונע מיורג' ת.פ. הייק

חדושי המדע:

פינוי עפר בעזרת גז דחוס / סוללות שמש חדישות
 לכלי רכב חלליים / כדוריות חלולות להארכת חיי
 מיסבים / האם גורם העישון לתאונות? / מבחנים
 מקצועיים למהנדסים / להבת טיל — להארת שטחים 77

מעניין ומועיל:

מראה מפחיתת סינוור / מפתח מסוג חדש / מכשיר
 המגן על המנועים מאבק / שיטה חדישה לפיצוץ
 שדה מוקשים / נעילה עצמית של בורג בטחון /
 אלמנט מחשב זעור 78

תמונת השער: הוחל"מ הטכני של צה"ל (ראה עמ' 80)

מערכות

בית הוצאה של
 צבא הגנה לישראל

העורך הראשי: אל"מ אלעזר גלילי
 סגן העורך הראשי: סא"ל גרשון ריבלין
 מרכז המערכת: מרים דרורי
 שרגא גפני
 אסתר גולדברשט
 "מערכות": העורך סא"ל צבי סיני
 "מערכות-שריון": קצין-עריכה רביסרן מאיר איזנבל
 "מערכות-פלס": קצין-עריכה סגן-אלוף שלמה לב
 "מערכות-ים": קצין-עריכה סרן אלי שהף

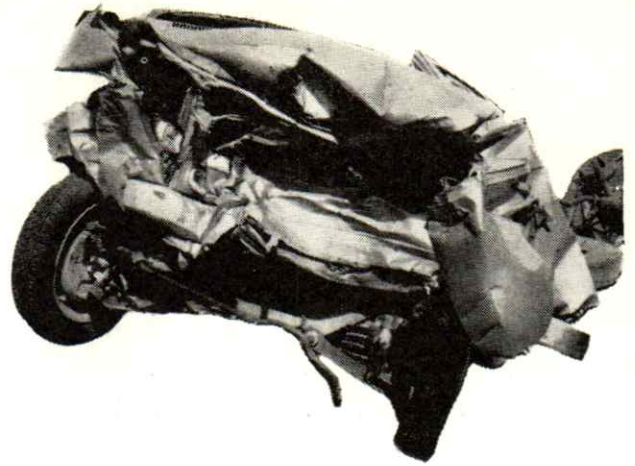
המערכת והמנתלה: הקריה — ת"א. רח' ג' מס. 1 טל. 692237



קצין עריכה: רביסרן — יעקב להט
 עורך משנה: סגן — צבי פלד

מדור המנויים: הקריה, רח' ב' מס' 29, טל. 247185
 הודפס באמצעות משרד הבטחון — ההוצאה לאור
 "הדפוס החדש" בע"מ

בטיחות של כלי־רכב



תאונה בזווית של 45° בחזית הרכב גורמת ברוב המקרים לפגיעה במערכת ההגה.

כדי שאפשר יהיה לתכנן כלי־רכב, תוך התחשבות באפשרות כי כלי־רכב זה יהא מעורב בתאונה כלשהי חובה על המתכנן לחקור את גורמי התאונה, וכן את הדרך בה עליו לסלק גורמים אלה.

דולר, כדי לחקור תאונות בהן היו מעורבות 800 מכוניות פולקסוואגן, תוצאות המחקר עתידות להתפרסם בימים הקרובים.

רמת־המחקר הגבוהה והגינותן המופתית של מעבדות קורנל הן עובדות ידועות, אולם דבר זה, לא מנע מנשיא המעבדות, מר א.ג. רוס, מלעמוד בחקירה בלתי־נעימה בפני ועדת משנה של סנאט ארה"ב, כאשר ניסה סנאטור מסוים להוכיח, כי קורנל לא פירסמה ברבים עובדות אחדות שלא היו נוחות ליצרן התומך בה. למעשה שומרת המעבדה לעצמה את הנתונים הגולמיים של תאונות מסוימות, כגון הפרטים שנמסרו על־ידי רופאים בכל הנוגע לחוליהם; כאשר נאסף חומר שדי בו לשם הסקת מסקנות ופרסום דוח, מתפרסם הדוח. מדיניות זו מאושרת על־ידי שירותי הבריאות הציבוריים של ארה"ב, שתחת הסותם עומדת מעבדת קורנל.

לפני זמן־מה העניקו שירותי הבריאות בארה"ב מענק מחקר לאוניברסיטת הרבארד לשם הקמת צוות אשר יבצע מחקרים פסיכולוגיים־רפואיים־מכניים של תאונות דרכים שהתרחשו באזור בוסטון, וינסה לקבוע מהם גורמי התאונות.

לשם ביצוע מחקר זה, היה צורך לחקור את האנשים המעורבים בתאונות, כשניסיון התאונות עדיין טרי בזיכרונם — כפי שאמר אחד מאנשי שירותי הבריאות לוועדת הסנאט. „אנשים נוטים לדבר בחופשיות רבה יותר לפני שמוזכרים אותם עורכי־הדין שלהם שלא לדבר“.

במסצ'וסטס אף חקקו חוק מיוחד כדי לשמור ידיעות מעין אלו בגדר סוד, אולם כאשר החל הצוות מפרסם דוחות ארעיים שהיו מבוססים על מקרים אחדים, החלו מספר עדים חשובים „מאבדים“ לפתע את זיכרונם.

מהי מידת מהימנותם של הדוחות? בית־הספר לרפואה של אוניברסיטת הרבארד הצהיר לאחרונה כי הנתונים המדויקים

תחומי המחקרים

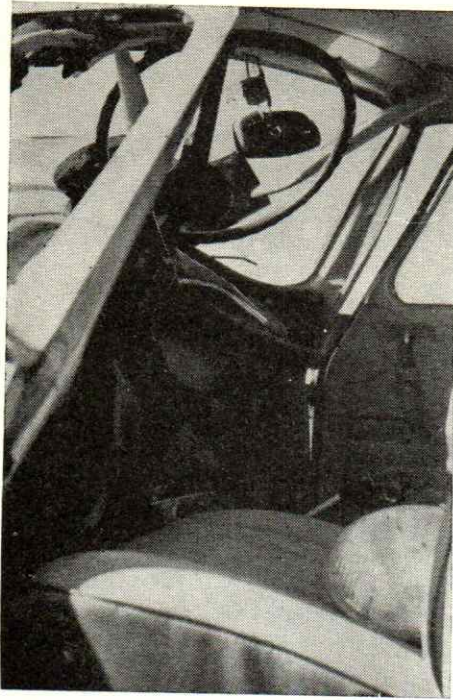
כפי שציינו החוקרים שעסקו בנושא זה, אפילו ייעשה המקסימום האפשרי בחקר זה תארענה תמיד תאונות, ואולם, אפשר למנוע מקרי־פגיעה ומוות רבים, על־ידי תכנון הרכב תוך התחשבות באפשרות שתארע תאונה. תעשיית המכוניות בכל רחבי העולם לקחה עד כה בחוסר התחשבות בשיקולים אלה, אולם היא אינה מתחמקת מן האחריות לעניין זה.

לשם תיקון המצב, יש לחקור שני תחומים ברורים:

- 1) בתחום הגורמים לפגיעות: היכן הן שכיחות ואצל מי? האם פוגעים האנשים בעת התנגשות בעצמים שונים בתוך המכונית או מחוצה לה, או שמא נממכת המכונית בעת ההתנגשות והיא המוחצת את הנוסעים? ואילו הם אביזרי־המתכת המסוכנים שבמכונית הגורמים לפגיעות?
- 2) בתחום הפיתרון: האם טוב יותר למנוע בעד האנשים מהתנגש בעצמים השונים, או שמא עדיף לתכנן את העצמים השונים רכים יותר ומזיקים פחות? ואולי יש לתכנן את ביצוע שני התיקונים גם יחד?

הגורמים

רוב המחקרים בנושא הבטיחות בדרכים בארה"ב מתבססים על דוחות אשר פורסמו על־ידי (Automotive Crash) A.C.I.R. (Injury Research), שהיא זרוע של המעבדה האווירית של קורנל. מעבדה זו מקבילה כמעט, מבחינת היקף פעולותיה, למעבדת מחקר־הכבישים של בריטניה, אולם יש הבדל עקרוני אחד ביניהן. המעבדה של קורנל היא חברת־בת של אוניברסיטת קורנל, ומבצעת מחקרים בחסות אוניברסיטה, כלומר יכול יצרן כלשהו להטיל על המעבדות עבודת־מחקר מסוימת, אשר הוא מממנה. כך, למשל, עשתה חברת־הבת האמריקאית של פולקסוואגן, אשר הקציבה ל־A.C.I.R. סכום של 30,000



תמונה מס' 2: לוח המכשירים ומוט ההגה, נעו לאחור ולמעלה כתוצאה מההתנגשות החזיתית שנראית בתמונה מס' 1.

ביותר באשר לתאונות, מתקבלים רק בתאונות-יחיד של כל-ירכב.

על-כל-פנים מחקר התאונות הופסק על-ידי ועדת החקירה של הסנאט, לאהר שנוכחה לדעת כי כבר הוצאו 600,000 דולר על מחקר 50 תאונות, וכי בדווח על התוצאות לא הבדילו בין נתונים לבין פירושים. יצוין, כי הדו"ח טען ש"הגורמים העיקריים לתאונות הם:

- (1) תכנון הכביש או מצבו;
- (2) תקלה טכנית ברכב;
- (3) חוסר כישרון נהיגה;
- (4) דכאון הנהג.

מעבדות קורנל מכל מקום שומרות לעצמן עובדות סטטיס-טיות עד אשר יש ברשותן במספר מספיק לשם עשיית הכללה מוסמכת. המעבדות מעבירות מדי פעם נתונים מסוימים על תקלות טכניות בכל-ירכב שונים אל היצרנים (כגון העובר דה שמוט-ההיגוי בדגם מסוים נדחף לאחור יותר מדי בזמן תאונה) כך שלמהנדסי החברות המייצרות יש בסיס עליו יכולים הם לפעול לבצוע השיפורים.

למותר לציין כי המעבדות מכירות אך ורק בעובדות. לדוגמה יצוין, כי עורך התקופון "מוטור" פנה למעבדות וציין כי למכונת ה"רובר 2000" יצאו מוניטין של מכונית בטוחה-יחסית בתאונות, אך מנהל המעבדות סירב להכיר בכך, בשאלו "כמה תאונות בהן מעורבות היו מכוניות "רובר 2000" כבר נחקרו?"

עיקר הנתונים שיש ל-A.C.I.R. הם נתונים רחבים (אף כי לא מעמיקים) שהושגו מדוחות המשטרה ושירותי ומוסדות הרפואה הציבורית של 24 מדינות בארה"ב. מספר הדוחות שהגיעו לידי המעבדות מתקרב ל-70,000. בדוחות אלה, אשר

ט ב ל ה מס' 1
פגיעות בחזה

סך-הכל	נוסעים ליד הנהג	נהגים	פגיעה קלה, נוסע חגור
58	16	42	
130	27	103	אין הבדל
44	5	39	פגיעה חמורה, נוסע חגור
232	48	184	

ט ב ל ה מס' 2

מקומות הפגיעה	ראש	צוואר	חזה	בטן	עליונות גפיים	גפיים תחתונות	כולל
פגיעה קלה, נוסע חגור	53	23	58	27	48	59	58
אין הבדל	119	182	130	176	125	122	121
פגיעה חמורה, נוסע חגור	60	27	44	29	59	51	53

נותחו על-ידי מחשב, ניתן לבצע מחקרים רבים ומגוונים, כגון "יעילות חגורת-הבטחון בכבישים כפריים בקליפורניה", "בטיחות תפסי-הדלת של מכוניות משנות ייצור 62-63". או "גורמים עיקריים לפגיעות בתאונות בין כל-ירכב".

תרומתן המפורסמת ביותר של מעבדות קורנל היתה גילוי מספר האנשים אשר עשויים היו להינצל ממות אילו לא נזרקו מן המכונית בזמן ההתנגשות. בשנת 1954 רווחה האמונה כי סיכוייך להינצל גדולים יותר אם תיזרק מכלי-הרכב בשעת התאונה, אולם דוח המעבדות הראה כי מ-50% ומעלה מן התאונות אשר אירעו בכבישים כפריים ונסתיימו בפגיעה, נפתחה דלת אחת או יותר; כמו כן הראה דוח אחד, כי ברוב המקרים בהם נזרק הנוסע מתוך המכונית, כפולים סיכויו להיפגע פגיעה רצינית ואף להיפצע פצעי מוות.

מחקרים אלה (אשר אומתו מאז על-ידי מחקרים נוספים), הביאו, באורח ישיר, להתקנתו של תפס-בטיחות נגד היפתחות הדלת בזמן תאונה, במכוניות תוצרת ארה"ב. וכך הקדימו דטרואיט את היצרנים האירופים, בעוד שבהתקנת חגורת-הבטיחות בכלי-הרכב הקדימו האירופים את יצרני ארה"ב.

חגורות-ירך יעילות מאוד במניעת היזרקות, אולם אינן יעילות ב"מקרים אחרים. דוח קורנל הראה, כי השיפור הסטטיסטי היחיד היה הפחתת הפגיעות בחזה של הנוסעים במושב הקדמי.

דוחות שפורסמו מאוחר יותר הבהירו ללא כל צל של ספק, כי התקנת תפסיהבטיחות בדלתות כליהרכב הקטינה בהרבה את מספר הנפגעים. מקרי פתיחת הדלת פחתו ב־33 אחוז, מקרי ההיזרקות מתוך כליהרכב פחתו ב־40 אחוז, והפגיעות האנושות ומקרי המוות פחתו ב־12 אחוז.

באנגליה הושם דגש מועט יותר על עניין תפסיהבטיחות, שכן הניחו משום מה כי באנגליה מועפים פחות אנשים החוצה מכליהרכב. (יתכן שהסיבה לכך היתה כי הדלת בכליהרכב תוצרת אנגליה קטנה יותר); ואכן עד עתה רבים המסרבים להאמין כי יותר פגיעות אנושות נגרמות לאחר שעזב הנפגע את תא הנהג, בו היה מוגן יחסית.

בארה"ב יש לחגורות־הבטיחות פופלריות רבה, מאחר שקיימת בקרב הציבור התודעה כי בטוח יותר להישאר בכליהרכב בזמן התאונה ולא להיזרק החוצה.

מעבודות קורנל ערכו השוואה מדוקדקת של הפגיעות אשר נגרמו לנוסעים חגורים חגורות־בטיחות ולנוסעים בלתי־חגורים תאונות דומות כמעט, בהן לא נזרק איש מן הנוסעים מכליהרכב. התוצאות גילו, כי חגורת הבטיחות יעילה רק בהתנגשויות חזיתיות, וגם בהן מפחיתה היא אך את אפשרות היפצעותו בחזה של הנוסע במושב הקדמי. המעבודות דנו, לצורך המחקר, ב־232 תאונות בהן לא נזרק הנהג מכליהרכב החוצה משום שהיה חגור — והשוו אותן ל־10,000 תאונות דומות בהן לא היה הנהג חגור ולא נזרק מכליהרכב החוצה (טבלה 1).

החגורה שהיתה מקובלת בארה"ב היא חגורת־ירך, אולם מחקרים שבוצעו לאחרונה מצעידים אף את ארה"ב לכיוון חגורות־שלוש־הנקודות, המקובלות עד כה באירופה. אחד המחקרים המרשימים שנערכו הוא מחקר בתאונות קטלניות, המחקר נערך במשך שנתיים ימים במדינת מישיגן בארה"ב. במחקר זה נתגלה, כי מתוך 79 מקרי המוות שנח"קרו, אפשר היה למנוע 27 על־ידי שימוש בחגורות־ירך. תשעה מקרי מוות נוספים אפשר היה למנוע על־ידי שימוש בחגור "שלוש הנקודות" (חגור המורכב מחגורת־ירך וחגורת־חזה אלכסונית). אם כל העובדות הללו עדיין אינן משפרות את אוזנך, ראה בסדרת התמונות מס' 3 מה פירוש המושג "היזרקות" מתוך כליהרכב. המכוננית החליקה על כביש עטוי שכבת כפור ופגעה בתלולית־עפר שהיתה בצד הכביש; הנהג נזרק מתוך המכוננית, עוד בטרם סיימה זו את ההחלקה, כך שחלקה האחורי של המכוננית מחץ את חזהו של הנהג תוך כדי סיום ההחלקה. במכוננית היתה חגורת־בטיחות אך במקום לחגור אותה ישב הנהג עליה.

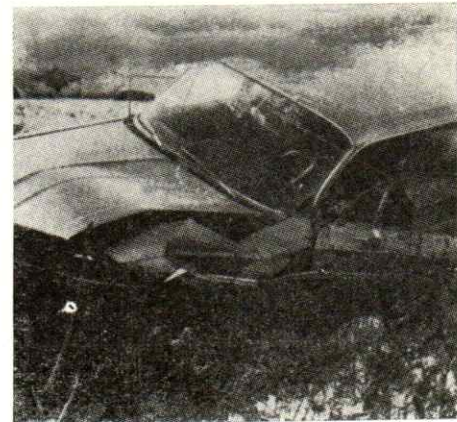
תמונות מס' 4, 5 מוצעות עוד יותר. הצילומים מראים שיקוף של גולגולת נערה בת 14, אשר בתוכה שקוע כפתור־רדיו.

בצד ימין נראה לוח המכשירים בו הוטחה הנערה. מחקרים נוספים העלו את סך־הכל מקרי המוות שנחקרו ל־177, ובהם נראתה נטייה גוברת והולכת לסוג זה של פגיעה (על־ידי לוח־מכשירים). מן המחקרים מסתבר, כי בתאונות מסוג זה אין חגורות־הירך יעילות, לעומת זאת תהיינה יעילות חגורות "שלוש הנקודות".

רבים מנפגעי התאונות מתו כתוצאה מהינעצות מוט־ההגה



תמונה חט' 3: השברולט שבתמונה החליק על כביש עטוי שכבת כפור...



פגע בתלולית עפר בצד הכביש, הדלת נפתחה...

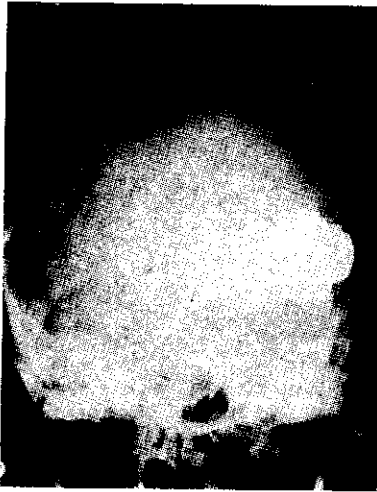


הנהג נזרק החוצה, המכוננית השלימה את ההחלקה והנהג נמחץ למות.



סיבה: הנהג לא טרח לחגור את חגורת הבטיחות.

תמונה מס' 5: שיקוף גולגלתה של נערה בת 14, אשר בתוכה שקוע כפתור רדיו.



תמונה מס' 4: מהי מידת הסכנה של פנים מכוייח? בתמונה נראה מכשיר רדיו בשעת חאונה עלול הכפתור להנעץ בראשך.

בחום. אנשים רבים התלוננו על תנועה לאחור של מוטיההגה לתוך תא הנוסעים. אולם מתוך ארבעה-עשר מקרים בהם היתה תנועה-הגה לאחור, כללו אחד-עשר מקרים. התקפלות מערכת-ההיגוי ומערכתה (ראה צילומים 1, 2).

פירוש הדבר הוא שלוחי-המכשירים ומוטי ההיגוי נעו לאחור משום שהיתה התנגשות בזווית של 45 מעלות בדיוק לפני דלת הנהג — מצב אשר הסיכויים להיוותר הימנו בחיים הם אפסיים.

ישנם חוקרים המתנגדים להנחה כי כלי-הרכב הוא הגורם היחיד הטעון שיפור לשם הגברת הבטיחות. אחד החוקרים הללו סיפר על עץ בודד שגדל לצד הכביש ו"צבר"

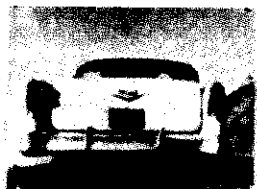
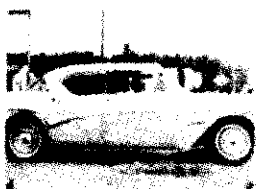
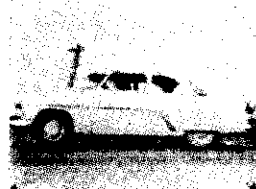
- המשך בעמוד 64 -

חזית

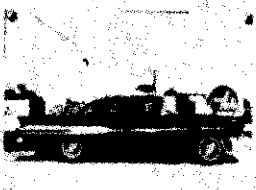
צד

אחורה

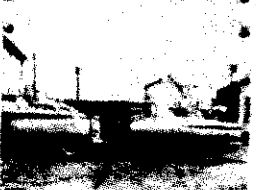
התהפכות



תאונה קלה



בינונית



+ בינונית



רצינית



קטלנית

תמונה מס' 6: התמונה מורכבת מסדרת תמונות אשר נלקחו מתיקי דוחות תאונה של מעבדות קורנל. בארכיון המעבדות יש 70,000 תמונות המורגנות לפי חומרת התאונה.

יחס דחיסה כושתנה

בכנוע

שריפה

פניכתי

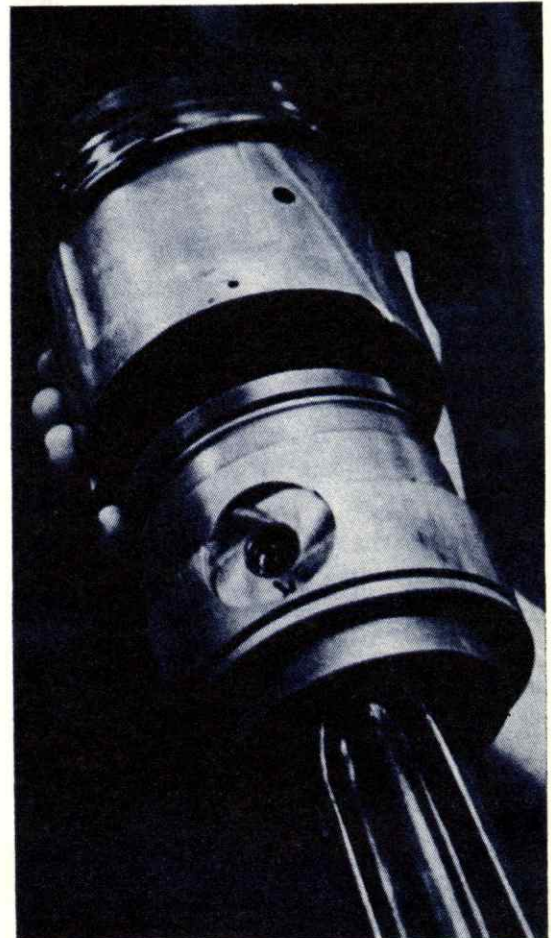
במאמר זה ננסה להסביר את התיאוריה ואת הדרכים לפתרונות ההנדיסיים הכרוכים בתכנונה של בוכנה הידראולית מבוקרת אשר מאפשרת את הפעלתו של מנוע שריפה פנימית המוצת בהצתת דחיסה ביחס-דחיסה משתנה. בהפעלת מנוע שריפה פנימית המוצת בהצתת דחיסה ביחס-דחיסה משתנה, הושגה הגדלה של 50% בהספק (0.5 עד 0.7 כ"ס לכל אינץ' מעוקב של נפח המהלך), מבלי לגרום לעליה בלחץ המכסימאלי של השריפה, וזאת — על-ידי הקניית אפשרות ליחס-דחיסה גבוה בעת התנעת מנוע קר ובתנאי עומס חלקי; וליחס-דחיסה נמוך יותר — בעבודת עומס גבוה. מבנה זה מאפשר גם התנעה יעילה במזג-אוויר קר מאוד, וכן ביצוע נקי בסוגי-דלק שונים.

זה למעלה מ-20 שנה, מציגים יצרני הרכב השונים, הצורכים מנועים בעלי הצתת-דחיסה (דיזלים), דרישות להגדלת היחס בין ההספק למשקל המנוע, תוך שמירה על תכונות-הפעלה, יציבות ומהימנות בכל תנאי-סביבה שהם, החל בתנאי המדבריות הלוהטים וכלה בקור הארקטי.

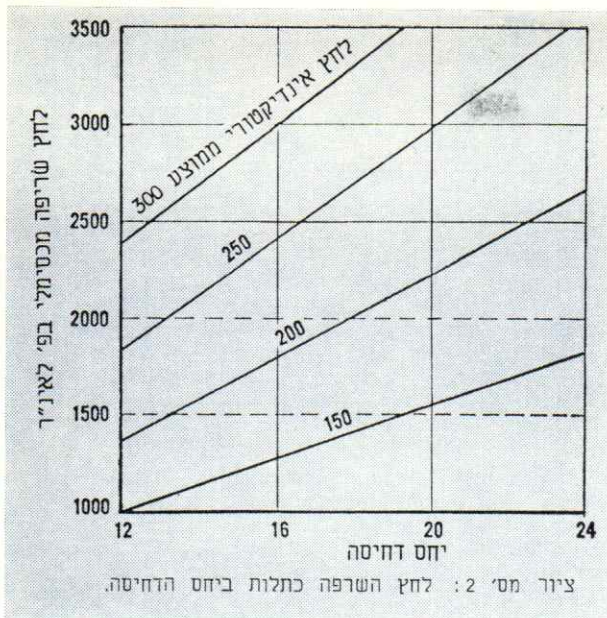
לשם השגת דרישות אלו נערכו מחקרים בנושא תכנונם ההנדסי של המנועים, ובעקבותיהם הצליחו היצרנים לשפר מאוד את תהליכי השריפה, את אביזרי התנועה, את קירור המנוע וכיוצא באלה. הצלחות רבות אלו איפשרו ליצר מנועים קומפקטיים בעלי מהירות גבוהה ולהפחית את משקל המנוע עד ל-3 ק"ג לכל כוח-סוס ואף למטה מזה.

כל עוד ישאר אופיה העקרוני של הפעולה כמקובל עד עתה, קשה להאמין כי אפילו בתכנון מופתי תושגנה תוצאות מרחיקות לכת, גם אם תגדל מהירות-המנוע ויפחת משקל-החלקים. לכל אלה, יש להוסיף דרישות מיוחדות המוצגות על-ידי הצבא, כגון צריכת-דלק סגולית נמוכה, הגדלת טווחי-הלחימה, ובמיוחד אלה של הטנקים, שימוש בסוגי-דלק שונים (ללא הבדל בין דלק-מטוסים, סולר או בנזין מסחרי), ואשר מטרתן — השגת גמישות בהפעלתו של מערך צבאי שלם. אין ספק כי רק שינוי עקרוני, אשר יציג מבנה הנדסי חדש, יביא לתוצאות הרצויות. ציור 1 ממחיש בצורה גרפית את התחום הרחב של פעולות-המנוע הנובעות מן הדרישות — החל מהתנעה בקור וכלה בעבודת עומס מלא.

מתוך הגרף שבציור מס' 1 ניתן ללמוד על מידת הטמפה הדרושה להצתת בנזין וסולר, כפי שזו באה לידי ביטוי מעשי. מנוע שקוטר בוכנתו 5 עד 6 אינץ', ניתן להתניע באורח משביע רצון בסולר, ביחס דחיסה 1:16 אף בטמפה נמוכה של 0 מעלות, או ביחס-דחיסה של 1:19 בטמפה של 25°F (-32°C). לאחר ההתנעה מתאפשרת עבודה תקינה בפעולת-סרק ובעומס ביחס דחיסה של 1:12. כאשר מופעל המנוע בבנזין, נדרש לשם התנעה יחס-דחיסה של למעלה מ-1:24 או לעבודת סרק ב-1:18, ובעומס מספיק — יחס דחיסה נמוך מ-1:12.

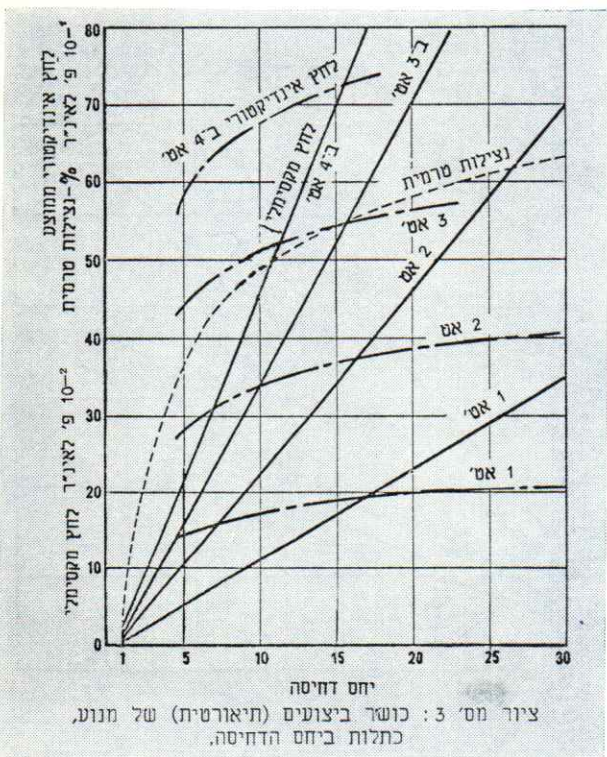


הבוכנה המיועדת למנוע בעל יחס דחיסה משתנה — בתמונה נראים שני החלקים: מעטפת, ונושא פין הבוכנה.



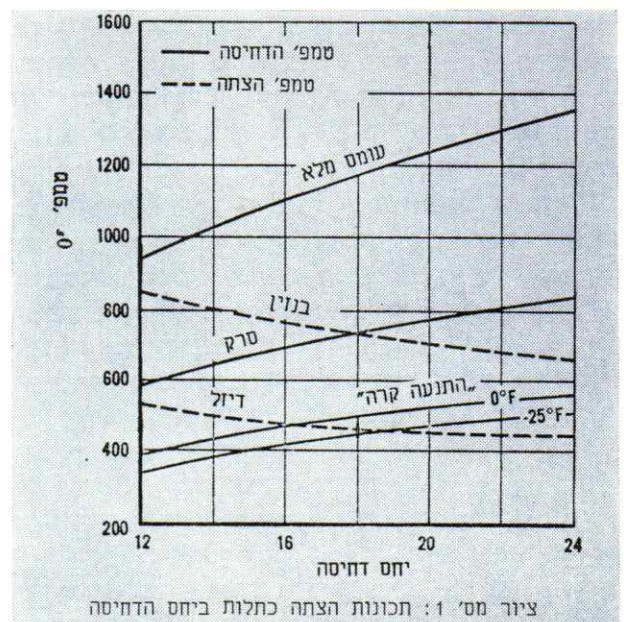
אלו גם בתאורים גרפיים שונים כמו למשל, בציור 4, המראה את תלות הלחץ המקסימלי בלחץ הספקת האויר ביחס־דחיסה שונים וקבועים. מתוך הגרפים ניתן ללמוד כי עליית הלחץ המקסימלי נמצאת ביחס ישר ליחס־הדחיסה. ומתוך ציור 5, המציג את תלות היחס האפקטיבי הממוצע בלחץ הכניסה של האויר, וכן מתוך הגרף שבאותו ציור, ניתן לראות שעליית הלחץ האפקטיבי ביחס־דחיסה קבוע משתנה ביחס ישר. מתוך הגרפים 4 ו־5 מתקבל ציור 6, הדומה מאוד למדי־דו שהתקבלו בציור מס' 2.

מתוך עובדות אלו נובע כי כל רצון להשיג הספק רב יותר מתוך נפח מהלך קבוע או להגדיל את היחס בין ההספק



במנוע המוצת בהצתת דחיסה ואשר בו מגדילים את יחס הדחיסה לצורכי התנעה ועבודת־סרק חלקה גוררת אחריה מיד גידול הלחץ המקסימלי בתהליך השריפה. ציור מס' 2 מציג את הלחצים המקסימליים המתפתחים במנוע הזרקה בתנאים שונים של יחסי דחיסה ועומס. בתכנונו של מנוע בעל יחס־דחיסה קבוע קיים גבול אופטימאלי ליחס בין ההספק (כוח־סוס) למשקל, הנובע מבעיות החוץ המכני. בעיות אלו מת־בטאות בתכנון ההנדסי, המבוסס על גבול הלחץ המקסימאלי בתא השרפה.

הפיתרון שבאמצעותו ניתן לעמוד בדרישות שהוצגו, ובמיוחד בדרישה להספק גבוה במשקל נמוך, הוא תכנונו של מנוע אשר יעבוד ביחס־דחיסה גבוה להתנעה ולעבודת־סרק, ואילו בהפעלת עומס ישתנה היחס באורח אוטומטי ליחס־דחיסה נמוך יותר, והתפתחות־הלחצים הגבוהה תוגבל לשיעור אשר תוכנן מראש.



הברת קונטיננטל מוציאה עתה לשוק דגמי מנועים בעלי ביצועים מוגדלים ב־50%, וכן ממשיכה היא לפתח מנועים בעלי הספק גבוה יותר, מבלי לשנות את מרבית החלקים המורכבים במנועיה הקונבנציונליים של החברה, מאחר ואין הגדלה בלחץ המקסימלי בתא השריפה. מטרת מאמר זה להסביר את העקרונות התיאורטיים והמעשיים עליהם מתבסס מבנה המנועים בעלי יחס־הדחיסה המשתנה, בהם מושגות התכונות והביצועים שהוצגו לעיל.

תנאי העבודה של מנוע בעל יחס־דחיסה משתנה
ציור מס' 3 מציג את עקומות הלחץ המקסימלי בתא השריפה, את הלחץ האפקטיבי הממוצע, ואת הנצילות הת־מית כתלות ביחס־הדחיסה ב־4 תנאי־לחץ של הספקת־אויר לתא הצילינדר (גידו־שִׁיתר).

מתוך ההצגה הגרפית נראה כי שיעור גידולו המקסימלי של הלחץ בשעת שריפה גדלה במהירות רבה עם עליית יחס־הדחיסה, בקצב מהיר יותר מעלייתו של הלחץ האפק־טיבי הממוצע או מעלייתה של הנצילות. ניתן להציג עובדות

המופק למשקל, מהייב פיקוח על גבול התהוותו של הלחץ המקסימלי. אם עורכים אנו ניתוח זה בשביל מנוע בעל הצתה השמלית מקובלת, ניתן להשיג בו יחס־דחיסה משתנה, נצילות גבוהה יותר, וצריכת דלק נמוכה בעומסים חלקיים. כל זאת — מבלי לפגוע בהספקיו המקסימאליים של המנוע.

בוכנת המנוע בעל יחס־הדחיסה המשתנה

הבוכנה במנוע בעל יחס־דחיסה משתנה, המבוקרת הידרארית לית באורח אוטומטי מלא, מתוארת בצירוס מס' 7. הבוכנה מורכבת משני חלקים עיקריים: המעטפת החיצונית "A", הכוללת את פני הבוכנה וחלל השריפה ונושאת את טבעות האטימה, והחלק הפנימי "B", הנושא את פני הבוכנה ומשמש כציר־החיבור אל גל־הארכובה באמצעות הטלטל. החלק הפנימי נע הלוך־ושוב בגבולות קבועים מעלה־מטה, ואילו המעטפת החיצונית חופשית לנוע בתחומים מסוימים למעלה ולמטה כנגד החלק הפנימי "B". הזזתה של המעטפת החיצונית "A" ביחס למרחק מפני הבוכנה, משפיעה על שינויי יחס־הדחיסה, על־ידי הגדלתו והקטנתו של החלל שבתא השריפה. תזוזת המעטפת החיצונית מבוקרת בקרה הידראולית על־ידי חלל השמן העליון "C" ועל־ידי חלל השמן התחתון "D". התנועה היחסית בין שני חלקי הבוכנה מותנה בוויסות כמויות השמן בחלל העליון "C" ובחלל התחתון "D". מילוי השמן בחללים, "C", "D" מתבצע בשמן הסיכה של המנוע, שמשופק מן הטלטל דרך תעלה "E" אל חלקה הפנימי של הבוכנה דרך האטימה הקולטת עם קפיץ "G", ומאסף "F" לשסתום אל־חוזר "H", "J".

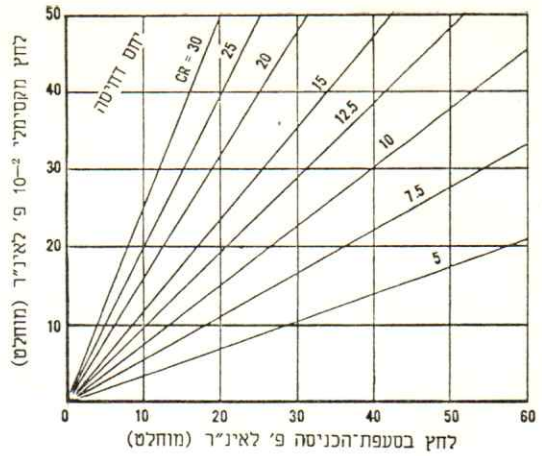
החלל העליון "C" מחובר לתעלת פריקה. שסתום "פורק־לחץ" "L" מווסת ללחץ פריק קבוע. כאשר גדל הלחץ בחלל־השריפה לשיעור המקסימאלי המותר לפי התכנון, שומר שסתום־הפריקה על לחץ קבוע ומוגבל זה.

בחלל התחתון "D" מצוי נחיר "K", אשר מבקר את שיעור התזווה בין שני החלקים במשך מהלך היניקה ומהלך הפליטה. השמן הנפלט מן החלל דרך הנחירים "K" ו־"L" מתנקז ישירות לאגן השמן. בעת שחרור שמן דרך נחיר "K", הולך החלל "D" וקטן ואילו החלל "C", המתמלא דרך השסתום "H", הולך וגדל.

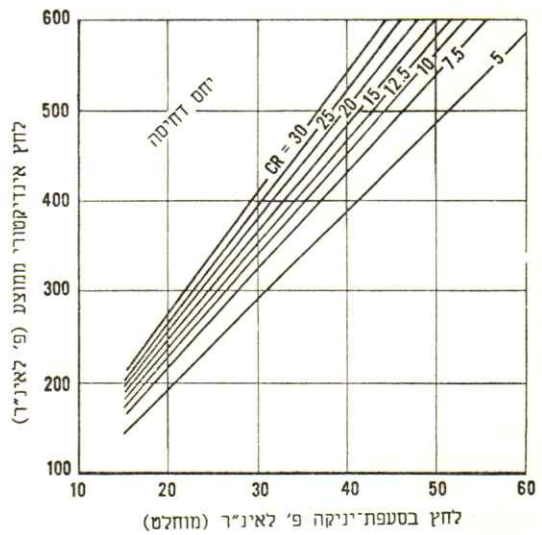
תיאור הפעולה

פעולת הבוכנה במנוע בעל דחיסה משתנה היא אוטומטית לחלוטין ניתן להשוותה לפעולתו של דחיק שסתום הידראולי. המבנה מאפשר את שינוי גובהה של כיפת הבוכנה מעל למרכז פני־הבוכנה בחיבורו לטלטל. התזוזות חלות עד לאיזון הכוחות בין הלחץ המקסימאלי המותר בצילינדר לבין לחצי השמן בחלל־הבוכנה, המבוקרים על־ידי השסתומים.

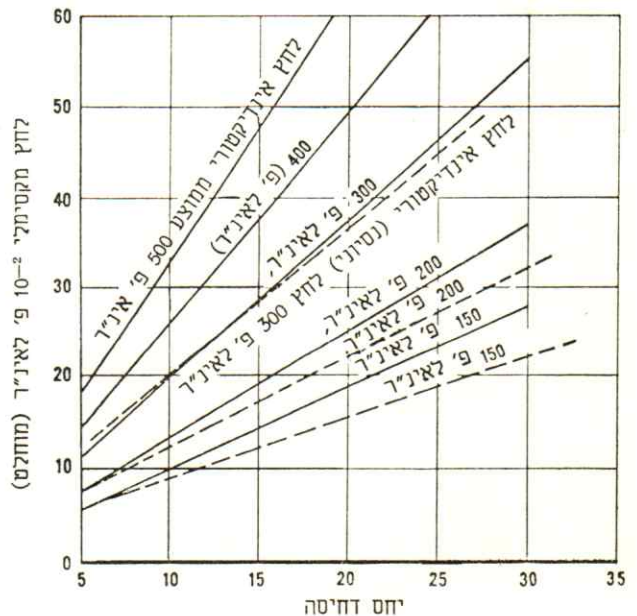
אופן פעולתה ההידראולית של הבוכנה בעלת יחס־הדחיסה המשתנה מתואר בצירורים הסכמתיים 7 ו־8. בכל חלקו האחרון של מהלך הבוכנה כלפי מעלה, ובראשית תנועתה של הבוכנה במהלך כלפי מטה, נמשכת שאיפתה של מעטפת כיפת־הבוכנה להגדיל את המרחק היחסי מפני הבוכנה בהשפעת כוחות ההתמדה. בעת ובעונה אחת, שואף לחץ השמן המגיע דרך התעלה בטלטל אל קו ההספקה G, לפתוח את שסתומי הכניסה — H ו־J ולהטעין שמן בחללים. במשך מהלך הדחיסה ומהלך הכוח (השריפה) קטנה שאיפה זו יותר —



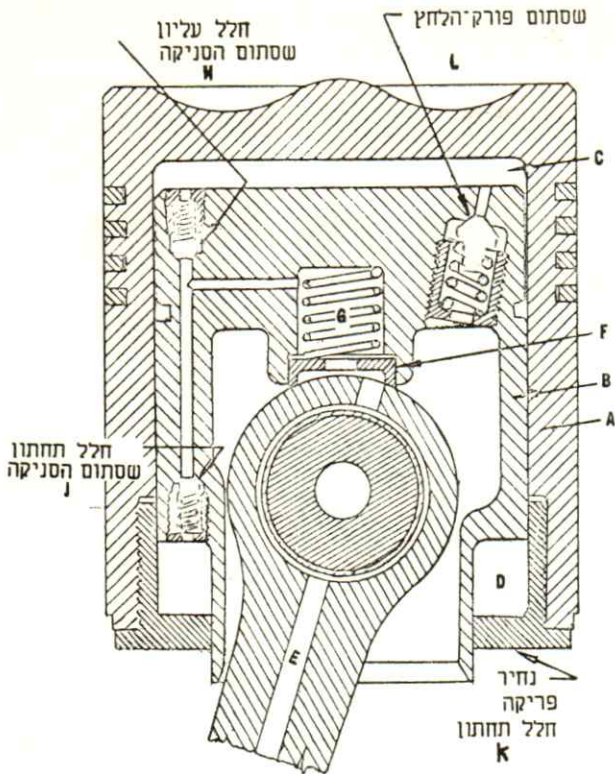
צירוס מס' 4: לחץ השריפה (תיאורטי) כתלות בלחץ כניסת האויר בטעפת היניקה.



צירוס מס' 5



צירוס מס' 6: לחץ השריפה (תיאורטי), כתלות ביחס הדחיסה



ציור מס' 7: סכמת המבנה של בוכנה במנוע בעל יחס דחיסה משתנה

בהשפעת הכוח הנגדי שבחלל הצילינדר. אין הדבר כך בעת מהלך הפליטה ומהלך היניקה, ולפיכך בסופו של מהלך הפליטה ובתחילתו של מהלך היניקה נטען החלל "C" שמן דרך שסתום האל-חוזר "H", ומעטפת הבוכנה עולה כלפי מעלה. באותה עת שואפים כוחות ההתמדה להקטין את חלל "D", ופריקתו של השמן מתבצעת דרך הנחיר "K". חלל-השמן התחתון פועל כמשכך, כדי להגביל את שיעור התנועה. בהתאם לתכנון גודל הנחיר "K". תכנון הנחיר "K" מותאם כך שיאפשר תנועה מינימלית בכל מהלך פליטה.

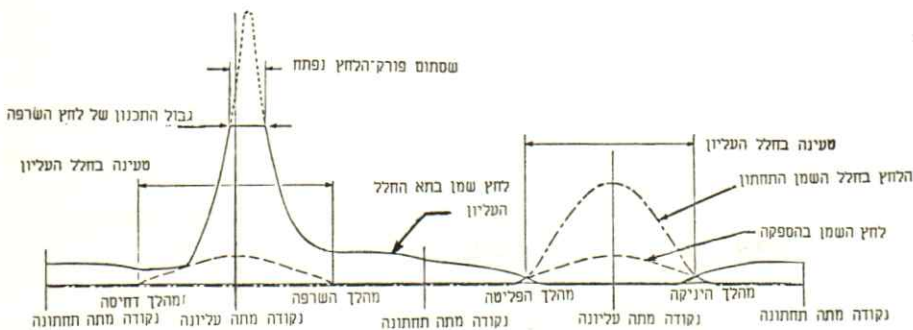
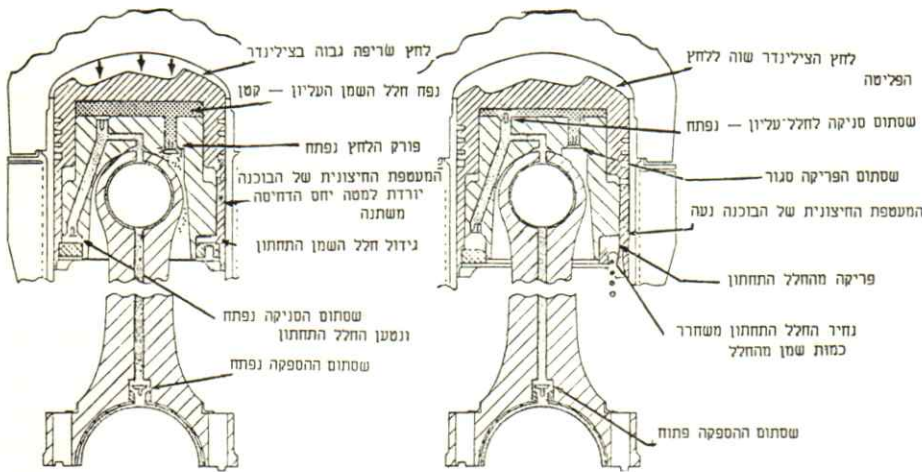
במשך מהלך הדחיסה ומהלך הכוח, גורם לחץ גוייה-שריפה על כיפת הבוכנה להתהוות לחץ גדול בחלל-השמן העליון "C". כאשר עולה הלחץ בחלל "C" לשיעור מתוכנן שנקבע בבחירה תכנונית, נפתח השסתום פורק-הלחץ "L" ומשחרר כמות שמן המאפשרת את ירידת מעטפת הבוכנה בתנועה יחסית לפי-הבוכנה, ויחס-הדחיסה קטן בהתאם; הואיל ולחץ התא "C" גבוה אותה עת במיוחד, גדלה ההתנגדות דרך שסתום "H", והשמן נדחה ביתר קלות דרך שסתום "J"; בהתאם לכך מתמלא חלל "D". שיעור זרימת השמן מאפשר לשמור על טעינתו המלאה של חלל "D".

כמות השמן המתפרקת מן החלל העליון תלויה בשיעורי הלחץ המתהווה בחלל השריפה בצילינדר. שסתום הפריקה "L" מאפשר פריקה מיידית ומהירה תוך זמן קצר ביותר, תכנונו נעשה בשיטה המבטיחה מפני גידולו של הלחץ מעל לשיעור מתוכנן.

ירידת לחץ הדחיסה במהלך הכוח (שריפה)

עליית יחס הדחיסה במהלך הפליטה (התמדה)

לעומת זאת מבוקרת עליית הבוכנה על-ידי הנחיר "K", בצורה המבטיחה תנועה מינימלית בכל אחד ממהלכי-הפליטה. נקיסת דרך-תכנון זו גורמת למי צב סטאטי של יחס-הדחיסה, כל עוד לא חל כל שינוי מהותי בעור מס המנוע. התנועות המינימליות כמעט שאינן מורגשות, כל זמן שלא חל שינוי בלחץ המקסימלי בתא הצילינדר, אם עולה העומס המופעל, עולה עמו הלחץ המקסימלי בתא השריפה, ומצד שני יורד לאלתר יחס-הדחיסה. אם יורד העומס המופעל, ובפרט כאשר אין הלחץ המקסימלי מופיע כלל, עולה יחס-הדחיסה בהדרגה עד להשגת יחס-הדחיסה המתאים לתנאי העומס החדשים, או עד למכ"סימום האפשרי בסוף מהלכה של המעטפת על גבי נושא פיך-הבוכנה. נה. ראוי לציין כי למהירות הסיבובית (או מהירות הבוכנה) אין כל השפעה על שינוי יחס הדחיסה



- המשך בעמוד 52 -

ציור מס' 8: תאור הלחצים והתמורות בבוכנה המבוקרת

חומרי פלסטיק המחוזקים בסיבי-זכוכית ניתן לעצב לשי-
מוש כקפיצים לוליניים ודפופים. קפיצים אלה, בהיותם
מתוכננים נכונה, קלים יותר מקפיצים מתכתיים, ועם
זאת — בעלי אותן תכונות קפיציות.

בנימין פוזניאק

פלסטיק מחוזק

ליצור קפיצים

יצירת קפיץ

תחילה ניגשו לפתרון הבעיה בדרך הישירה ביותר, על-ידי כך שכרכו פלסטיק מחוזק בסיבי זכוכית על כוש ואח"כ עיצבו את הקפיץ. התוצאות לא היו טובות — הקפיץ היה קשוח כאיטריה שלא בושלה די צרכה. האנליזה הראתה כי מודולוס הגזירה שלו קרוב למודולוס הגזירה של חומר הקישור (דבקי שרף), דהיינו, הוברר כי הסיבים לא חיזקו את הקפיץ די צרכו. (החומרים היו סרטים חד-כיווניים מוספגים, או בדומה להם, אחדים מן החומרים היו מחוזקים על-ידי בד גס, או על-ידי הוספת דבק רטוב תוך-כדי עיצוב.

לשם הגדלת הקשיחות, כרכו צרורות אחדים של חוטים דקים בתוספת חומר פלסטיק לגדיל בורגי אחד, והקפיצים הוכנו מתרכובת זו. ואולם כאשר מתחו קפיצים אלה כדי לבדוק את אפשרויות המתיחה המפסימלית, נוכחו כי הם בעלי קשיחות גבוהה מדי, שכן בשעת דחיסתו הגיב הקפיץ כאילו פועל רק החומר הדביק שבו. הסתבר איפוא כי הקשיחות תלויה בכיוונו של סליל הקפיץ, וגדילים הכרוכים ימינה או שמאלה יגרמו קשיחות מנוגדת במתיחה או בדחיסה.

עתה הוברר כי הפתרון הוא הרכבת כריכות של סיבי-זכוכית לשני הכיוונים, לשם בניית הקפיצים. שיעור קפיציותם — תוך שמירה על אורכם — של קפיצים שהוכנו בצורה זו היה מעולה מזה של קפיצי-פלדה בעלי נפח שווה. יתר-על-כן, קפיצים אלה היו בעלי תכונות עמידות והתנגדות רצויים, ועם זאת — ניהנו באותה מגנטיות הדרושה לשם סיפוק הדרישות הראשונות הינה, הקפיציות תוך שמירה על האורך.

טיפול בקפיצים חד-עליים

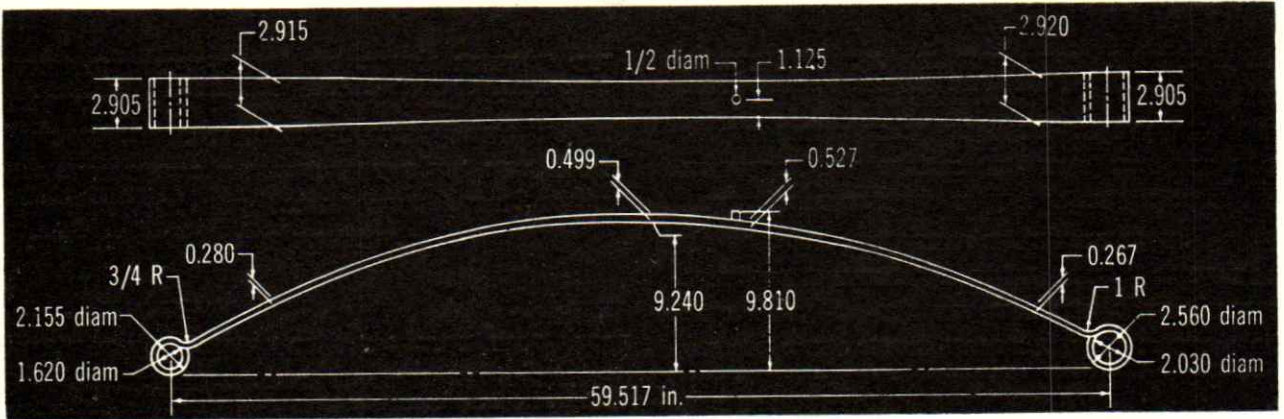
לפני שנים אחדות פיתחו מהנדסי-רכב קפיץ בעל עלה אחד, אשר תוכנן לשם הקטנת משקל הקפיצים הרב-עליים ולשם הגברת אמינותם (Reliability). הורגש כי תרכובת-שליסיבים עשויה לפתור בעיה זו, ועל-כן בחנו קפיץ-פלדה וקבעו את תכונותיו הסטטיות, לשם חישוב המידה הדרושה ליחידה המחזקת בסיבי-זכוכית (מודולוס: $10^6 \times 4$ פ' לאינ"ר).

הניתן להקטין את משקלו של קפיץ בעל עלה אחד ב-62% מבלי לפגום בחוזקו? ניתן לעשות זאת אם יינצר הקפיץ מתרכובת המחזקת בסיבי-זכוכית. חומרי פלסטיק המחוזקים בסיבי-זכוכית הם בעלי מודולוסים הניתנים לבקרה, ועם זאת — בעלי משקל קטן וחוזק גבוה. תכונות אלה חשובות לחומרים מהם נעשים קפיצים, במיוחד כאשר נדרש משקל קל ככל האפשר. הקפיצים המיוצרים מסיבי-זכוכית הם קלי משקל ובעלי התנהגות דינמית מצוינת, ויכולו למצוא את שימושם היעיל במכונות המחר, במטוסים ובציוד תעבורה אחר. קפיצים העשויים מפלסטיק, או מתרכובות סינטטיות אחרות ומחוזקים בסיבי-זכוכית, אינם בגדר חידוש. מוינים רוטטים (Vibrating Feeders), לדוגמה, מצוידים זה מכבר בקפיצים העשויים פלסטיק מחוזק בסיבי-זכוכית. יישומים אחרים של פלסטיק זה, במקומות בהם הכרחית קפיציות הם בקשתות לירי, מקלות גולף, חכות לדיג, מוטות לקפיצה ועוד. מכאן שלחומר זה פוטנציאל בולט לשימוש בקפיצים דפופים, לקפי-צים לוליניים ולסוגים אחרים של קפיצים.

מהו קפיץ?

קפיץ לפי הגדרתו, הוא התקן מכני המסוגל לעמוד במאמצי כפיפה תחת עומס כבד, מבלי להיות במצב קביעה קבוע. כיון שהקפיץ נמצא בדרך-כלל בתנועה של הלוך-וחזור או של ריטוט ובעומסים פתאומיים, חשוב כי יהא ביכולתו לספוג ולאגור כמויות גדולות של אנרגיה.

לשם המחשת שימושיותם של קפיצי-פלסטיק המחוזקים בסיבי-זכוכית, נתבקשו המהנדסים לחקור את תוצאות החלפתו של קפיץ פלדה לוליני בעל קוטר של 25 מ"מ, בקפיץ בעל אותן תכונות שיהא בלתי-מגנטי ובלתי-מחליד. הקפיץ המבוקש צריך היה להתאים לאותה מעטפת, ולספק ביצוע טוב ויציבות בתנאי החסנה ארוכים. (קפיץ הפלדה אותו צריכים היו להחליף היה בעל קוטר של 25 מ"מ, קוטר התיל 5.5 מ"מ; מספר הכריכות הפעילות — 19; אורך משוחרר — 120 מ"מ; סטייה לאורך מוצק — 33 מ"מ; והעומס באורך מוצק — 90.7 ק"ג).



ציור מס' 1: בקפיצי עלה יחיד כגון זה משתמשים בכליירכב.

העלתה כי משקל קפיץ עשוי חומר המחוזק בסיבים יהא 7.2 ק"ג לעומת 46.2 ק"ג, כמפורט, שהוא משקל אותו פריט עשוי פלדה. הפחתת-המשקל, יותר מ-84 אחוזים.

גורמי תכנון בהם יש להתחשב

בעת תכנון קפיצים, יש לנתחם קטעים קטעים, תוך קביעת מקדמיה של פעולת-ההגבה שבין השכבות השונות, כאשר הללו תומכות אלו באלו. לשם יצירת קפיצים זוליניים, שזרו שכבות לרוחב הכריכות בזוויות הנכונות (ועם היחס הנכון בין שכבות בעלי כיוון שמאלי או ימיני), וזאת — במטרה לשנות את מודולוס הגזירה של הקפיץ בשעת מתיחה או דחיסה, וכן במטרה להשפיע על מידת ההיסטרזיס ועל ההתנגדות להתעייפות.

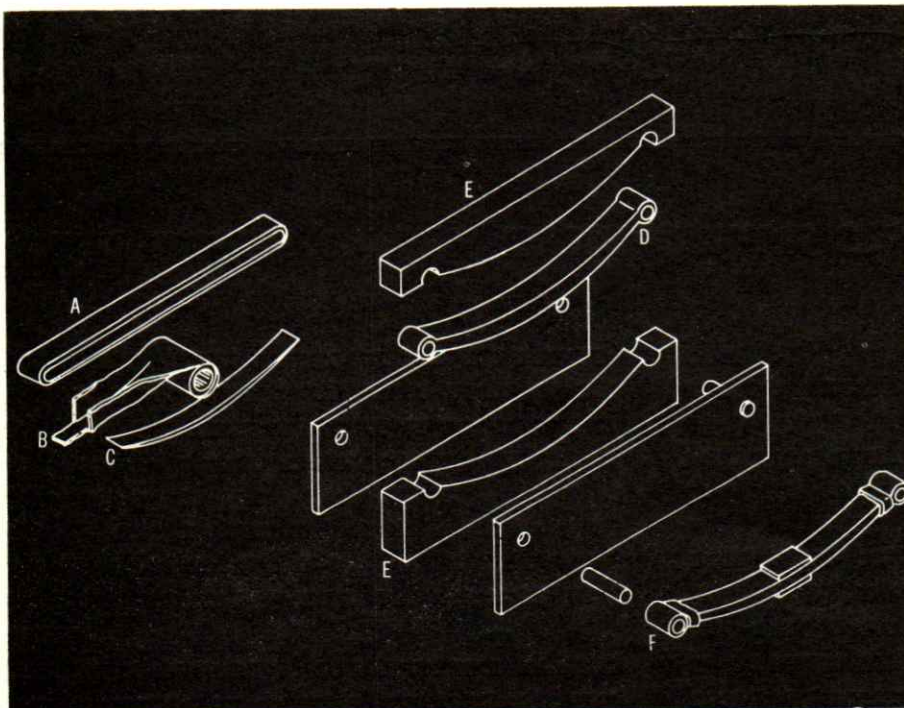
בשעת העבודה בנושא זה פותחו גם חומרי הדבקה. כדי להבטיח את הספגתם של החוטים הבדודים ואת ההגנה עליהם, היה צורך להשתמש בחומרי-הדבקה פלסטיים רכים יותר בעלי תכולת שרף גבוהה כל צרכה. אחד היתרונות הגדולים של תרכובת מחוזקות בסיבים בעת

הקפיץ הרצוי התקבל כמעט בניסוי הראשון ממש, על-ידי התאמת כל קטע וקטע. פיתוח זה נעשה מחדש, על-ידי ליפוף סרטים בעלי סיבים חד-כיווניים על ליבה, ועל-ידי עיצוב הצורה שנתקבלה. תכונות הפעולה של הקפיץ שנוצר, דמו מאוד לדגם שהיה עשוי פלדה, אך משקל הקפיץ היה 38% מדגם הפלדה, כ-3 ק"ג לעומת כ-8.5 ק"ג.

קושי מסויים בייצור גרם להפרשים בעובי, אשר גרמו להיווצרות נקודה רכה בקפיץ. רק לאחר שניקו את האיזור החלש והוסיפו את השכבות הדרושות להבטחת הטייה נכונה, הביאה אשפרה (Curing) נוספת את הקפיץ לתחומי הדרושות שבמפרט.

תכנון קפיץ רבי-עלי

הגישה הנזכרת לעיל ניתנת ליישום גם לקפיצים בעלי יותר מעלה אחד. תוך-כדי טיפול במפרט של קפיץ אחורי לרכב צבאי ייצרו קפיץ מפלסטיק מחוזק, השווה לקפיץ הקודם בחוזקו. העומס שהושם במרכז היה בן 2628 ק"ג, וכנגדו שתי נקודות-התנגדות בקצוות, ל-1814 ק"ג כל אחת. מספר העלים היה 10. עובי העלה היה 0.447 אינץ' ורוחבו 2.5 אינץ', בדיקה



ציור מס' 2: כדי ליצור את קפיץ העלה המורכב, הרכיבו הטכנאים את הצורה הקדמית, מטרס (A), את העטייפה החצונית להגנה ולכפיפת השכבות (B), ואת העלה המרובד (C). חלקים אלו נדחסו וחוממו בין חלקי העבוד (E), כדי ליצור את הקפיץ (D). הקפיץ הגמור (F) כולל את עיני הקפיץ ואת הדקי הקפיץ.

בניסויים הראשונים, היה צורך להוציא את הצירים מתוך הקפיץ על-ידי עיבוד שבבי. כתוצאה מהתכווצותם של חומרי ההפרדה והתפרקותם או התאכלותם, לא ניתן היה להוציא את הצירים מתוך הקפיצים המאושפרים בשום דרך אחרת. השימוש בכלים מצופים ב"טפלון" פתר בעיה זו בקשר לשרף ולשיטה בה השתמשו ליצירת הקפיצים באותה עת.

חומרים מורכבים המחזקים בסיבים (ובמיוחד בסיבי-זכוכית) נוטים לשחוק כל שטח מגע בו הסיבים גלויים. לפיכך יש להגן על מחברי המתכת שמסביב לקפיצים מרבדים גלויים, וזאת על-ידי הכנסת שכבות מילוי אורגניות או על-ידי מילוי איזורי-החיבור בשרף.

את הקפיצים העשויים מפלסטיק מחזק אפשר "לתרגל" (הקפיץ נתון בעומסים כבדים משתנים, במטרה לגלות מרכיביים שאינם פועלים כהלכה) לאחר האשפחה או אף בשלב מאוחר יותר. דבר זה מפחית את ה"ברך" הטיפוסית בעקומת מאמצי המתיחה של חומרי פלסטיק, ומאפשר אופן פעולה לינארי יותר.

במקרים מסויימים מכופפים את הקפיצים בתדירות גבוהה, דבר העלול לגרום להתהוות חום גבוה בקפיצים, אשר ית-חממו ויתפרקו כתוצאה מכך לשם מניעת השפעות מסוג זה, אפשר להכניס לקפיצים שכבות של רשת מתכתית או לוחיות קירור (Heat Sinks).

מזי מגמת פני מחקר זה עתה? לשם יישום נרחב בשדה תעשיית המכונות והתעשייה בכלל, הכרח הוא להתגבר על הבעיות הטכנולוגיות של יצירת מכונות אוטומטיות אשר תישזרנה, תעצבנה, תאשפרנה ותעבדנה קפיצים במהיר נמוך. כדי להגיע לשיטת-ייצור כדאית מבחינה כלכלית, יהיה צורך להתחיל לתרגם את הנסיון הנוכחי לשפת ייצור המוני.

השימוש בהן לבניית קפיצים הוא "הפעולה המושהית" שב-אופן הריסתם. העברת נזק מקלקול ראשוני אינה קורה לרוחב הקטע או באמצעות קוים בין-גרגריים, אלא השפעת הנזק מועברת מסיב אחד לבא אחריו על-ידי גזירה בדבק. כתוצאה מכך, על הנזק להתפתח מחדש ליד כל נקודת-העברה לפני שיוכל להמשיך התפשטותו.

הערות לבעית הייצור

בשעת ייצור קפיצים עשויים מחומרים סינטטיים חייבים להקפיד על ביקורת איכותם ולשים לב, באופן קפדני, להוראות-העיבוד. בהתאם לסוגי השרפים שבהם משתמשים (השתמשו בדרך-כלל באפוקסי אטמוספרי רגיל) יש לבצע את האשפחה (Curing) באופן שחלקים מסויימים לא יתחממו יתר-על-המידה לכן אין לאפשר מעבר מסלולי חום בלתי-אחידים העלולים להותיר אזורים בלתי-מאושפרים. כל אשפחה נוספת רצויה תמיד, גם מבחינת התלות בזמן (במקום בבקרת הטמ' פרטורה). נראה כי ה"הזדקנות" (Ageing) (התעייפות החומר) מתרחשת בשרפים מסויימים ללא קשר לשיטת האשפחה. כדי להדגים זאת, נזכיר כי הוברר שתכונותיהם האלסטיות של קפיצים השתפרו והלכו במשך שניים עד ששה חודשים לאחר האשפחה הסופית — כלומר, הם נעשו אלסטיים יותר ויותר. על קצוות הרבדים, העשויים להיות גלויים או בלתי-נתמכים, יש להגן על-ידי עטיפות נוספות בקצוות או על-ידי קיפולם של הסיבים בכיוון המתאים, סמוך לקצוות או למחברים. יש לצמצם ככל האפשר את פעולות ההתאמה הסופית ואת עי-בודם הנוסף של הקפיצים. כאשר נחוץ עיבוד נוסף, דרושים כלים בעלי סכינים קשות, ויש להיעזר בקירור מים. הכרח להיזהר מפני חימום-יתר של החלקים בשעת ההשחזה וה-עיבוד השבבי.



יחס דחיסה משתנה במנועי שריפה פנימית - המשך מעמוד 49 -

הדחיסה העליון. למעשה נשמר שיעור זה עד שלישי העומס בו מופיע לראשונה הלחץ המקסימלי, הגורם לפריקה דרך שסתום-הפריקה "L". החל מעומס זה ואילך, הולך יחס-הדחיסה וקטן בהדרגה כל עוד שואף הלחץ המקסימלי בשרי-פה לעלות, עד לגבולו התחתון של יחס-הדחיסה המותר אם ללחצים המקסימליים במנוע. תלותו של יחס-הדחיסה בעומס המנוע נעה בין 1:24 עד 1:12. לאחר דימום המנוע נפסקת הספקת הדלק כך שעד לשיתוקו המוחלט פועל המנוע ללא עומס, וכתוצאה מכך עולה יחס-הדחיסה עד לשיעורו המכסימאלי ונשאר במצב זה, ולפיכך מתקצר בהכרח משך ההתנעה הבאה.

הדחיסה, הואיל וכוחות ההתמדה גדלים בריבוע המהירות; ואילו הפריקה דרך הנחיר "K" יחסית לשורש הריבועי של הלחץ, לפיכך נמצאת מהירות הפריקה דרך הנחיר ביחס ישר למהירות הסיבובית. ברם, כיון שמשך זמן הפריקה עומד ביחס הפוך למהירות הבוכנה (הזמן בו פועלים כוחות ההתמדה), ברור כי הכמות המוחלטת המתפרקת מחלל השמן "D" קבועה לכל מחזור ובלתי תלויה כלל במהירות הסיבובית. תכונה זו משתנה אך במעט בשל טמפרטורות השמן וצמיגותו.

בשעת התנעה, אי-הופעתו של לחץ-השריפה המכסימלי, יגרום לגידול יחס-הדחיסה תוך כדי הפעלה ראשונית עד לגבול יחס-

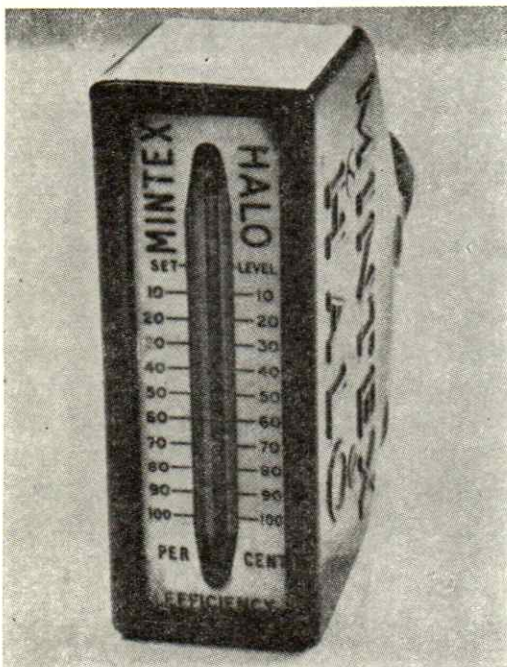
השימוש במד תאוצות לקביעת נתוני רכב

לצרכי בדיקת כלי רכב ומצבם, וכן לצורך השוואה בין כלי רכב שונים, חקירת תאונות דרכים וכיוצא באלה, ניתן להיעזר רבות במדידת תאוצות.

יוסף רייפנברג

מכשיר בעל מטוטלת: (תמונת 2 ו-3 "Tapley Meter").
למכשיר זה מטוטלת (1) הנעה על ציר (2) בכיוון ציר האורך של המכוננית. בשעת האצה או האטה, נעה המטוטלת בכיוון המנוגד לכיוון התאוצה. המטוטלת נעה בתוך קופסה (3) המכילה נוזל לריסון תנועותיה. המטוטלת עצמה עשויה ממגנט קבוע. מחוץ לקופסה, אשר תחתיתה עשויה פח פליו דק (4), נמצא עוגן מברזל רך (5), שנקודת תלייתו נמצאת על אותו ציר (2) כמו המטוטלת. תנודות המטוטלת מניעות את העוגן וזה מעביר את התנועה לסקאלה גלילית (7) המורה על עצמת התנועה מבעד לחלון (8). בעזרת מנוף קטן הנמצא על המכשיר ניתן לקבוע את הסקאלה כשתישאר במצב המראה את התאוצה המקסימלית

תמונה מס' 1



מכשירים אלה מאפשרים להשיג נתונים רבים על-אודות כלי-רכב הנמצא בתנועה, כגון: כושר האצה, כושר הבלימה, החיכוך הפנימי בין חלקי הרכב, מקדם-החיכוך בין הרכב לכביש, שיפוע הכביש ועוד.

הקביעה המדויקת ביותר תיעשה, בדרך כלל, על-ידי מכשירים הרושמים את התאוצות ביחס לזמן על סרט-רישום. מכשירים אלה הם יקרים ומסובכים ומשמשים בעיקר לצרכי מחקר. לעומתם, המכשירים למדידת תאוצה מקסימלית, הם מכשירים פשוטים וזולים, לשימוש יום-יומי על-ידי מכונאים בוחני-רכב ודומיהם. מכשירים אלה אפשר להרכיב בקלות ובמהירות ברכב הנבדק, ולאחר נסיעת-מבחן קצרה ניתן להגיע בעזרתם למסקנות בדבר נתוני הרכב ובדבר מצבו.

משני סוגיהם המקובלים של מכשירים אלה פועל האחד בעזרת נוזל הנמצא בתוך צינורית כפופה בצורת "U", בעוד שהשני, המדויק יותר, פועל בעזרת מטוטלת בעלת ריסון. טיפוס נוסף של המכשיר פועל בעזרת מעין "גדנדה". במכשירים מותקנת סקאלה שעליה ניתן לקרוא את התוצאות תוך-כדי בדיקה.

מבנה המכשירים

מכשיר בעל צינורות "U": (תמונה מס' 1, מכשיר "Mintex").
מכשיר זה מראה את התאוצה המתקבלת בשעת בלימה. המכשיר מותקן כשזרועות הצינורית נמצאות במישור ציר-האורך של הרכב. בתוך הזרועות נמצא נוזל. כל עוד נמצא הרכב במנוחה או נע במהירות קבועה — שווה גובה פני הנוזל בשתי הצינוריות. בשעת בלימה עובר נוזל מזרוע אחת לשניה, ועליית גובה הנוזל בצינורית זו מורה על שיעור התאוצה. המעבר בין הצינוריות הוא דק ביותר, על-מנת להשיג ריסון בתנודות הנוזל. את המכשיר מחברים לשמשת המכוננית בעזרת "גביעיניקה" (Suction Cups).

אין במכשיר אפשרות רישום או קביעה נשאר של התאוצה המקסימלית, אך עקב ריסון הנוזל ניתן לקרוא תאוצה זו, ובעיקר בבדיקות בלימה ממהירות גבוהות, שאז נשאר הנוזל זמן רב יותר בגובהו המקסימלי.

בדיוק רב. זהו ה-Tapley Performance Meter.

השימוש בקכשירים:

לצורך הניסוי יש להתקין את המכשיר ברכב כך, שמישור זרועותיה של צינורית ה"U", או מישור תנועת המטוטלת, יימצא במישור ציר האורך של הרכב, ובניצב לקרקע. לאחר מכן יש לכייל את המכשיר ולאזנו ביחס לקרקע, בכיוון אורך המכונית.

שעה שהרכב עומד על קרקע מאוזנת לחלוטין יהיה הכיול פשוט — יש להביא את המכשיר למצב שהסקאלה תורה על "אפס".

אם אין אפשרות למצוא מקום מפולס לחלוטין, יש לבצע את הכיול בדרך הבאה:

מעמידים את הרכב בשיפוע ובודקים את קריאת המכשיר. לאחר מכן מעמידים את הרכב כשגלגליו בדיוק באותו מקום אך בכיוון ההפוך, וקוראים בסקאלה שנית. מחצית ההפרש בין שתי הקריאות הנו שיפוע הכביש במקום זה, ובהתאם לזאת מכיילים את המכשיר כך שיוורה על הזווית המתאימה לאותו שיפוע. בדרך כלל יש לחזור על הבדיקה פעמיים-שלוש עד לקביעה הסופית המדויקת, בה יראה המכשיר אותו שיעור של שיפוע בשני הכיוונים. את המכשירים יש לקבוע בצורה יציבה, כדי שלא יושפעו מרעידות כלשהן, ולפיכך רצוי להרכיבם ליד מרכז המכונית, במקום נמוך ככל האפשר.

קביעת נתוני הרכב

(א) כושר הבלימה:

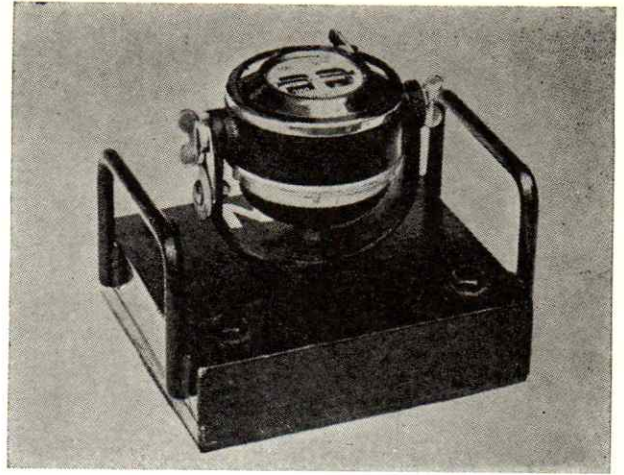
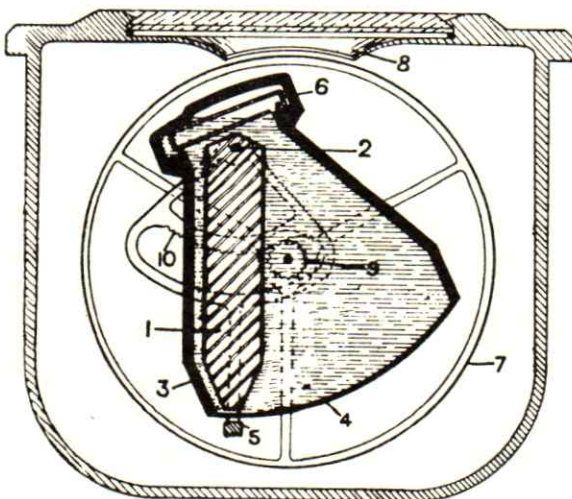
ברכב שמשקלו G, הנבלם ממהירות V₁ למהירות V₂ תוך מרחק l, על דרך מישורית אשר מקדם-החיכוך בינה לבין צמיגי הרכב μ, תהיה עבודת הבלימה:

$$\frac{G}{2g} (V_1^2 - V_2^2) = G \mu l$$

$$(1) \quad \therefore V_1 = \sqrt{V_2^2 + 2g \mu l}$$

$$\text{הואיל } \mu l = \frac{G}{g} a$$

תמונה מס' 3



תמונה מס' 2

שנתקבלה, ולאחר הקריאה משחררים את הסקאלה למצבה ההתחלתי.

ניתן להרכיב את המכשיר במכונית בעזרת מהדק מיוחד. או שמניחים אותו על רצפת המכונית, כשהוא מורכב על משקולת-בסיס-מיוחדת. מכשיר זה מצטיין בדיוק רב, והשימוש בו נוח ביותר.

מכשיר נוסף בעל מטוטלת (תמונה מס' 4) — מכשיר מתוצרת Churchill) מכיל מחט-רישום בקצה המטוטלת, הרושמת את התאוצה המקסימלית על כרטיס המוכנס למכשיר. רישון המכשיר נעשה בצורה מגנטית.

מכשיר בעל נדנדה:

(תמונה מס' 5) — "מד יעילות הבלמים" מתוצרת "Tapley". מכשיר זה הוא קטן, פשוט וזול. המכשיר מיועד להרכבה הקבועה ברכב, לצורך ביקורת יעילות-הבלמים. המכשיר פועל כשהתאוצה עוברת ערך מינימלי מסוים. בתוך המכשיר נמצאות 3 צינוריות הסגורות בשני קצותיהן ומלוטשות מבפנים, כשבכל אחת מהן מיסב כדורים קטן. הצינוריות קבועות על ציר, מעין נדנדה, ונמצאות בזווית מסוימת כלפי רצפת הרכב. מיסב הכדורים מונח בתחתית הצינורית. משי עובר ערך התאוצה מינימום מסוים, נזרק המיסב שבעינורית כלפי מעלה והופך אותה על צירה. דרך אשנב ניתן לראות את מצב-תנוחתה של כל צינורית.

כל צינורית מיועדת לערך-תאוצה אחר — בדרך-כלל 0.3g, 0.5g ו-0.6g. כשקריאת המכשיר מורה על "30 אחוזי בלימה", "50 אחוזי בלימה", או "60 אחוזי בלימה".

בכל המכשירים המתוארים לעיל, מלבד המכשיר מטיפוס "נדנדה", ניתן לקבוע מלבד התאוצה, גם את התאוצה המקסימלית. לצורך זה יש להרכיב את המכשיר בכיוון הפוך מן הרגיל, אך בעוד שתוך בלימה ניתן להגיע לערכי תאוצה של 1g ואף למעלה מזה, הרי יהיו הערכים המקסימיים מליים בהצצה בסביבות 0.2g—0.3g בלבד, ועל-כן לא תהיה קריאת המכשיר מדויקת.

מכשיר מיוחד מתוצרת Tapley, שמבנהו זהה למבנה מד-התאוצות בעל המטוטלת הנזכר לעיל, והמיועד לערכי-תאוצה נמוכים (0.3g=0), משמש לבדיקת יעילות הרכב

רצוי לעצור במקום המדידה ולחכות שניות אחדות לקבלת הקריאה, על-מנת להימנע מאפקט הריסון של המכשיר. (2) בדיקת מקדם-החיכוך בין הצמיג לכביש: קביעת המקדם (הנע בין 0.6÷1.0 בכבישים יבשים אך עלול לרדת עד 0.1 ומטה בכביש מכוסה קרח), חשובה בעיקר לחקירת תאונות דרכים.

קוראים את ערך-התאווה המקסימלי המתקבל כשהגלגלים נמצאים על סף נעילתם. ערך זה שווה ל:

$$a = g (\mu \pm X) \quad (4)$$

ובכביש מישורי כאשר $X=0$ יהיה $a \approx 10 \mu$

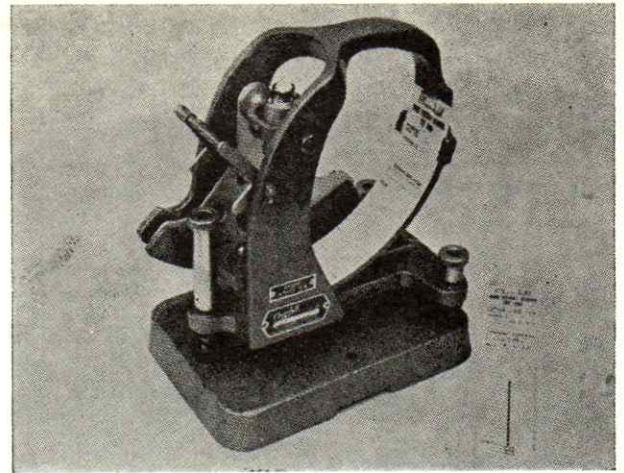
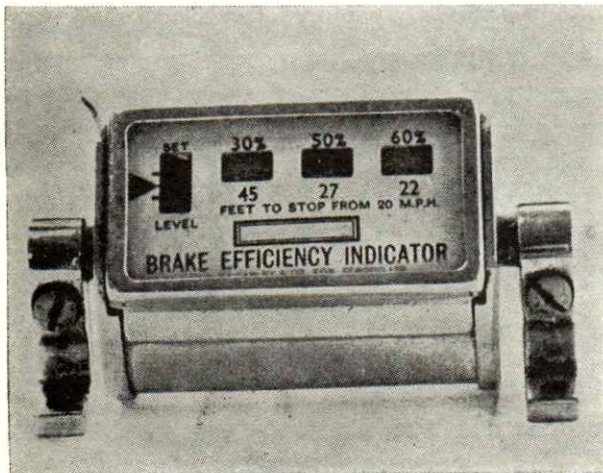
(3) קביעת יעילות הבלמים: לקביעת יעילות הבלמים יש לבלום ולמצוא את התאווה המקסימלית המתקבלת. לפי החוק בישראל, חייבת להיות התאווה המינימלית תוך שימוש בבלמי השירות 4.5 m/sec^2 ועבור בלם העזר 2 m/sec^2 . שעה שהרכב עמוס ונמצא בדרך מישורית בעלת צפוי ברור שאין לערוך את הבדיקות כשהדרך מכוסה שמן או קרח (שעה ש- μ קטן מ-0.5). בכל מקרה בו נמוכה יעילות הבלמים יש למצוא את הסיבה ולהביאם למצב תקין. השימוש במכשיר דורש אימון-מה של הנהוג ברכב, אך קריאת התוצאות הנה מיידית וקלה. ניתן, כמובן, לבדוק את תנאי הבלימה על-ידי מדידת אורך או זמן הבלימה, אך במקרים אלה קשה לקבוע את המהירות המדויקת לפני הבלימה ואת נקודת התחלת הבלימה וסיומה.

כמו-כן ישפיעו במקרה זה על הקריאה אי-האחידות בלחיצה על דוושת-הבלם במשך הבדיקה, שינויים בפני הכביש, החלקה תוך כדי בלימה וכיוצא בהם. יש לציין, כי תוצאת החישוב של ניסויים מסוג זה תראה את התאווה הממוצעת, ואילו בעזרת המכשיר ניתן למדוד את התאווה המקסימלית המתקבלת, ובאופן מדויק הרבה יותר מאשר על-ידי מדידת אורך או זמן הבלימה.

(ב) יעילות הרכב:

לבדיקת יעילות הרכב ומצבו ניתן להשתמש במד-תאור צות בעל סקאלה של עד 0.4g—0.3g, כגון ה-Performance Meter מתוצרת Tapley. משוואת התנועה הכללית לרכב הנמצא בתנועה היא:

תמונה מס' 5



תמונה מס' 4

הרי מכאן: $\mu g = a$

(a) — תאוצת הרכב; g — תאוצת הכובד) ומכאן:

$$V_1 = \sqrt{V_2^2 + 2al} \quad (2)$$

בבלימה עד לעצירה מוחלטת יהיה $V_2=0$ ולכן: $V = \sqrt{2al}$ ובשיטת היחידות מק"ש, הואיל ו- $g = 9.81 \text{ m}^2/\text{sec}^2$ ניתן לכתוב בקירוב $a \approx 10 \mu$.

כלומר, התאווה המקסימלית האפשרית על כביש, שווה בערכה לעשר פעמים מקדם החיכוך המקסימלי הקיים בין הגלגלים לכביש.

כאן יש לזכור כי μ המקסימלי קיים לגבי גלגל מסתובב (מקדם חיכוך סטאטי), בעוד שלגבי גלגל המחליק על כביש אספלט יבש, יורד μ ב-10%÷20 (מקדם חיכוך דינאמי), ואף משתנה תוך-כדי תנועה עקב התחממות הצמיג בשטח מגעו בכביש וכדומה. בכביש הנמצא בשיפוע יהיה

$$V_1 = \sqrt{V_2^2 + 2gl (\mu \pm X)}$$

(+ לבלימה בעליה ו- [מינוס], לבלימה במורד).

כאשר X הוא טנגנס זווית-השיפוע (הנוסחה נכונה בהנחה שבזוויות קטנות, כגון אלו הנמצאות בכבישים $\sin \alpha = \tan \alpha$ ו- $\sqrt{\cos \alpha} \approx 1$).

לבלימה מסייעים כוחות ההתנגדות לגלגול, החיכוך הפנימי בין חלקי הרכב וכן כוח הרוח. הכוח המתנגד לבלימה — כוח ההתמדה של חלקים סובבים שברכב.

על מנת לבטל את השפעת כוח הרוח, התלויה בריבוע מהירות הרכב, יש לבצע את הניסויים במהירויות של עד 40—50 קילומטר שעה.

יתר הכוחות הם קטנים יחסית, וכינן שהם מבטלים בחלקם זה את זה, ניתן לחשבם כחלק מכושר הבלימה הכללי של הרכב.

בעזרת מד הבלימה ומד-המהירות של המכונה ניתן לחשב את הגורמים הבאים:

(1) שיפוע-הדרך (X): עוצרים את הרכב בתוך השיפוע, או נוסעים בו במהירות קצובה. קריאת המכשיר מראה את שיפוע-הדרך במקום בו נמצא הרכב. לצרכי מדידה מדויקת,

האצה קטנה מדי בכל תחומי המהירות מורה על מנוע חם; מנוע משופשף; מאייד לקוי.

(3) בדיקת כושר הטיפוס של הרכב בשיפועים: המדידה תיעשה בשיפוע המקסימלי אותו ניתן לעלות בהילוך בו נערכת הבדיקה. לבדיקה בהילוך הגבוה ביותר נוסעים כאשר דושת התאוצה לחוצה עד הסוף, עד סמוך לרגע בו צריך להחליף את ההילוך. בודקים את כוח המשיכה בהתאם למכשיר, ומציינים את המהירות בה מתקבל כוח זה. ניסויים דומים נוספים, בשיפועים תלולים יותר, יש לבצע בהילוכים הנמוכים.

כושר ההאצה המקסימלי במישור, נמוך בכ-10% מכושר הטיפוס המקסימלי של הרכב בהילוך הגבוה ביותר (כתוצאה מהפסדי האצה של חלקים טובים). כל הפרש הגדול מ-10% עלול להצביע על פעולה לקויה של המאייד, המסוגל אמנם, לספק תערובת נכונה כאשר מהירות המנוע קבועה, אך אינו פועל כראוי משנוצר שינוי בכמות הדלק הדרושה, כגון, תוך-כדי האצה.

(4) התנגדות האוויר: יש לבדוק את הרכב בדומה לבדיקת ההתנגדויות לגלגול, שעה שהרכב נע במורד של כ-5% ובמהירות קצובה של כ-60÷70 קמ"ש כשהמצמד פתוח. מקריאת המכשיר יש להחסיר את ההתנגדות לגלגול כפי שנמדדה (סעיף 1). ההפרש הינו התנגדות האוויר יחד עם הפסדי ערבול של השמנים שבתמסורת.

(5) חיכוך פנימי במנוע: בודקים את ההתנגדות הכללית לנסיעה במהירות של כ-15 קמ"ש, כשההצתה מופסקת ואילו המצמד מחובר. מהתנגדות זו מחסירים את ההתנגדות לגלגול (לפי סעיף 1), וההפרש מראה את מידת החיכוך הפנימי במנוע (הפסדי חיכוך מיכאני, הפסדי שאיבה וכיוצא בהם). בדיקה זו יעילה בעיקר לשם מציאת מידת ההתקדמות שהושגה בהרצת מנוע לאחר שיפוצו.

(6) בדיקת המהירות המקסימלית של הרכב: שעה שהרכב נוסע בכביש מישורי דושת התאוצה בו לחוצה במידה מקסימלית, הרי שבהגיעו למהירות המקסימלית האפשרית, מורה מד-התאוצות "אפס" — הואיל ואין לרכב עצמו כל אפשרות לתאוצה נוספת.

קריאת "אפס" זו אינה תלויה בשיפוע הדרך; על-מנת להגיע למהירות המקסימלית תוך זמן קצר — יש לנסוע במורד, תוך הגברת המהירות כשדושת-הדלק לחוצה עד הסוף. כאשר מורה מד-התאוצות על "אפס", נמצא הרכב במהירותו המקסימלית האפשרית במישור. קריאה זו אינה תלויה בשינויים בשיפוע הכביש, והיא נוחה ביותר.

על-ידי בדיקות במכשיר וחישובים שונים ניתן לקבוע את הספק המנוע ואת יתר הנתונים הדרושים בדרגת-דיקו המספיקה לרוב צרכי העבודה השוטפת עם רכב.

לצרכי עבודות-אחזקה וטיפול כדאי לבדוק ולקבוע את נתוני הרכב מראש, ואח"כ ניתן בעזרת המכשיר, לודא בדיוק את מצבו ולערוך מעקב אחרי שינויים במצב הרכב. מבחינת הבטיחות נותנים המכשירים אינדיקציה על מצב הבלמים בכל עת, וכן מאפשר מד יעילות-המנוע לגלות רכב בעל

- המשך בעמוד 80 -

$$(5) \quad P = \frac{M_e \times \eta \times i}{r} = R_r + R_a + R_x + R_w$$

כאשר: P הכוח במקום המגע בין הגלגלים לקרקע; M_e מומנט-הסיבוב של המנוע; η מקדם-הנצילות המיכאני (הפסדי חיכוך בחלקי הרכב); i יחס-העברה הכללי בין המנוע לגלגלים; r רדיוס הגלגול של הצמיגים; R_r ההתנגדות לגלגול; R_a ההתנגדות לתאוצה; R_x התנגדות שיפוע-הדרך; R_w כוח הרוח;

בעזרת המכשיר ניתן למצוא ולקבוע את מרבית הגורמים שבנוסחה מס' 5, עבור רכב נתון אשר משקלו ידוע, סקאלת המכשיר מציינת כוחות באחוזים ממשקל הרכב (ק"ג לטור נה). למציאת הכוח הממשי, יש להכפיל את קריאת המכשיר במשקלו של הרכב בטונות.

(1) בדיקת ההתנגדות לגלגול: (כולל חיכוך בתמסרות ועוד): בכביש ישר וסלול היטב, בעל שיפוע קל, נוסעים בכיוון הירידה במהירות שבין 25÷30 קמ"ש.

דורכים על דושת המצמד, ומאפשרים לרכב להאיט מעצמו עד כ-15 קמ"ש, ובו ברגע קוראים את המכשיר. התנגדות נורמלית במקרה זה תהיה 16÷22 ק"ג לכל טונה ממשקל הרכב (הערכים הנמוכים יותר — לרכב משא). כל קריאה מעל ל-22 ק"ג מורה על ליקוי כגון: בלמים פגומים, כיוונון לקוי של גלגלים קדמיים, מסגרת כפופה, שמן תמסורת צמיג מדי, חיכוך מיותר בחלקי הרכב (מיסבים פגומים וכדומה), או לחץ-אוויר נמוך בצמיגים.

בדיקה נוספת תגלה, בדרך כלל, בקלות יחסית, את הליקוי. אין לקחת כמודד קריאת הסקאלה במהירויות שמעל 15÷20 קמ"ש, הואיל ובמקרה זה גדולים מדי השפעת כוח הרוח והפסדי החיכוך בשל עירבול-השמן בתמסרות.

אם נושבת רוח חזקה בשעת הבדיקה, יש לבדוק תוך נסיעה בשני הכיוונים — בכיוון הרוח ובכיוון הנגדי ולחשב את הממוצע בין שניהם.

(2) בדיקת כושר-ההאצה של הרכב: בדיקה זו נעשית בדומה לבדיקה הקודמת. נוסעים בהילוך הגבוה ביותר, ונותנים לרכב להאיט עד למהירות של כ-15 קמ"ש. לאחר שסקאלת המכשיר מתייצבת על "אפס", יש ללחוץ על דושת התאוצה על-מנת להגיע לתאוצה המקסימלית האפשרית. המכשיר מורה את התאוצה המקסימלית, ויש לבדוק, כמובן, בעזרת מד-המהירות את המהירות בה הושגה תאוצה זו.

בבדיקות שתוארו ובבדיקות דומות ניתן להשוות בין כלי-רכב, לוודא את מצבו הכללי של רכב אשר תכונותיו ידור עות, וכיו"ב.

האצה קטנה מדי במהירויות נמוכות מורה על: אטימה פגומה בכוננות ובשסתומים; הצתה מוקדמת מדי. האצה קטנה מדי במהירויות גבוהות מורה על: התעייפות קפיצי שסתומים, הצתה מאוחרת מדי.

התעייפות מתכות

חלק ד'

השפעת השחיקה

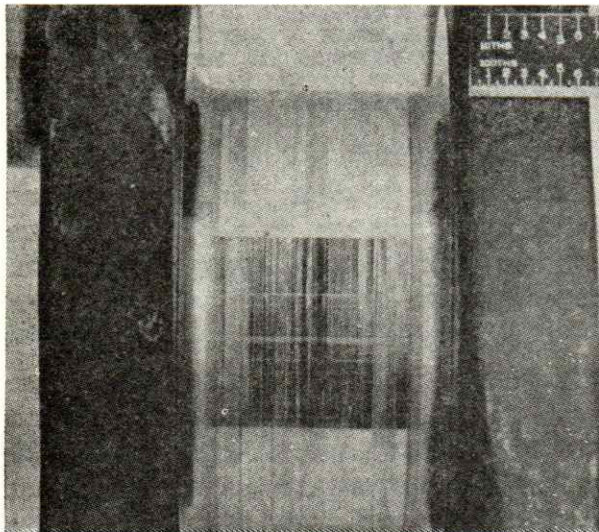
דונלד ג. וולפי

ניתן לצמצם שחיקה כזאת למינימום או למנעה לחלוטין, על-ידי הקשיית הגל בקטעי המיסב (כך שחלקיקי הזיהום לא יוכלו לשרוט את פני השטח) או על-ידי שימוש במיסב בעל כושר גבוה יותר לקליטת הזיהום בתוכו. שיטה ברורה אחרת למניעת התופעה היא שיפור יעילותו של מסנן השמן.

פעולת החיתוך של שחיקה אברזיבית מתוארת גם בתמונה מס' 2, בה נראים שני גלגלי כפות משאבה, האחד חדש והשני שחוק. האחרון בא ממנוע אשר בו הוחדר בכוונה תחילה חול לתוך מערכת-הקירור. פעולת האירוניה של חלקיקים אברזיביים הנעים במהירות גדולה, עיגלה את פינות הכפות, ובמשך הזמן שינתה את צורתו החיצונית של החלק. מניפות המופעלות באוויר בעל תכולה גבוהה של אבק, עלולות להיהרס בצורה דומה.

צורה אחרת של שחיקה אברזיבית נראית בתמונה מס' 3. התמונה משווה להב שחוק של מחרשה ללהב חדש מאותו

תמונה מס' 1: גל ארכובה זה הסב בתוך מיסב החלקה, נפגע קשות על-ידי חלקיקי זוהמה שהיו בתוך חומר הסיכה. גל זה פעל בעומס מזלא במשך 2600 שעות.



ברוב החלקים, הפגיעה בפני השטח היא תוצאה של שחיקה (הכונה למושג רחב, הכולל שחיקה אברזיבית, שחיקה של התאחות וקורוזיה) והתעייפות על-ידי היווצרות שקערוריות בתוך המתכת (Pitting) או על-ידי גזירה. מכיון שגורמים רבים פועלים בתלות או ללא תלות זה בזה, וגורמים נזק לפני השטח, חיוני ניתוח זהיר של הפגיעות לשם מניעתם של קשיים אלה בעתיד.

הצורות השונות של השחיקה, ההתעייפות והקורוזיה הגורמת לפגיעה בפני שטח מסוים הן מסובכות ביותר. כל אחת מצורות הפגיעה מושפעת על-ידי תנאים שונים הכוללים: סביבה, צורת ההעמסה, מהירות יחסית של חלקים העובדים יחדיו, חומרי סיכה, טמפרטורה, קושי פני השטח, טיב השטח, נוכחותם של חלקיקים זרים, הרכבם של החלקים והתאמתם ההדדית לעבודה משותפת.

במאמר זה נדון בתוצאות השחיקה וההתעייפות בשטחים החיצוניים של חלקים.

ניתן להגדיר שחיקה כהרחקה בלתי-רצויה של חומר משטח חים מתחככים; והיא גורמת פגיעות רבות בשטחי החלקים. כמעט כל חלק אשר מתחכך בחלק אחר או בחומר אחר, נתון לתהליך שחיקה. ניתן למיין את סוגי השחיקה לשתי קבוצות עיקריות. שחיקה אברזיבית, שחיקת התאחות. כאשר מאיצה הקורוזיה את תהליך השחיקה, מכונה התהליך בשם שחיקה אברזיבית.

שחיקה אברזיבית

שחיקה אברזיבית קורה כאשר חלקיקים קשים מחליקים או מתגלגלים לאורך משטח תחת לחץ, או כאשר מתחכך שטח קשה במשטח אחר. המשטחים הקטנים של הגוף הקשה יותר הנמצאים במגע ממש, נוטים לשרוט את החומר או לחרוץ בו חריצים שעלולים להיות עמוקים.

לדוגמה, תמונה מס' 1 מתארת קטע של גל-ארכובה הסב בתוך מיסב החלקה, והנפגע על-ידי שמן סיכה לא-נקי. חלקיקי זיהום קשים בעלי פינות חדות אינם שוקעים בתוך המיסב, אלא חודרים מבעד לשכבת השמן ומשבבים את פני הגל, אשר הינו רך יחסית.

אחדים, או מקלפים אותם. משטחים אחרים נחרטים ונישרטים על-ידי סלעים, בצורות ובמידות שונות. מכיוון שהשן עשויה פלדה נמוכת-פחמן, נשחק חלקה הקדמי של קצה השן (מרכז) בצורה ניכרת יותר מאשר חלקה הנגדי (ימין), העשוי פלדה מסוגסגת בעלת קשיות של 45 RC.

ברוב המקרים קשה להחליט מהו סוג השחיקה האברזיבית רק מתוך הסתכלות בשטח הפגוע. מסיבה זו, לצורך ניתוח מלא של השחיקה, על המהנדסים להכיר היטב את אופן פעולתו של החלק. הסיבוכים הרבים הקורים בשחיקה אברזיבית מקשים לעתים קרובות על מציאת דרכי-מניעה, אשר יקטינו את השחיקה ללא הגדלת הסיכון לפגיעות אחרות. לדוגמה, הגדלת הקשיות עלולה להקטין את השחיקה האברזיבית, אולם מגדילה עם זאת, את הסכנה שיתארע שבר או קילוף.

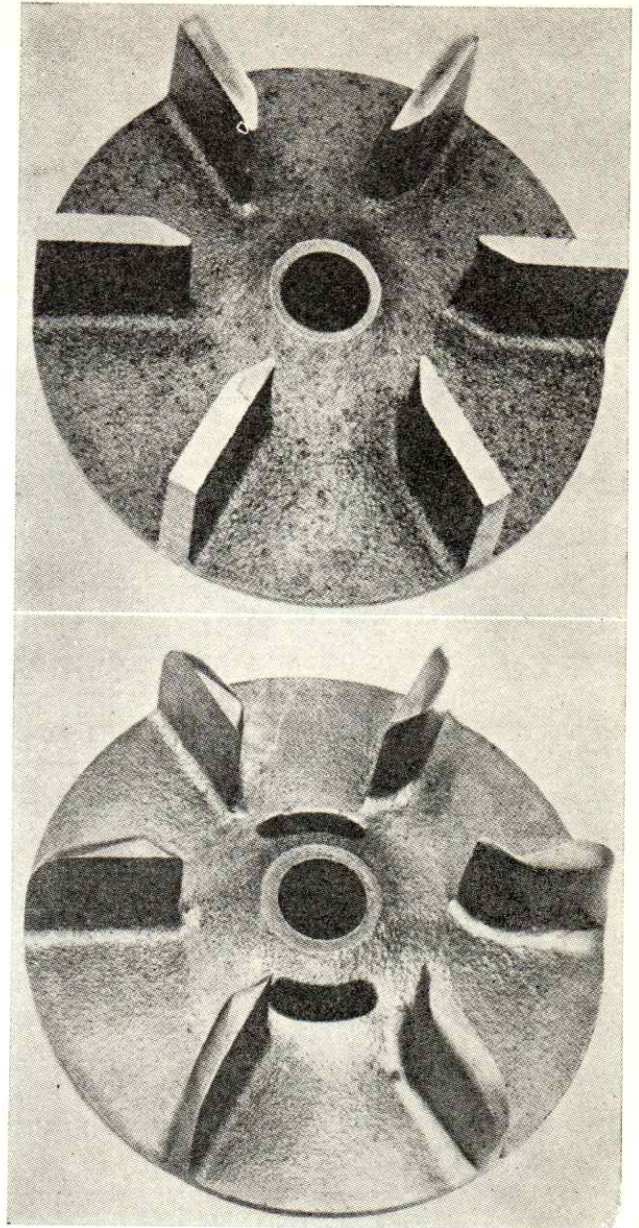
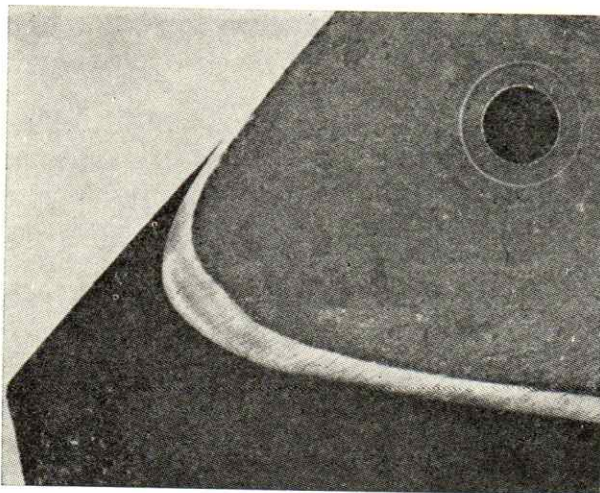
שחיקת התאחות

צורה זו של שחיקה היא תוצאה של ריתוך קר בין שטחים קטנטנים של החלקים הבאים במגע והנמצאים בלחץ מקומי גבוה ובמפרטורה גבוהה. (החלק כולו אינו מחומם לטמפרטורה זו). לאחר שאירע הריתוך, קורעים כוחות המנסים להחליק חלק על חלק את המתכת מאחד השטחים.

התוצאה היא היווצרותה של שקעוררית קטנה באחד השטחים ובליטה בשטחו החיצוני של החלק השני, הגורמת לאחר מכן לנזק נוסף. כך מתחילה שחיקת התאחות בתחום המיקרוס-קופי, אך מתקדמת בתחום המיקרוסקופי (הנראה לעין).

שחיקת התאחות מונעים אנו על-ידי מניעת מגע מתכת אל מתכת. כאשר צמודים שטחים זה לזה בקרבה רבה, מפרדה ביניהם שכבה דקה של שמן ולכן אין שחיקת התאחות קורה. בשעת הצורך ניתן להשתמש בחומרי-סיכה ללחצים גבוהים. חומרים אלה מגיבים באופן כימי אם "מלכלכים" אותם השטחים בצורה המספקת למניעת הריתוך הקר. מכיון שבזמן שחיקת התאחות מתפתח חום, יש להקפיד שהטמפרטורה לא תעלה על גודל בו נפסקת פעולת-הסיכה של

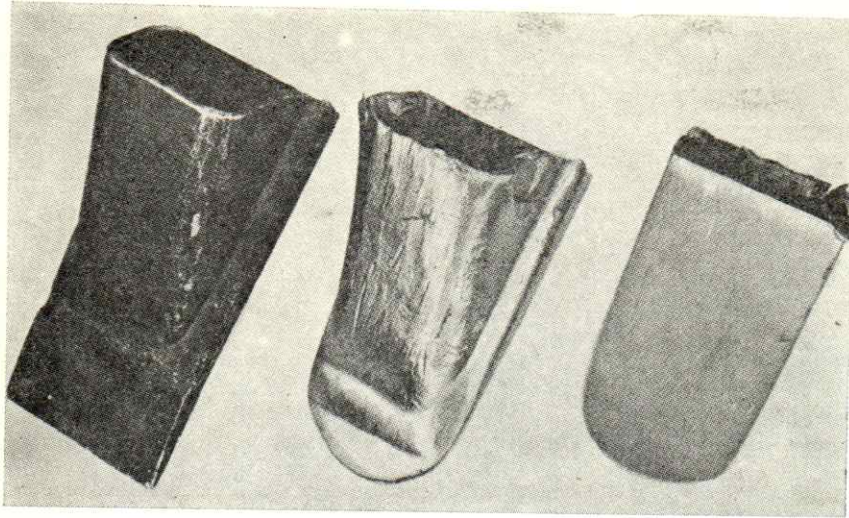
תמונה מס' 3: בתמונה נראים שני להבים, העליון שהוא שחוק, נבדק באדמה חולית יבשה ומהודקת מאוד. הלהב השני הוא חדש.



תמונה מס' 2: פעולתה של שחיקה אברזיבית נראית על-ידי השוואת מראיהם של שני גלגלי כפות של משאבה. בתמונה התחתונה נראה גלגל כפות ממונע אשר לתוך מערכת הקירור שלו, הוחדר חול, בכונה תחילה. בשעת פעולת המשאבה, גרם החול לשחיקת הקצוות החדים של השבשבות.

סוג. הלהב השחוק נבדק באדמה חולית, יבשה ומהודקת מאוד, אשר גרמה לשחיקה רבה בלהב. שחיקה זו, אשר נגרמה על-ידי חלקיקי-חול המתחככים בלחץ לאורך הקצה, חורטים בפני השטח. כל חלקיק פועל כסכין-מחרטה קטנטן, החורט בפני השטח.

תמונה מס' 4 מדגימה צורה נוספת של שחיקה אברזיבית. בצד שמאל של התמונה, נראית שן חדשה המהווה חלק מכף של מחפר, ואילו במרכז ובצד ימין נראית שן דומה, אשר נשתחקה באדמה סלעית וקפואה. בסוג זה של פעולה שוברים עומסי אימפקט חמורים, חלקיקים קטנים משטחים



תמונה מס' 4: בצד שמאל נראית שן חדשה של כף מתפר, במרכז ובצד ימין נראות שיני מתפר שנשחקו בשעת עבודה בקרקע סלעית וקפואה. השן במרכז נשחקה יותר בחלקה העליון מאשר בחלקה התחתון המוקשה.

תנאי הסביבה בהם פועלים חלקים המחליקים זה על זה, משפיעים בצורה ניכרת על אופי השחיקה.

התעייפות כתוצאה ממאמץ בשטחי מגע

תהליך ההתעייפות בשטחיימגע כתוצאה ממאמץ, נחשב דור מה, לתהליך הקורה בשברי התעייפות, אף כי מסובך יותר, תהליך זה מופיע על-ידי היווצרות שקעים בפני השטח. השקעים האלה מתחילים בדרך כלל כסדקים קטנים. במשך הזמן הם נשארים בגודלם זה או מתחברים זה לזה ועל-ידי כך הולכים הם וגדלים תוך-כדי התקדמות ההתעייפות. אף כי שקיעות אלה עלולות להיות גם גדולות מראשיתן. התעייפות בשטחי מגע היא רצינית משתי סיבות.

א. הפגיעה עצמה בפני השטח.

ב. נזק המתפתח במשך הזמן.

בגלגל-שיניים, למשל, מגדילים השקעים את המאמצים ומחלישים את השטחים, ואז קורה בנקודות אלו שבר התעייפות בתהליך של כפיפה. בנוסף לכך, נושאים חומרי הסיכה לע"תים קרובות חלקיקי פלדה קשה מנקודה שנפגעה ומנקודות אחרות, ובמקומות אלה גורמים החלקיקים לשחיקה אברויבית ולנזקים אחרים. בחלקים רבים, כגון גלגלי שיניים מוקשים ומיסבי כדורים וגלילים, קובעת הימצאותה של התעייפות בשטחי מגע את גבול יכולתו של החלק לנשיאת-עומס. ככל שהשטחים מאומצים יותר בהעמסה חוזרת על-ידי גלגול החלקה או בלעדיה, יש להביא בחשבון את התעייפות המגע. פעולה זאת קורה, כרגיל, תוך כדי פעולתם של חלקים רבים כגון מיסבים, גלגלי שיניים וכיוצא באלה. גליל, כדור או צורה הנדסית דומה, כאשר בהתגלגלם לאורך משטח אחר, תחת לחץ, גורמים להיווצרות מערכת מורכבת של מאמצים רגילים וכן אלסטיים, הנודדים דרך אזור המגע בשני החלקים הבאים במגע זה עם זה. מכיון ששטחי המגע המעוררים בים קטנים יחסית, עלול המאמץ המתקבל להגיע למימדים גבוהים. המצב מסתבך עוד יותר כאשר מתווספת לפעולת הגלגול גם החלקה. או מקבלים כוחות החיכוך בפני השטח החיצוניים חשיבות גדולה, והסיכה עלולה להפוך קריטית.

השמן. מתכות הנוטות להתמוסס זו בזו, מתאחות ביתר קלות מאשר מתכות שאינן מתמוססות. נוסף על כך, מתאחים שטחים בעלי טיב-שטח גרוע מאוד או טוב מאוד בצורה טובה יותר מאשר שטחים בעלי עיבוד בינוני. האחרונים הם חסרי בליטות אך יש בתוכם חריצים קטנים שבהם נאגר שמן הסיכה. שחיקת-התאחות עלולה לתרום לתחילת היווצרותן של שקערוריות בתהליך של התעייפות.

תמונה מס' 5 מראה שחיקת התאחות חמורה באונה של גל-פיקות המחוסם חיסום באינדוקציה. גל זה עבד כנגד שסתום העשוי בתהליך הסינטור (בעל קושי של RC 53) בתוך שמן במשך 36 שעות. בזמן הניסוי היה המאמץ 171,000 פאונד ללחיצה. הלחץ גרם למגע בין מתכת למתכת, ומגע זה גרר בעקבותיו שחיקת התאחות.

בתמונה מס' 6 רואים אנו שחיקת התאחות על פני שטח של אחת משיניו של גלגל שיניים אשר חוסם בשיטת האינר-דוקציה ואשר עבד תחת עומס גבוה. הסיכה (שמן מנוע קל) לא היתה מספקת, וגרמה למגע בין מתכת למתכת. התעלה האורכית נגרמה על-ידי שינוי כיוון ההחלקה מעל לקוטר החלוקה מתחתיו.

שחיקת קורוזיה

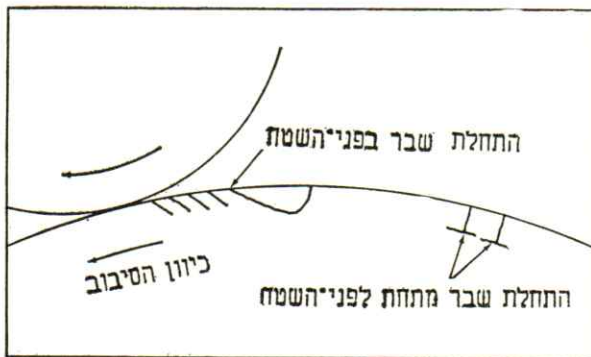
כאמור לעיל, עשויות ריאקציות כימיות היוצרות שכבות אשר נצמדות בחוזקה אל החלק, לסייע במניעת שחיקת פני השטח. למרות זאת, כאשר השכבה פריכה, או כאשר הידב-קותה חלשה, עלולה השחיקה להיות מואצת כיוון שהשכבה מתחככת או נסדקת תחת תנועת-החלקה. לדוגמא, הסיבה הראשית לשחיקת מנועים הכרוכה בעצירות ובהתנעות תכור פות של המנוע היא קורוזיה על-ידי אדימים, אשר מואצת על-ידי חומצות שונות. החום הנוצר בפעולה מסוג זה אינו די לאידוי הרטיבות ולאידום של החומצות המזיקות הנמצאות בגזי-פליטה שמסתננים לבית גל הארכובה.

שחיקה קורוזיבית היא קשה לזיהוי, ומסבכת לעתים קרובות את ניתוחם של סוגי-שחיקה אחרים. מסיבה זו יש לבקש תמיד אחר הוכחות לשחיקה קורוזיבית.

גזירה מכסימליים סמוך אל מתחת לפני השטח של שני החלקים הבאים במגע זה עם זה. מכל מקום, כאשר נוסף לכוח הנורמאלי על שטח המגע, כוח חכוך או כוח החלקה, נע מאמץ הגזירה המכסימלי בכיוון פני-השטח וכושר נשיאת העומס יורד. כאשר מקדם החיכוך הוא 0.1 או למעלה מזה, נמצא מאמץ הגזירה המכסימלי בשטח המגע.

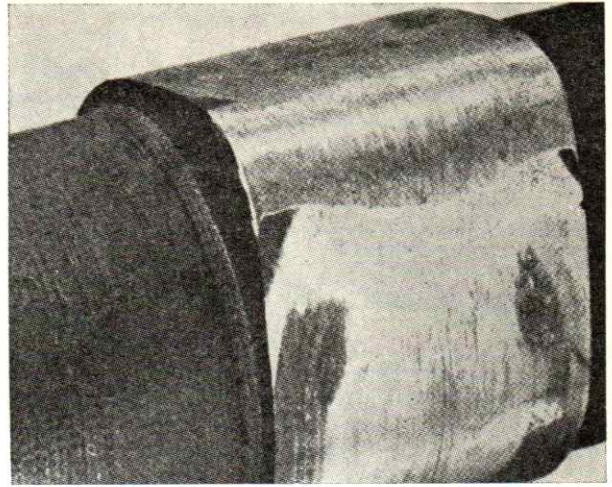
חשיבותו של מקדם החיכוך, מדגישה את הצורך בקיום סיכה מספקת בתנאים הנוטים להקטין את החיכוך. שינויים שונים בתכנון המגדילים את ההחלקה, עלולים להביא את הסיכה לנקודה קריטית. בחלקים רבים כוללת תנועה יחסית גם גלגול וגם החלקה. לדוגמה, בגלגלי שיניים ישרים קורה גלגול טהור רק על קו המצאים למעגל החלוקה, וגודל ההחלקה הולך וגדל ככל שמתרחקים ממעגל זה. בסוגים אחרים של גלגלי שיניים, כמו למשל בגלגל מניע היפואידלי, ההחלקה גדולה יותר.

בתמונה מס' 7 מוצג ההבדל בין היווצרותן של שקערוריות מעל לפני השטח ומתחת לפני השטח. תמונה מס' 8 מראה מבט צד של שקערורית על פני שטח, במקום בו מתקדם סדק לעבר פני השטח ומאפשר עליידי כך את פתיחת השקערורית כלפי חוץ.



תמונה מס' 7: שקערוריות בפני-השטח נוצרות כאשר נקודה כלשהי בפני-השטח עמוסה, ונוצרים סדקים בזוית חדה, הסדק נע כלפי פנים והחיתכת המתכת נתלשת. ראה גם תמונות 8, 9. סדקים מתחת לפני-השטח מתקדמים במקביל ובמאונך לפני-השטח.

תמונה מס' 9 מראה חלק פלדה מחוסמת אשר נבדק תחת עומס משולב של מגע בגלגול ובהחלקה. החץ מראה את כיוון הסיבוב. נקודת-המגע של גלילון זה, העובד בהתאמה עם הגלילון הנגדי, נעה בכיוון ההפוך. שים לב לכך, שהשקערורית היא בעלת צורת ראש-חץ הפונה בכיוון הסיבוב, אך בכיוון הפוך לגלגול. השבר, המתחיל על פני השטח בחוד החץ, ממשיך לתוך הגלילון בזווית קטנה ויוצר מעין מישור משופע כבתמונה מס' 7. במקביל גם מתרחבת השקערורית, ויוצרת את צורת ראש-החץ. החלק האחורי של השקערורית הוא בעל דפנות תלולים, ובהם סדקים נוספים המקבילים לשקערורית. הסדקים הללו נגרמו כאשר מעך הגלילון הנגדי את קצה השקערורית. הצורה בה עשויה התעייפות משולבת של גלגול והחלקה להרוס גלגל שיניים, נראית בתמונה מס' 10. בסביבת הקו המתאים למעגל החלוקה, גרמו גלגול והחלקה לשקערורית בפני השטח, בקו של-רוחב השן, ופעולת החלקה גרמה לשחיקת-התאחות מקו החלוקה והלאה.



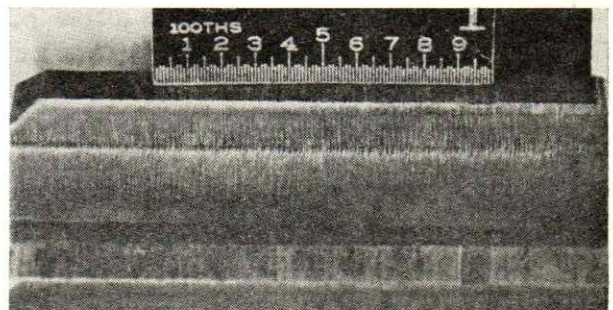
תמונה מס' 5: לאונה זו של גל פיקות המחוסס באינדוקציה, נגרמה שחיקת התאחות חמורה, עקב מגע בין מתכתי, האונה פעלה במשך 36 שעות במאמץ דחיסה של 179,000 פ' לאינץ'.

התעייפות בשטח-המגע עלול לגרום לשינויים במבנה, כגון נזקים בפני השטח או באזורים הקרובים לפני השטח, בדרך-כיים הנראות מתקדמות ללא תלות זו בזו. במצב נתון, נודעת חשיבות לסוג הנזק הגורם לשבר.

סוגי הנזק, מצוינים כרגיל, עליידי סיבה כלשהי או עליידי מיקום התחלת הנזק. סוגים עיקריים הם הופעת שקערוריות בפני השטח (כאשר ההתחלה היא בפני השטח); שקערוריות מתחת לפני השטח (התחלה סמוך לפני השטח) ושיבוב. השיבוב דומה במידה מסוימת לתופעת השקערוריות מתחת לפני השטח. פרט לעובדה שההתחלה מופיעה עמוק יותר, ומן החלק מתקלפות חתיכות גדולות. התכונות המאפיינות את סוגיה של התעייפות פני השטח תידונה בהמשך.

מכיוון ששקערוריות וחורים משובבים דומים זה לזה מבחינת גודל רבות, חופפים לעתים קרובות גם המושגים הנוגעים להם וגורמים בלבול. תוצאתם אף היא עשויה להיות דומה מכל הבחינות — הריסת שטחים של החלק הפועל. מכל מקום, חיוני להבדיל בין תהליכי התחלת הופעת ההתעייפות, אף כי התוצאה הסופית דומה. שקערוריות בפני השטח (Pitting) הן תופעה בעלת חשיבות ראשונית בגלגלי שיניים (גם במיסבים). שקערוריות שהחלו בפני השטח הן תוצאה של גלגול והחלקה, הפועלים במשולב. גלגול טהור גורם מאמצי-

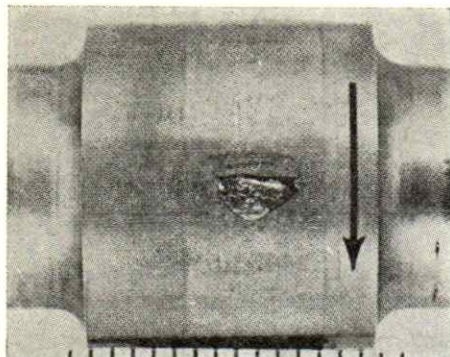
תמונה מס' 6: גלגל שיניים זה (סבת הינע-טופי של טרקטור) סבל משחיקת התאחות כתוצאה מחוסר סיכה. בעת הבחינה פעל הגלגל במשך 50 שעות בהלון שני ובעומס מלא.



שקערוריות מתחת לפני השטח

כנזכר לעיל, גורם גלגול טהור למאמצי-גזירה סמוך אל מתחת לפני השטח של כל אחד מן החלקים המתגלגלים. דבר זה קורה במיסבים ובנקודת מעגל החלוקה על גלגל-שיניים, וכמורכב בחלקים אחרים אחדים. השקערוריות מתחת לפני השטח הן הגורם הראשוני לקלקול במיסבים. תחילת הופעתם סדקי התעיפות מתחת לפני השטח, וכן גידול הסדקים, נובעים לדעת מומחים אחדים, ממאמצים מחזוריים המוגברים באופן מקומי על-ידי צורתם, גודלם והתחלקותם של זיהומים אל-מתכתיים אחדים בתוך הפלדה המוקשית. לדוגמא תמונות 7 ו-11.

מכיון שסוג זה של התעיפות כתוצאה ממאמץ מגע נראה כקשור קשר סיבתי לזיהומים אל-מתכתיים, צריך סילוקם של זיהומים מוזיקים אלה לגרום להתנגדות גדולה יותר להיווצרות שקערוריות מתחת לפני השטח. ואכן, זוהי מטרותן של שיטות רבות לייצור פלדה בריק (ואקום) ושל שיטות שונות לסילוק גזים מתוך הפלדה המיועדת לייצור מיסבים. במקרים רבים הושגה הגדלה ניכרת של זמן השימוש על-



תמונה מס' 9: שקערורית זו על פני-השטח התפתחה כתוצאה מצירוף של החלקה וגלגול. שים לב לצורת "ראשי-החץ" של השקערורית. החץ בתמונה מציין את כיוון הסיבוב.

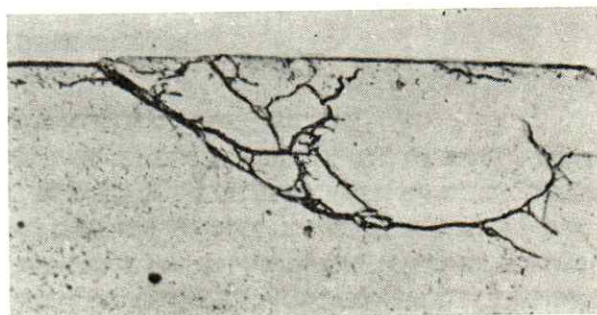
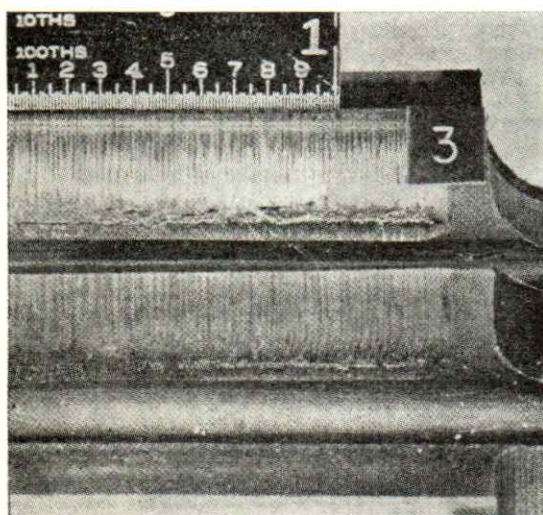
תמונה מס' 12 מראה דוגמה של הרס-גזירה בשלב מתקדם. גלגל שיניים מניע, בהנע סופי של טראקטור, נשבר לאחר שימוש ארוך וקשה. השבר הוא אורכי, ובו תעלות עמוקות האופייניות לשבר-גזירה.

הקטנת התעיפות כתוצאה ממאמץ מגע

כללית, כל גורם המסייע להקטנת מאמצי הלחיצה (מאמצי הרץ) על-ידי חלוקת העומס המופעל לשטח גדול יותר, מקד טין את הסכנה של היווצרות נזק. עומסים מרוכזים יש למנוע ככל האפשר. על הגיאומטריה של החלקים המשתלבים להיות כך שהעיוות האלסטי תחת עומס גבוה יגדיל בה את שטח המגע.

לדוגמה, שיניים של גלגל שיניים או גלילונים של מיסב הם חרוטיים או מעוגלים כך שהם מפצים על השקיעה האלסטית. באשר לגורמים מטלורגיים, מן הראוי לציין נקודות חשובות אחדות. עד גבול מסוים נוטה הגדלת הקשיות להגדיל את ההתנגדות לנזק, ואולם, קשיות נוספת עלולה להיות מסוכנת אם מגדילה היא את כושר פני השטח לזרום בצורה

תמונה מס' 10: השקערורית, ושחיקת ההתאחות שהתפתחו בסבבת ההינע הסופי של טראקטור הנראית בתמונה, נוצרו מצירוף של החלקה וגלגול.



תמונה מס' 8: בצילום נראה מבט צד של שקערורית בפני-השטח. שים לב לסדק מתקדם שהחל בפני-השטח. תמונה זו מוגדלת $\times 80$.

ידי הקטנת הכיפות הופעת הזיהומים, ובמיוחד תחמוצות. במקומות בהן אין פלדות המיוצרות בריק משפרות את אורך-החיים, נמצא כי מנגנון השבר היה שונה ממנגנון היווצרות שקערוריות מתחת לפני השטח.

תמונה מס' 11 מראה מבט מן הצד של מקום תחילת הופעת סדקים מתחת לפני השטח, המתפתחים בניצב ובמקביל לפני-השטח של מדגם מפלדה מחוסמת. אם יינצר בקרבת מקום סדק נוסף, יפרד גוש המתכת כולו ויותר שקערורית בעלת דפנות ניצבים וקרקעית שטוחה. בדרך כלל קשה לראות שלב זה כיוון שבמשך הפעולה נמעכת השקערורית ומשנה את צורתה הראשונית.

התעיפות-גזירה

צורה זו של התעיפות, אופיינית לחלקים אשר עברו צמנ-טציה, וכתוצאה ממנה נוצרו בהם שקערוריות גדולות במידה חד. תחילת הסדק נוצרת בשכבת גבול בין השכבה החיצונית המוקשה לגרעין הרך. הגזירה קורה כאשר נמוך מדי חוזק הגזירה באיזור שמתחת לפני השטח ביחס למאמץ הגזירה. במקרים רבים, ניתן לתקן מצב זה על-ידי הגדלת השכבה המוקשית, הגדלת קשיותו של הגרעין או שניהם יחד.

פלסטית או להשתחק במקצת, כדי ליצור חלוקה טובה יותר של העומס. ככל שעולה הקשיות, חייב טיב פני השטח אף הוא לעלות לשם הקטנת הסיכוי למגעים נקודתיים, הכרוכים במאמץ מקומי גבוה. מכיון שזיהומים אל-מתכתיים מסוי-מים עלולים להוות מקור לשקערוריות מתחת לפני השטח, עלול השימוש בפלדות "נקיות" לחלקים קריטיים להיות בעל חשיבות גדולה בחלקים רבים.

מטרתו הראשונית של חומר הסיכה היא להקטין את מקדם החיכוך ולקרר את השטחים הנוגעים זה בזה. כמו כן, כאשר חודרות בליטות קטנטנות של השטח דרך שכבת השמן ונוג-עות בשטח הנגדי, נוצרים מאמצים מורכבים רבים, השייכים לתחום המיקרוסקופי. נראה כי חומר הסיכה קריטי יותר, כאשר מקור הנזק הוא בקרבת פני השטח, מאשר בשעה שהוא עמוק בתוך הגוף.

אחדים מסוגי הציפוי נוטים למנוע זמנית את תופעת הינצ-רות השקערוריות על-ידי מנגנון-חלוקה שונה של העומסים. במשך תקופת ההרצה מאפשרים הציפויים זרימה פלסטית או שחיקה, ודוחים בצורה זאת את זמן תחילת הופעתן של השקערוריות. זירחון וציפוי בנחושת מקטינים או דוחים את התעייפות פני-השטח.

צורות אחרות של התעייפות-מגע

שקערוריות חיצוניות נראות בדרך כלל רק בהגדלה של פי 100 או יותר. בעין בלתי-מזוינת רואים רק כי השטח עמום וחסר ברק. דבר זה מראה את תחילת הופעתם של סדקים זעירים בפני השטח. הסדקים הזעירים חודרים את פני השטח בזווית קטנה, ולעתים קרובות גורמים להיווצרות שקערוריות, הנראות בבירור בעין בלתי-מזוינת.

ריכוז מאמצים גיאומטרי, כמו בקצוותיהם של גלילונים, נוטה לגרום לשבר במקומות אלו. השברים הללו ניתנים למניעה על-ידי שחרור החלק בנקודות התחלת השבר.

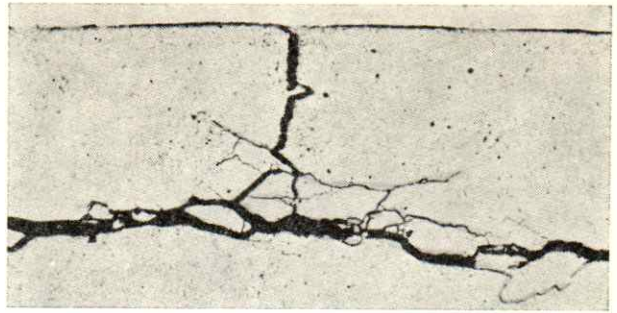
התעייפות כתוצאה ממאמצים תרמיים

סוג זה של נזק לפני השטח קורה בתופי-בילום, בשטחי-חיכוך בגלגל תנופה ובחלקים דומים. התעייפות כתוצאה ממאמצים תרמיים מתפתחת בשטח המתכת המחליק תחת לחץ, או בחלקים אחרים הנתונים למחזורים של חימום וקיר-ורר. חום המשתחרר במחזורים גורם לסדקים או שבר.

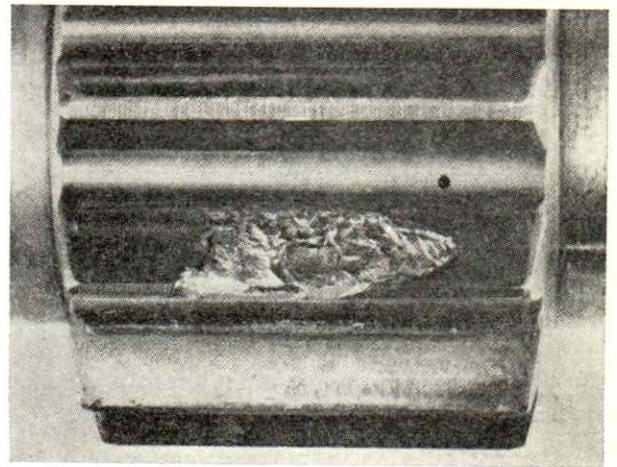
כאשר פני-השטח החיצוניים מחוממים, מתפשטות השכבות החיצוניות ונכנעות בלחיצה. כאשר הן מתקררות, מתכווצות המתכת יותר מאשר בראשית המחזור, וזאת — כתוצאה מן הכניעה בלחץ. לאחר מכן מועמסת המתכת במתיחה על-ידי גושי מתכת בפני השטח, אשר לא עברו את השינויים הפלס-טיים הנוצרים כתוצאה מן המחזור. במתיחה עלולים שטחים חיצוניים, להיסדק, כתוצאה מפעולה מחזורית של עומסי מתיחה ולחיצה.

תמונה מס' 13, מראה מספר גדול של סדקים זעירים בשטח החיכוך של תוף-בילום (ברזל יציקה).

למעשה, הגיעו המאמצים לדרגה כזאת שנוצר סדק גדול הוא נראה בבירור בתמונה.

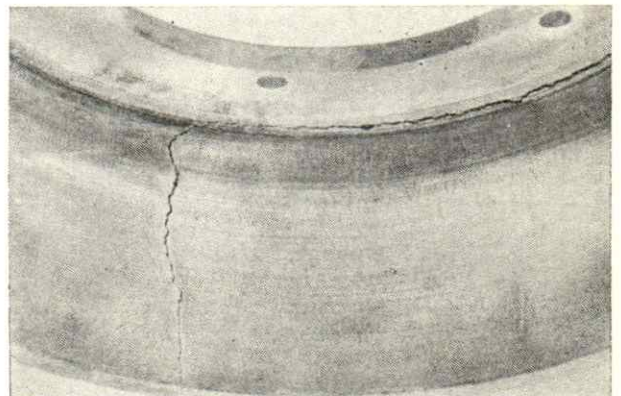


תמונה מס' 11: שקערוריות מתחת לפני השטח מקורן, בסמוך לפני-השטח, הסדקים מתפתחים בניצב לפני השטח ומקבילים זה לזה, סדקים אחדים המתחברים זה לזה יוצרים שקערוריות. התמונה מוגדלת $\times 70$.



תמונה מס' 12: בסבבת ההינעה-הסופי שבתמונה, נראית דוגמה של הרס גזירה בשלב מתקדם. גלגל השיניים נשבר לאחר שמוש ארוך וקשה. השבר הוא אורכי, ובו תעלות עמוקות האופייניות לשבר גזירה.

תמונה מס' 13: הסדקים הזעירים הרבים בשטח החיכוך של תוף-בילום (מברזל יצוק) נגרמו על-ידי התעייפות ומאמץ תרמי. עם הזמן עלו המאמצים לנקודה כזאת שהתוף נשבר לגמרי.



אפנת הקו הישר

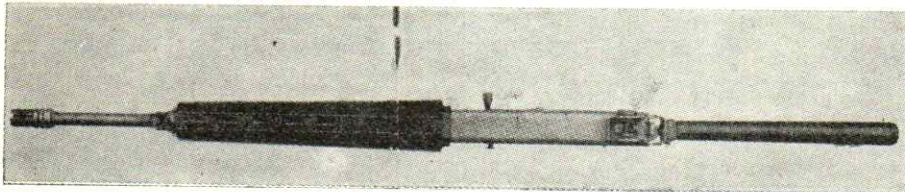
קפטין תומאס

אופנת הקו הישר — ה־AR-18, אורך כללי 96.5 ס"מ (73 ס"מ עם קת מקופלת), משקל כללי (ללא מחסנית) כ־3 ק"ג, הרובה ניזון ממחסנית בת 20 כדורים, מהירות האש כ־750 כ"לדקה.



המגבהים, את מוביל מחלק סדן ואת המחלק. הכונת האחר רית היא כונת חרירית הניתנת לכונן, ואפשר להתאימה להסטי רוח ולהגבהה. קוטר החריר ניתן לשינוי בהתאם למרחק הירי. המרחק בין הכונת הקדמית והכונת האחורית הוא 54 ס"מ, למרות שלרובה אין ידי־נשיאה או מקבע לכונת טלסקופית. לרובה ה־AR-18 קו כונת נמוך, המספק את דרישות הצבא מסייע לאימוני ירי מהיר וירי לילה. הנצרה שניתן להזיזה מבלי להוריד את היד מהנשק, נמצאת בצד

החברה „ארמאלייט אינקופורייטד“, שפיתחה את הרובה AR-15, יצרה רובה שירות חדש, שכינויו AR-18. ה־AR-18, שפותח בהתאם למגמה של הקטנת הכדורים, יורה כדורים בקליבר של 5.56 מ"מ. כדור זה קל משקל, והוא בעל מהירות לוע גבוהה. הוא קצר ב־1.5 ס"מ ומשקלו קטן ב־50% מכדור ה־7.62 מ"מ הסטנדרטי של נאטו. משקלו של הכדור בקליבר של 5.56 מ"מ, כ־4 גר' והוא כולל קליע העשוי עופרת ואת מעטה המתכת; הכדור משיג מהירות לוע של כ־1000 מטר לשנייה.



מבט על ה־AR-18 מלמעלה, שים לב לקוים הישרים של הרובה.

שמאל של הגוף התחתון. אפשר לקבוע את הנצרה באחד משלושת המצבים, החרותים בשני צידי הרובה: Safe (נצור), Semi (בודדת), Auto (שוטפת). הרובה ניזון במחסנית בעלת 20 כדורים, הנכנסת לתחתית הגוף התחתון. מתחת לגוף התחתון נמצאת ידית אחיזה, כשח־הרצועה האחורי מותקן בבסיסה. הקת עשויה סיבן קל ובקצהה מותקן סופג רתיעה מגומי. אורכו של ה־AR-18 מקצה לקצה 96 ס"מ ומשקלו הנקי כ־3 ק"ג. כשהרובה נכון לקרב (עם מחסנית טעונה ורצועה) משקלו 3.5 ק"ג. פירוק הרובה לשם טיפול רגיל הוא פשוט. הוצאתו של פין יחיד מאפשרת פתיחת הרובה, בכך שהחלקים נעים על ציר, ומגלים את כל חלקי הפנימיים. ל־AR-18 מתכונת של הקארבין המודרני — קת מתקפלת. כשהקת מקופלת, אורכו של הרובה 73 ס"מ בלבד אורכו זה

הדבר הבולט ביותר לעין ברובה ה־AR-18 הוא הקוים הישרים של מבנהו, המאפשרים לרתיעה לנוע בציר יחיד. בשל כך פוחתת בהרבה קפיצת הלוע וכתוצאה מכך גם אי־היציבות. בואו ונבדוק את ה־AR-18 מקצה לקצה. מדבר רשף, המורכב על הלוע, עוזר בפיוור הגאזים, מפחית את הרשף ומשמש גם כרומה רימונים נגד טנקים וגייסות. ירידה לאורך הקנה, שאורכו 46.5 ס"מ מביאה אותנו למכלל הכונת הקדמית. המכלל מורכב מזיז הכונת, הניתן לסיבוב והגבהה, וזיז נוסף להרכבת הכידון וחת הרצועה.

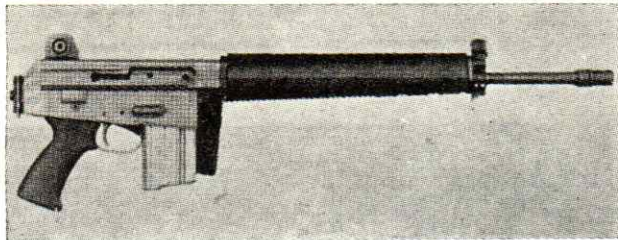
המתפסים העליונים בנויים סיבן חסין והם משמשים לשתי מטרות: הם מגינים על יד הירורה, ומפזרים את חום הקנה. המתפס האחורי מוחזק על־ידי מבנה גוף מיוחד במינו. מכלל זה הוא מבנה יחיד מרות, הכולל את הגוף העליון, את לוח

מבט על ה־AR-18 מלמטה.

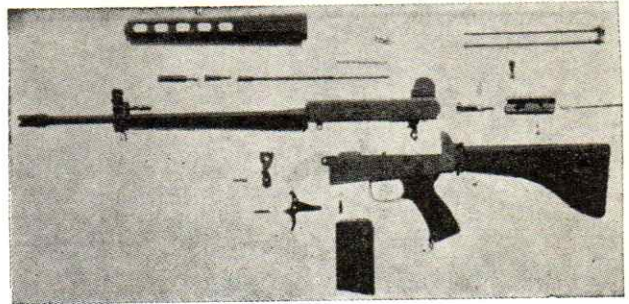


ביותר כדי לצמצם את אימון כוחות הקרב והטיפול, למינימום האפשרי; הפחתת מחיר הייצור והמכירה. לפי טענות החברה המייצרת את ה-AR-18, ניתן ליצרו במחיר נמוך בהרבה (קרוב ל-50% פחות) מהמחיר הדרוש לייצור כל רובה אחר מסוגו.

רובה ה-AR-18 כשהקת מקופלת, אורכו הכללי של הרובה מופחת ל-73 ס"מ, הרובה יכול לירות אוטומטית גם כשהקת מקופלת.



מתאים בצורה אידיאלית לשימוש בטנקים, בכלי טיס ובי נגמ"שים, שבהם למקום נודעת חשיבות רבה ביותר. החברה המיצרת את הנשק, מציעה את ה-AR-18 כנשק פשוט, יעיל וזול. השיקולים שהביאו לתיכנון ה-AR-18 הם שלושה: הביצוע המקסימלי, הניתן להשגה; השגת הפשטות הגדולה



ה-AR-18 מפורק לגמרי.

בטיחותם של כלי-רכב - המשך מעמוד 45 -

ג) היורקות מתוך המכונית, עלולה להיות קטלנית בשל עצמת הטחתו של הנוסע המועף, בקרקע או בכביש; בנוסף על כך, נתון הנוסע המועף לסכנת הידרוסות על-ידי כלי-הרכב. לצורך המחקר נעזרו בדוחות בדבר 271 תאונות קטלניות. תוצאות מחקר זה דומות ביותר לתוצאות המחקר שנערך על-ידי מעבדות קורנל בארצות-הברית.

בארצות-הברית משווים חשיבות רבה מאוד לפגיעה בשמשה הקדמית ולהיזרקות מתוך הרכב, וזאת מבלי להיכנס לוויכוח בדבר סוג זכוכית השמשה הקדמית (ראה מערכות-חיישן 22, 25) מרובדת או מחווקת.

נראה, כי במחקרים שנערכו בעבר, היתה הזכוכית המרובדת הגורם לפגיעות רבות יותר שנגרמו על-ידי שמשה.

גם מחקר שנערך באנגליה לפני כארבע שנים הראה, כי סיכויי היפצעותו של המוטח בשמשה הקדמית, גדולים פי 8 אם מרובדת הזכוכית מאשר בעת פגיעה בזכוכית מחווקת.

מצב זה עשוי להשתנות עם השתכללות שיטות ייצור הזכוכית, וכן עם התפשטות השימוש בחגורות-הבטיחות המונעת מן הנוסע את האפשרות להיפגע מהשמשה הקדמית.

מחקרי המכון התרכוזו בעיקר בפגיעות בראש, לא רק משום שפגיעות אלו הן קטלניות, בדרך-כלל, (65-75 אחוז מהפגיעות בצוואר ובראש הן קטלניות), אלא משום שגם התוצאות של פגיעות לא-קטלניות בראש עלולות להיות חמורות ביותר.

בדרך זו או אחרת, חייב איש איש להכיר בסכנות, בין אם יש אך אפשרות להקטין את מידת חומרתן, ובין אם אפשר למנען ממש.

תאונות — כולל תאונה קטלנית אשר נחקרה אף היא — משום שמחלקת אחזקת הכבישים סבלה גירעון תקציבי, ולא יכלה לעקור את העץ, אולם לאחר 18 חודש נעקר העץ — משום שחלה במחלת עצים כלשהי.

כיום נערך מחקר בדבר מידת הפציעות הפנימיות והפציעות באיזור הבטן.

את המחקר יבצעו בעזרת גוויות של נפגעי תאונות. הוחל גם במחקר אחר, הממומן על-ידי חברת „ג'נרל מוטורס“ בדבר תאונות הויתיות לא-קטלניות בדגמים של כלי-רכב חדישים; למחקר זה נודעת חשיבות רבה, מאחר שתכנונו הפנימי של הרכב שהוא גורם חשוב ביותר במניעת מוות — עלול להגדיל את סיכויי הפציעות הקלות או להקטינו.

עד עתה נערכו רוב הניסויים (להוציא אלה של מעבדת קורנל) במגמה למנוע את הפציעות, במקום להתחיל מן היסוד ולנסות למצוא את הגורמים להן.

מחקר שנערך באנגליה באיזור בירמינגהאם, ביסס את ההנחה כי רוב מקרי המוות בתאונות דרכים נגרמו בשל אחת משלוש הסיבות הבאות:

א) הנוסע הוטח בכוח אל חלקים פנימיים במכונה שהיו בעלי קצוות חדים.

ב) תא-הנוסעים נמעך בעת ההתנגשות, כך שלנוסעים לא היה מפלט להינצל, בין אם היו חגורים בגורות-בטיחות ובין אם לאו, (במיוחד בהתנגשות מן הצד ובהתנגשות בין שני כלי-רכב שאינם שווים בגובהם, כמו משאית ומונית; בתאונה מעין זו חודר ארגז המשאית אל תוך המונית ומועך את חלקה העליון).

מסע מבחן*

של ה"פאטון"

מתוך: "Armor"

החלפת הצאים בתדירות גבוהה. חוסר מוחלט של מאפרות ותאי־כפפות מדגים ומדגיש את יחסו הקמצני של המתכנן בכל הנוגע לסיפוק ה"אגו" המפונק של הנוסע המודרני. צינורות חלולים ומזורים וקופסאות־מתכת, משמשים כמשען־רגליים ומשען־גב בתנוחות שאינן ישיבה זקופה. בידוד־התקרה והריפוד עשויים משכבות פלדת־איכות בעובי לא מבוטל של סנטימטרים אחדים. מקום למטען ישנו בשפע, אך בתנאי שמטען נבדל בצורתו מן המקובל. אמנם אין למצוא תא־מטען כמקובל במכונית־נוסעים, אך קיימים תרי־סרים אחדים של מיכלים גליליים, באורך של כ־70 ס"מ ובקוטר של כ־10 ס"מ כ"א. בכל המרחב הפנימי ניתן למצוא מקום גם למזוודות, אך פריקתן וטענתן עלולות לעורר קשיים מסוימים, הואיל וכל המטען חייב לעבור דרך פתחים שבגג. בחנו את תכונות ההסעה של ה"פאטון" בדרכים מכל הסוגים, ורשמנו לפנינו מינימום של חריקות ודפיקות. ברור לנו כי מעלה זו באה בזכות המבנה הסולידי, ובזכות השפע הבלתי־רגיל בלוחות־פלדה עבים הבולעים כל רעש. מערכת המתלה, המורכבת מ־12 מוטות פיתול וכולמי־זעזועים ראויה למירב השבחים. כתוצאה מכך, ניתנת לך בשעת נסיעה הרגשה של ישיבה בכיסא־נדנדה גדול וכבד. בחצותנו את העיר, לא חשנו כלל בתא־הנוסעים, באבני השפה של המדרכות, באי־הנועה שבכביש ואף לא בפולקסוואגן או שניים שניקרו במסלולנו. אנו רשאים להצהיר באחריות מלאה כי אין לרכב זה מתחרה מבחינת תכונות הנסיעה והנהיגה שלו. יתר־על־כן, בעית היאחות ושלטיה בדרכי־שדה קשות אינה קיימת כלל. מורגש בעליל כי משקל ה"פאטון" (כ־50 טון), תורם רבות ליצירת קשר־גומלין חיובי בין הקרקע לוחלים.

הדגם אותו בחרנו היה מצויד במערכת היגוי־כוח, החייבת, לפי המלצתנו, להופיע ברשימת ההזמנות של כל קונה. הסיבובים מעצר לעצר בוצעו ללא כל מאמץ ובמינימום סיבוב של ההגה (חצי סיבוב). ה"פאטון" מבצע סיבובים בורירות וגמישות מפתיעים וללא כל נטיה או החלקה. החיסרון היחיד

לאחר שנים רבות של בחינת מכוניות־ספורט, מכוניות פר־טיות, מכוניות־מירוץ, משאיות, כרכרות, מכוניות פתוחות, מכוניות מתוצרת מקומית ומכוניות מתוצרת־חוץ, איתנה אמנתנו, כי אכן מצאנו את שיא האופנה האחרונה בתחום התחבורה בשביל הגבר האמריקאי, אשר רוח הנעורים עודנה מפעמת בקרבו ואשר טעמו בנושא "אמצעי תחבורה גרנדיוזיים ומיוחדים במינם" מעודן ומתעלה מעל לבינוניות הגוואה. כן, כמעט שכחנו — המדובר בגבר שאין לו כל הסתייגויות מתשלום עבור רכבו. רכב יוצא מן כלל זה. הינו מכונית־הנוסעים־לכל־מטרה "פאטון".

ה"פאטון", אשר עיצובו ותכנונו שמרניים ביותר, ואשר הוא פונקציונלי ותכליתי מאד, משרה עליך אוירה של אלגנטיות קלאסית. בדומה לכל־רכב אחרים, הוכנסו אף בו שינויים ושיפורים במרוצת השנים. ה"פאטון" של היום נמוך וארוך מאבותיו של שנות העשרים; כושר ביצועיו עלה, אך צורתו הבסיסית שלו לא השתנתה כמעט. עת בדקנו מקרוב את הדגם החדש באולם־התצוגה, משכו את תשומת־לבנו חסר־נות אחדים הנובעים מסגנונו המיוחד של מבנה־הגוף. אין גישה נוחה למערכות המנוע, ואילו שלושת (!) פתחי הכניסה דמויי־הצריחון, דורשים מן הנכנס מידה מסוימת של הכ־שרה אתלטית. נאמן לשמרנותו הבסיסית, מותיר מעצב־החוף הצטעצעות אפסית כמעט. למעשה מספק היצרן הרכב צבעים חסר־דימיון לחלוטין: הכל צבוע בצבע ירוק־זית, ורשימת ההצעות להזמנות מיוחדות מצטמצמת ללבן קוטבי ולשני גוונים נוספים של ירוק — כל זאת לפי דרישה מיוחדת. רבות התלבטנו כיצד להתחיל בתיאור הפנים, עד אשר נכר נענו לשיטה האחת והיחידה המאפשרת לנו להעביר לקורא את רשמנו — היא השיטה הפונקציונלית. בפאטון קיימים שני סוגי מושבים. לנהג הוקצב מושב משוקע, עמוק ונוח, מן הסוג הקיים בטרקטורים משנתונים עתיקים. מושבי הנוסעים, לעומת זאת, בנויים לפי מיטב מסורת קרבות ספרטה: המושב זעיר ושטוח, בדומה למצויים בבארים ו"סטייקיות" מודרניים. גילינו כי מושב זה מסוגל להכיל לא יותר ממח־צית חלקו האחורי של נוסע ממוצע, ועובדה זו מחייבת

* מסע־מבחן = ניסוי דרך.

פנורמה של 180° מעלות, שאינה מופרעת כלל על-ידי שום זכוכית מגן. יתר על כן, כיון שמושב הנהג מצוי במרכז הרכב, הופך התמרון בורס-תנועה צפוף למשחק ילדים. מצד שני, אפשרויות הראיה לאחור מועטות למדי, הואיל ותא הנוסעים מגביל את הראיה, ובנוסף לכך אין בנמצא מראות כלשהן. על אף זאת סבורים אנו, כי הנהג הממוצע לא יראה בכך פגם נורא מדי. הוא יאמץ לעצמו עד מהרה, יחס אדיש לחלוטין לכל הנמצא מאחוריו, בהגיעו למסקנה כי בסופו של-דבר אין זה משנה ולא כלום.

הרגשתנו היא כי המסרת הדו-תחומית האוטומטית המורכבת בדגם זה, מתאימה יותר ל"סיבוב-קניות" של האשה, מאשר למסע-תיור ממשי. תיבת-הילוכים בת ארבע מהירויות היתה תואמת יותר את טעמנו, שכן ביכולתה להציע את כושרי הביצועים לו מצפה הגבר ממכונת מסוג זה. מצאנו כי אין כל אפשרות להביא להחלקת הזחלים על הקרקע בהאצה פתאומית ממצב חניה. עם זאת, הצלחנו במקרה אחד, להביא להחלקה, ולו מועטת, בהאצה. היה זה כאשר ניסינו "לאסוף" מהירות בעלייה על גשר, ואף אז לא איבדו הזחלים את אחיזתם — אלא הגשר פשוט נקרע מתמיכותיו.

ה"פאטון" מונע על-ידי מנוע קונטיננטל מקורר-אוויר ובעל 12 צילינדרים, המפתח כ-825 כוחות סוס. הצילינדרים נית-נים להחלפה כיחידות נפרדות. שסתומים עיליים ומכללי-נדנים מופעלים על-ידי שני גליוזים — אחד בכל צד של המנוע. שתי מניפות המונעות הנעה מיכנית מספקות אוויר-קירור סביב הצילינדרים ולמצנני-השמן. ההספק מועבר להינעים הסופיים דרך ממסרת-הילוכים רב-תפקידית, הכוללת בתוכה יסודות החלפת-תחומים, היגוי ובלימה. הבלמים הם מסוג רב-דיסקי-רטוב.

המנוע מוצב מתחת לסיפון האחורי. הליכה על סיפון זה מחייבת זהירות רבה, כיון שבשעת תאוות גדולות, חולפות לאורכו לשונות-אש אשר אורכן מגיע למטר. מקור לשונות-האש הוא צינור הפליטה, הממוקם סמוך אל אחורי תא-הנוסעים.

דגם זה עלול להערים קשיים אחדים בפני חובבי התיקונים בשיטת "עשה זאת בעצמך". למרות העובדה, שהמכללים כמנוע וממסרת ניתנים להפרדה ולהסרה בזמן קצר להפליא, עלול כל הניגש לבצוע, להיתקל בדרישות אמצעים מרפוד-ידיים. לשם הסרת המנוע דרוש מנוף בעל כושר-הרמה של כ-4 טונות. הממסרת, לעומת זאת, קלה יחסית, ומשקלה מגיע, לכל היותר, למשקלם של שני פולקסוואגנים.

צריכת הדלק של ה"פאטון" היא, כפי שצפינו, גבוהה למדי — כחצי ק"מ לגלון, בתנאי-נסיעה נורמליים. גם כל יתר מרכיבי-האחזקה החודשיים גבוהים במקצת מן הממוצע. החלפת שמן, למשל, במנוע ובממסרת עולה כ-300 ל"י. אך אל נשכח כי בסופר-שלידבר לא תוכנן ה"פאטון" למען האיש הסופר אגרותיו.

לסיום, איננו יכולים להתעלם מן העובדה שה"פאטון" נוצר למען הספורטאי. זהו אחד מתוצריה הבודדים של דטרויט, המצויד באופן מקורי באמצעי-צייד בקליבר גדול, בין אם המדובר בצייד צבאים בקולומביה הבריטית, או בצייד קרנ-



הפאטון הינו כלי-רכב, אשר עיצובו המיוחד יאפשר לך להופיע אתו בכל חברה שהיא מבלי שתחוש באי-נוחיות כלשהי.

אותו גילינו בעת ביצוע סיבובים במהירות גבוהה, היה נטייתו של ה"פאטון" לחרוש תלמים עמוקים למדי בציפוי האספלט. לאור זאת מקוים אנו, כי אותם מאושרים שיחזיקו ברכב זה, יהיו בעלי תודעה ציבורית מספקת, כדי לצמצם את נסיעות ה"חארוקה" שלהם לדרכים כפריות או לשדות. פנינה נוספת באוצר תכונות-התמרון המצוינות של ה"פא-טון", היא יכולת-הסיבוב שלו בהילוך ביניים. כאשר הרכב נייח והממסרת במצב-ביניים, ניתן לסובב את ה"פאטון" בתחום אורכו העצמי, על-ידי סיבוב ההגה שמאלה או ימינה ולחיצה על דוושת הדלק. תמרון זה יעיל מאוד לצורכי חניה, אך יש לו נטיה מצרעת להביא כל דבר המצוי בצד הרכב למישור אופקי אחד עם הכביש. באופן זה, "מתיישרים" למשל, במהירות רבה, סמנטי-ציביליזציה כ-מדחנים, תאי טלפון וכיוצא בהם. רמת הרעש בתוך ה"פאטון" גבוהה למדי, כמצופה מראש, שכן מובן כי תובת הפלדה היצוקה יוצרת תהודה ניכרת. אך אין לשכוח כי מעולם לא התיימר ה"פאטון" להיות כלי-רכב בו יכול הנוסע לשמוע את תקתוק שעונו.

כאשר פתוח מדף-הנהג, מפתיע שדה-הראיה של הנהג ברוחבו הרב, בכל הנוגע לנעשה בקדמת הרכב. מתקבלת

השמרנות האלגנטית ויפיו הפונקציונלי של הפאטון יחבבוהו ללא פגם, הן על הספורטאים והן על השמרנים.



על תכנון

ניתוח השלבים הלוגיים

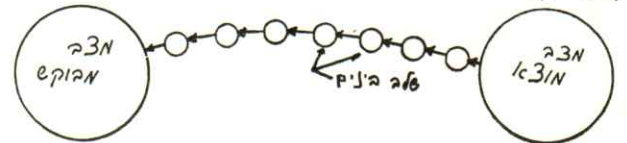
מתוך שיקול זה מגיעים למסקנה כי לאחר שהוגדרו נקודת המוצא ונקודת-המטרה, עלינו לסקור את המשתנים המשפיעים על שתי הנקודות והעלולים להשתנות במשך הזמן. נכנה אותם בשם משתני-המוצא ומשתני-המטרה.

משתני-המוצא ומשתני-המטרה הם הקובעים, למעשה, את תחום נדידתן של שתי הנקודות היסודיות שלנו כפונקציה של הזמן (ציור 3).

שני מושגים נוספים אותם יש להציג בפני הקורא בטרם נעבור לתהליך סגירת הפער בין נקודת-המוצא לנקודת-המטרה, הם מגבלות-המוצא ומגבלות-המטרה.

כל הגורמים המשפיעים על מצב-המוצא ועל המצב הסופי, המשתנים ללא תלות כלשהי בזמן והמגבלים בהגבלות מסוימות מכונים בשם מגבלות-המוצא ומגבלות-המטרה. לאחר שבוססו כראוי שתי נקודות-היסוד וכן הובאו בחשבון הגדרת

הקדמה: כולנו עוסקים בתכנון; אחדים מאתנו — התכנון הוא מקצועם וכל היתר עוסקים בכך בחיי יום יום. ואולם למרוח עובדה זו, בטוחני כי אך מעטים מאתנו יוכלו להגדיר באופן מידי — פעולת תכנון מהי, וכיצד היא נעשית. רבים עושים זאת איכשהו „לפי החוש“. במאמר זה אנסה לתאר את גישתי לנושא, אשר התגבשה תוך ניסיוני בעבודה, ומתוך קריאת הספרות המקצועית בנושא זה, המועטת באורח מפתיע. ואפי' תח בהגדרה: תכנון הוא מציאת שרשרת רצופה של פעולות, אשר תכליתן להביאנו ממצב מסוים אחד למצב מסוים אחר (ציור 1).



ציור מס' 1

מצב-המוצא: לכאורה ברור מצב המוצא לחלוטין, אולם אין הדבר כך. בקביעת מצב-המוצא יש להקפיד על איסופם השיטתי והיסודי של כל האמצעים שבגדר השגתנו, לצורך התכלית המבוקשת.

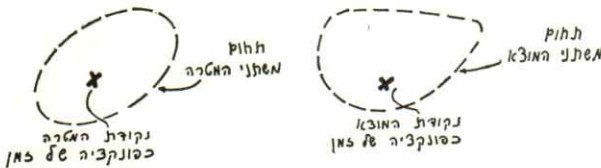
את המצב המבוקש יש להגדיר במונחים כלליים ככל האפשר, ללא פירוט יתר. על ההגדרה להיות תואמת את חופש הפעולה הניתן למתכנן. הגדרה מפורטת וצרה מדי מגבילה את המתכנן, ופוסלת אפשרויות בעלות ערך רב. לעומת זאת גזולת הגדרה רחבה מדי זמן רב, כינון שהיא מעלה אלטרנטיבות רבות. לפיכך יש לשקול בכל מקרה מהי חשיבותה היחסית של התקרבות הפיתרון למצב האידיאלי לעומת הזמן הנדרש לנפוי כל האלטרנטיבות הרבות.

לאחר שהוגדרו נקודת-המוצא ונקודת-המטרה, יש בידינו 2 נקודות-יסוד במרחב פעולתנו. (ציור 2).

שלא כבמתמטיקה, אין בתחומי הפעילות הפחות מופשטת ערכים חדי-משמעיים אלא תחומים סבירים. בחישובים טכניים אין לדבר על קבלת מוט עגול בקוטר 40 מ"מ, אלא על מוט בקוטר המוגדר בתוך תחום של ± 0.1 . למשל.

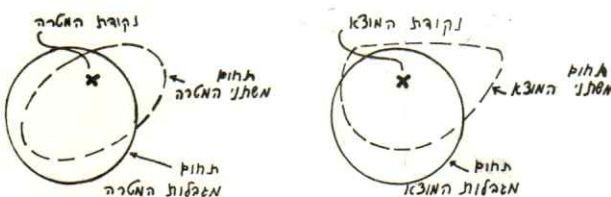


ציור מס' 2



ציור מס' 3

הנקודה, השתנותם של גורמים שונים בחלוף הזמן ויתר ההגבלות השונות, נגשים אנו לסגירת הפער בין המצב הקיים למטרה. את התחום ביניהם יש לחלק למטרות-משנה ונקודות-מוצא משניות, כך שיכוסה כל תחום הבעיות המתעוררות תוך-כדי מעבר ממצב א' למצב ב'. מסתבר כי את כל בעיות המשנה ניתן לפתור בדרכים אלטרנטיביות אחדות, וכל אלטרנטיבה מולידה אלטרנטיבות נוספות בהמשך (ציור 5). בעיית האלטרנטיבות היא מן הבעיות הקשות ביותר בכל פעולת תכנון, והיא אשר הופכת את התכנון, לפחות בחלקו,



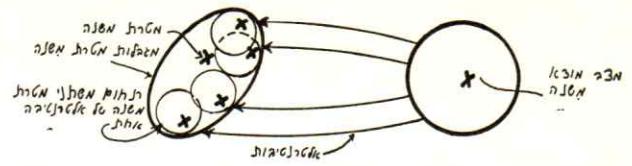
ציור מס' 4

נטיביות אחדות בהן ניתן להגיע מנקודת-המוצא אל נקודת-המטרה (ציור 7).

כיצד בוחרים בדרך הטובה ביותר? כאן באים לעזרתנו הקריטריונים לפעולה. קריטריונים אלו הם העקרונות לפיהם קובעים אנו את יעילותו היחסית של התכנון.

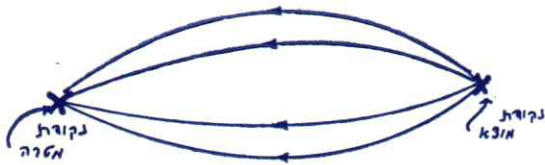
על הקריטריונים להיקבע לפני תחילתו של שלב חיפוש האלטרנטיבות, הואיל ולאחר היכנסנו לשלב זה מאבדים אנו את האובייקטיביות המוחלטת ועלולים, לפיכך, להחליט לטור בת אלטרנטיבה הנושאת חן בעינינו, למרות העובדה שאינה הטובה ביותר מן הבחינה האובייקטיבית.

בשלב הראשון של קביעת הקריטריונים יש לפרט את הדרישות הנדרשות מן התוצאה הסופית. דרישות אלו עשויות להיות שונות; בדרך כלל יש דרישה אחת יסודית ודרישות אחדות נוספות — בדרגות חשיבות משנית. אחת הבעיות הקשות היא מתן המשקל היחסי לכל אחת מן הדרישות.



ציור מס' 5

לאמנות. זוהי הנקודה בה מוסר המדע את מקומו לניסיונו של האדם ולכושרו האישי. יתכן כי מצב זה זמני בלבד. כדי להמחיש את חשיבות הבעיה אביא להלן דוגמה. נניח כי חלק מורכב מ-3 מרכיבים, ואנו מנסים למצוא אלטרנטי-בות תוך התחשבות ב-3 גורמים בלבד: חומר; שיטת-עיבוד; וצורה סופית. בחישוב פשוט נגלה מייד כי עלינו לבחון במקרה זה 5184! אלטרנטיבות, וזהו מספר עצום, בהתחשב בעובדה שחלקים המורכבים מ-3 מרכיבים בלבד הם מן הפשוטים ביותר (ראה ציור 6). לפי שיטה זו בניית אניה היא מלאכה לדורות. יתכן כי במשך הזמן יפתרו המחשבים בעיה זו, אך ברור כי גם לאחר-מכן עשוי מתכנון מחונן, הפועל לפי ניסיונו, כישורו ו"חושו", לפתור את הבעיה בזמן קצר יותר, אף כי תוך סיכון רב יותר לנפילת טעויות. מעניין לציין כי דווקא בתחום החיפוש אחר אלטרנטיבות בעלות ערך נכשלים המחשבים האלקטרוניים, בשל הזמן הרב הנדרש להם לברירה המכנית הענקית, לעומת כושרו של האדם לפסול באופן מידי כמות עצומה של אלטרנטיבות כבלתי יעילות לחלוטין. לאחר שמנפה המתכנן תוך-כדי עובר דתו את אותן אלטרנטיבות הנראות למן ההתחלה כבלתי-סבירות, מסתבר לו בכל זאת כי נותרו עדיין דרכים אלטר-



ציור מס' 7

שיטות הפעולה בתחום זה הן פרימיטיביות ביותר, עקב הקושי במציאת שיטה שתהא מדויקת ונוחה לעבודה כאחת, ללא צורך בטיפול מתמטי ובמידע מוקדם, רב מדי. לקשיים מסוימים גורמת גם העובדה שהחלוקה לדרישה שרירותית בעיקרה, שכן למעשה קשורות הדרישות זו בזו וכל אחת מהן משפיעה על האחרות ומושפעת מהן בעת ובעונה אחת. בהתחשב בכל אלה נראית לי, השיטה והשוואתית כטובה ביותר, אף כי כאמור, יש גם לה חסרונות.

בשיטה זו רושמים את כל הדרישות בטור ומשוים מדי פעם שתי דרישות זו לזו; את הדרישה הנראית חשובה יותר מצי-נים בספרה 1, ואת החשובה פחות — ב'0. בטור הראשון משוים את דרישה א' עם דרישה ב', וזו האחרונה חשובה יותר. בטור השני משוים את דרישה א' עם דרישה ג' — וכן הלאה.

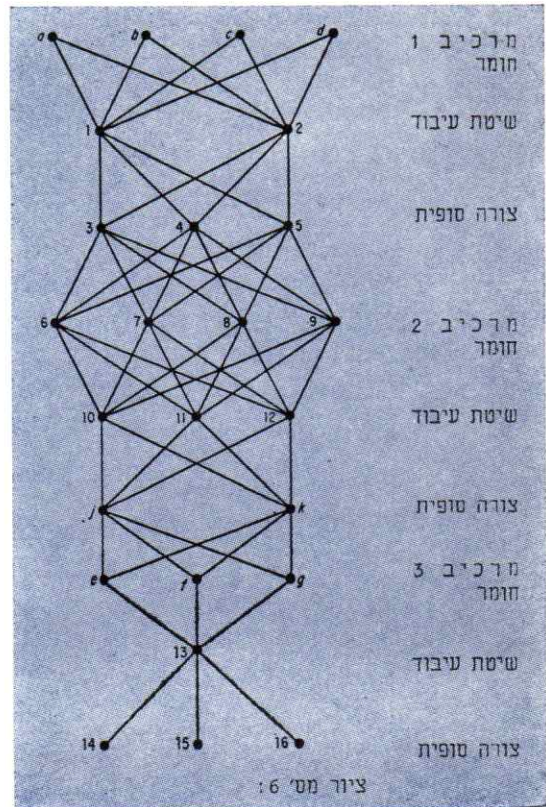
דרישה א'	1	1	0	—	סך 2 נק'
דרישה ב'	0	1	1	—	" 2 " "
דרישה ג'	1	0	0	—	" 1 " "
דרישה ד'	0	1	0	—	" 1 " "

סך-הכל 6 נק'

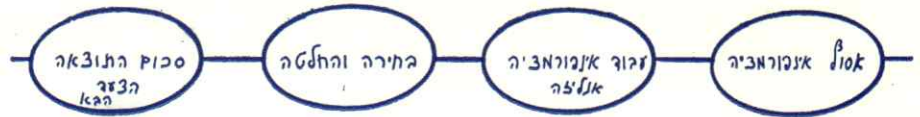
מסכמים את הנקודות אותן מקבלת כל דרישה, ולאחר מכן מסכמים את סך-כל הנקודות. לפי הדוגמה כאן נודעת לדרישות א' ו-ב' חשיבות יחסית שווה של $\frac{2}{6}$ ולדרישות ג' ו-ד' — $\frac{1}{6}$.

רד' — חשיבות יחסית של $\frac{1}{6}$.

בהיותנו מצוידיים בקריטריון כזה, יכולים אנו להשוות באוב-ייקטיביות מסוימת את האלטרנטיבות; אם ניתן לכל אלטר-נטיבה נקודות-התאמה לדרישה, ונכפיל זאת בחשיבות היח-סית של הדרישה — נקבל בסיס להשוואה בין תכנונים שונים.



ציור מס' 6



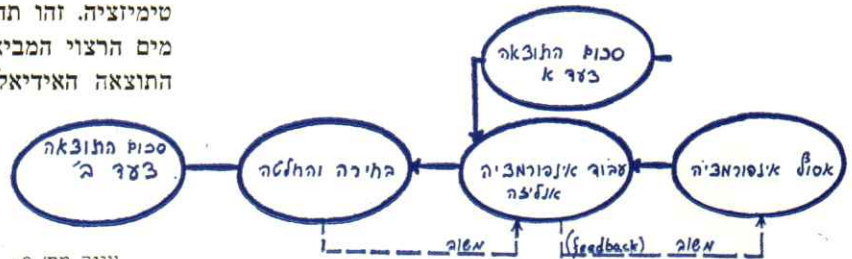
טוב יותר מאשר מקורות המידע שעמדו לרשות המתכנן. האמת היא שהמידע נחלק ל-3 סוגים עיקריים: א. מידע לקוי; ב. מידע מעוות או כוזב; ג. מידע לא-בטוח. בסופו של-דבר אפשר להשיג כמעט כל מידע, ואם ידוע לנו כי מידע זה מעוות, ניתן להשלימו ולתקנו, ולפיכך הבעיה הקשה ביותר שבעינינו היא חוסר-ודאות באשר לנכונותן של הידיעות הנמצאות בידנינו. אם עלינו לבחור אחת מתוך אלטרנטיבות אחדות יש לבחור בזו שסיכויי ההצלחה בה יהיו הגבוהים ביותר; כלומר — אם יש לעשיתו שתי אפשרויות, האחת נראית מושכת מאוד ואילו באחרת ניכרים חסרונות אחדים, ברם האפשרות הראשונה נשענת על מידע בעל מהימנות נמוכה, יש לבחור באפשרות הפחות-טובה, כיון שסיכויי-ההצלחה הסופי בה גבוה יותר.

אחד השלבים העיקריים בעיבוד נתונים הוא תהליך האופטימיזציה. זהו תהליך אשר מטרתו לקבוע מהו צירוף הגורמים הרצוי המביא לתוצאה אשר מתקרבת, ככל האפשר אל התוצאה האידיאלית. בתהליך זה מתגלה המתמטיקה ככלי עזר מצוי. במקרים הפשוטים ביותר מתקבלות תוצאות אופטימליות בחישובים מתמטיים פשוטים יחסית ובדיוק מוחלט. כאשר מסתבכים המקרים העומדים לפתרון בשל גורמים שהופיעו במספר גדול אשר לא תמיד ניתן לבטאם בפונקציות מתמטיות רצופות — יש להיעזר במחשבים. השיטות בנושא זה מפותחות מאד, והמתכנן יכול להסתייע בהן רבות (לדוגמה אזכיר את ה-*Prograuing*) אם אין המתכנן יכול להיעזר במחשב, מטילה עליו האופטימיזציה עומס תשובות רב, אשר איננו יכול לעמוד בו. במקרה זה משתמשים בשיטת האופטימיזציות החלקיות; מפרקים את הבעיה לחלקיה ועורכים כים אופטימיזציה של בעיות המשנה. התוצאה לא תהיה, אמנם, אופטימום כולל, אך היא קרובה בהרבה לאופטימום מאשר תוצאה המתקבלת ללא כל אופטימיזציה.

לבסוף מן הראוי להזכיר את מה שנראה לי כאויבו הראשון והעיקרי של המתכנן, היא התופעה המכונה „המגבלות הדמיוניות“. כיון שכולנו אנשי הרגל, מצוידים אנו במטען

אמנם בחירת האלטרנטיבה הטובה ביותר לאור הקריטריון האמור ולאור המטרה הסופית היא הפעולה האחרונה בין פעולות התכנון, אך למעשה מורכבת עיקר פעולת התכנון משרשרת פעולות החוזרות ונשנות עם התקדמותו של תהליך התכנון. השרשרת מורכבת מ-4 פעולות, ואלו הן: א. איסוף מידע או ניצול מקורות מידע; ב. עיבוד מידע; ג. בחירה והחלטה; ד. סיכום התוצאה והחלטה של הצעד הבא. (צירוף 8).

תוך כדי עיבוד מידע מתעורר לעיתים קרובות הצורך במידע נוסף, או מתברר כי מידע מסוים משפיע על מהלך האנליזה. כמו כן משמש סיכום תוצאתו של צעד קודם, מקור מידע נוסף, או מתברר כי מידע מסוים משפיע על מהלך האנליזה. כמו כן משמש סיכום תוצאתו של צעד קודם, מקור מידע



צירוף מס' 9 :

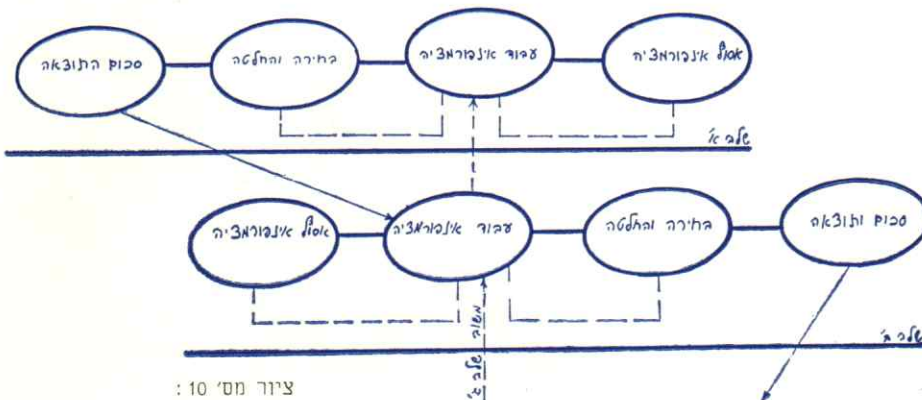
לגבי בחירת הצעד הבא. גם הבחירה עצמה מביאה את המתכנן לעיתים לידי אנליזה מחודשת (צירוף 9). לעיתים יארע שעיבוד מידע מסוים מביא אותנו למסקנה כי יש לעבד מחדש את המידע שהושג בשלב קודם, (צירוף 10). לפיכך נובע מכאן שהגישור על הפער בין נקודת המוצא אל נקודת המטרה נעשה שלבים שלבים, אשר כל אחד מהם מורכב מ-4 פעולות בסיסיות, תוך-כדי חזרה מתמדת במנגנון משולב על הפעולות של שלב מסוים, וכן — תוך כדי חזרה אל שלבים אשר לכאורה נסתיימו.

ברור שחזרות מעין אלו על השלבים הקודמים יקרות ביותר מבחינת השקעת הזמן והאמצעים. הן יכולות להיחסך ע"י איתור הבעיות בשלב קרוב ככל האפשר אל נקודת-המוצא, כיון שהחזרות הן בדרך-כלל תוצאה של היתקלות בבעיה בלתי-צפויה המאלצת את המתכנן לשוב ולשנות דברים אשר כבר תוכננו. אף כי אין למנוע את החזרות לחלוטין (וב-יחוד בתכנונים גדולים ומסובכים) יש לשאוף לצמצומן.

ציינתי לעיל, בחירת האלטרנטיבות וההחלטה הם עיקר שלבו היסודי של התכנון הכולל, אך הם מופיעים גם בכל שלבי-הביניים של התכנון.

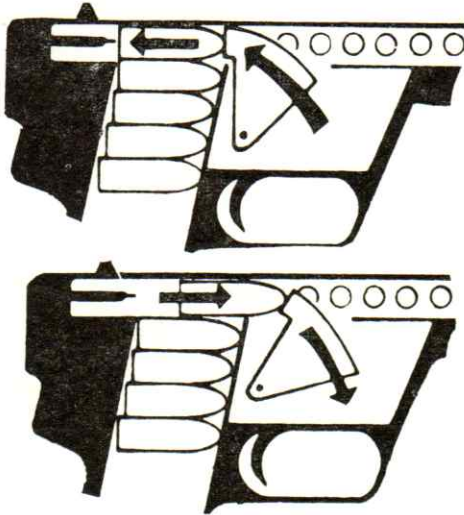
נקדיש עתה מלים אחדות לבעיית אסוף המידע ומקורותיו. ברור לגמרי שהתכנון אף פעם לא יהיה

- המשך בעמוד 71 -



צירוף מס' 10 :

אקדה סילון רב־תכליתית



תמונה מס' 2: מנגנון הגירוגט פועל בצורה הפוכה מפעולת המנגנון המקובל — פטיש שנמצא לפני המחסנית דוחף את הטיל התורן אחורנית, אל נוקר קבוע (למעלה), הטיל פוגע בנוקר, הפיקה מוצתת והטיל מואץ קדימה. בדרכו הוא דוחף את הפטיש קדימה ולמטה (ציור תחתון) כדי לפנות את הקנה ולדרוך את האקדה לקראת היריה הבאה.

פעולתו של אקדה זה מעניינת ובלתי־מקובלת. הנוקר בו קבוע, ונמצא על הדופן האחורי. ההדק מפעיל פטיש, הדוחק את הכדור התורן אל עבר הנוקר. בפגוע פיקת הכדור בנוקר, מופעל חומר־ההדף, והכדור מועף קדימה, בשעת מעופו דורך הכדור את הפטיש מחדש, והאקדה מוכן לירייה נוספת. מנגנון־פעולה זה פשוט כלי־כך עד כי אפשר להשתמש בו גם מתחת לפני המים.

האקדה נטען ב־6 טילים המצויים בקת. בתחתית הקת נמצא קפיץ הדוחף את הכדורים כלפי מעלה. את הכדורים טוענים דרך פתח־טעינה הנמצא באחורי חלקה העליון של הקת. ניצרת האקדה, עם הפעלתה, מציבה מחסום מתכת בין הנוקר לפיקת־הכדור.

אורך קנהו של האקדה הוא 125 מ"מ. קדח הקנה חלק, הואיל ואין צורך בסלילי הקנה. הכדור נורה כולו, ולפיכך אין מת־עוררות בעיות פליטה ותקלות אחרות, כגון מעצורים.

אקדה זה גם חסר־רטיעה, דבר הנותן לו יתרון גדול על־פני האקדה האוטומטי הסטנדרדי. דוחות־ניסוי שונים מראים, כי טיל הגירוגט יעיל יותר מאשר האקדה בעל קליבר 0.45, בטווחים של מ' 7.5 ומעלה. בטווח קצר יותר עדיין לא

זואם תאמין כי יש בנמצא אקדה היורה טיל מיניאטורי, אקדה שמשקלו 450 גר' בלבד, אך עצמתו גדולה מזו של אקדה 0.45, שהוא זקוק לניקוי מועט־שבמועט, ושהנך יכול להשליכו לאחר השימוש בו כי מחירו — 2 דולר (כ־6 ל"י) בלבד? תיאור זה נשמע אולי דמיוני, אך אינו כן. טיל הגי־רוגט (זהו שמו המסחרי של האקדה) הוא טיל קטן אשר קוטרו 13 מ"מ וצורתו כשל כדור־רובה. הטיל אינו מונחה, והוא מיוצב במעופו על־ידי סיבוב.

משקל הטיל 12 גר', משך האצתו — 0.10 שני', ומהירותו — כ־380 מ"ש.

לדברי היצרנים, מושג מעופו המדויק של טיל הגירוגט על־ידי ייצובו הגירוסקופי, הנוצר בעזרת סיבוב הטיל. בחלקו האחורי של הטיל מצויים נקבים קטנים, המוטים בזווית אשר גורמת לטיל להסתובב בעת מעופו. הטיל, אשר מונע בדלק מוצק, אטום לחלוטין לחדירת לחות או רטיבות, ולכן הוא אמין לפעולה גם בתנאים ארקטיים או טרופיים.

הגירוגט מהווה פיתוח מהפכני בעולם הנשק הקל, שכן נשמר כל הלחץ בטיל גם בעת עזיבתו את הקנה, בניגוד לאבדן הלחץ באקדחים רגילים.

האקדה עצמו מיוצר מחומר קל ביותר (סגסוגת אלומיניום). הוא בנוי בשני חלקים (שמאל וימין) המעוצבים במבלט.

תמונה מס' 1: אקדה גירוגט 13 מ"מ. תכונות: אורך כולל — 200 מ"מ; אורך הקנה 125 מ"מ; משקל 450 גר'; כוונת — קדמית ניתנת להתאמה, אחורית קבועה; קיבול מחסנית — 6 כדורים.



דגמים, צבאית וספורטיבית. הגרסה הצבאית (תמונה 4) דומה ל-XM16E הסטנדרדי. את הגרסה הספורטיבית של קרבין הגירוגט ניתן להשיג גם עם טלסקופ, המקרב פי 1.3.

מערכת הגירוגט מסופקת גם כמערכת ציוד לשעת חירום, כגון ציוד-הצלה לטייסים ולאנשי-צי. מערכת זו כוללת 2 טילים ארוכים, טיל תאורה, טיל עשן, חץ תת מימי המצויד בכבל באורך של 10 מ', וצלצל עם כבל.

משקלו של אקדה זה מועט אף מזה של האקדה הרגיל, הוא עשוי חומר בלתי-מחליד, ואפשר להשתמש בו גם במים. לטייל העשן והתאורה כוח-הדירה המספיק לשם הדירה מבעד לסבך-עצים (דבר לו נודעת חשיבות מרובה בתנאי הג'ונגל של ויאטנם). הצלצל המסופק עם האקדה מאפשר הטלת כבל חזק אל ראש צוק לשם היעזרות בו בעת הטיפוס.



תמונה מס' 5: מערכת ציוד גירוגט לשעת חרום. המערכת מכילה: אקדה, ששה טילים 13 מ"מ סטנדרדיים, טילים 13 מ"מ ארוכים, טיל תאורה, טיל עשן, טיל תאורה גדול, טיל עשן גדול, חץ תת מימי, צלצל, וכבל באורך 10 מ'.

צבא ארה"ב מעיין עתה באפשרות של הכנסת נשק זה לשימוש סטנדרדי. החברה עצמה מתכוננת לחדור לשדה פיתוח כל-הנשק. אב-טיפוס של מקלע ותת-מקלע, וכן של טיל בקוטר 20 מ"מ, נמצאים בשלבי ייצור מתקדמים, ונראה כי בעתיד הלא-רחוק יהא בנמצא גירוגט לכל תכלית.



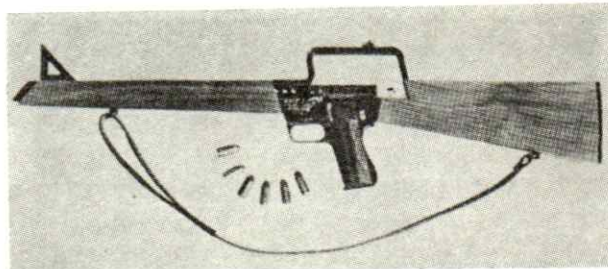
תמונה מס' 3: אקדה גירוגט מארק 1 דגם B, בעל קנה מקוצר. אורכו הכולל של אקדה זה הוא 165 מ"מ בלבד ואורך קנהו כ-70 מ"מ בלבד. אולם תכונותיו אינן משתנות עקב כך.

נשרפה כל כמות חומר ההדף, ולכן לא הגיע הטיל עדיין למלוא מהירותו ויעילותו, ודבר זה מהווה חסרון ניכר בלחמה בטווח קצר מאוד.

תשומת-לב הציבור האמריקאי הופנתה לאחרונה אל מערכת הגירוגט, כאשר נתגלה ניסיונם של שני נספחים צבאיים סובייטים לרכוש את האקדה. הסיפור זכה לפרסומת נרחבת בשבועונים "Life" ו-"Time".

אקדה הגירוגט מוצע במבחר דגמים, אשר אחד מהם נראה בתמונה 3. דגם זה הוא בעל קנה מקוצר ב-5 ס"מ, ועל-ידי כך מתקצר אורכו הכולל של האקדה ל-16.5 ס"מ, אולם תכונותיו אינן משתנות.

מנגנון הגירוגט הותקן גם בקרבין, הניתן היום להשגה בשני



תמונה מס' 4: קרבין גירוגט 13 מ"מ (דוגמה צבאית).

- המשך מעמוד 69 -

ע ל ת כ נ ו נ

בסיכום: לפחות בשלב זה אין תזליך התכנון יכול להיות תהליך מתמטי חד-משמעי, ועדיין הכרח למתכנן להסתייע במידה רבה ב"חוש", אך אין להפריז בעניין זה במקומות בהם אין צורך בכך, ועל המתכנן לבדוק היטב משך כל זמן התכנון אם אכן משתמש הוא במירב הכלים האובייקטיביים הניתנים להשגה.

של ניסיון אשר לו נודעות לפעמים תוצאות שליליות. לעתים קרובות מתחשבים אנו באורח אוטומטי בשעת תכנון חדש במגבלות אשר פעלו בתכנון אחר. תופעה זו מרובה מן הניתן לשער ממבט ראשון. פתרונות מבריקים רבים מתחמקים מידינו רק בשל העובדה שנדמה לנו כי אין לנקוט צעד מסוים, אף כי מן הבחינה האובייקטיבית אין כלל מגבלה מסוג זה.



התווית תכנית אימונים בטיפול-המונע

הרבה נאמר, הרבה נכתב, ועוד הרבה יותר ייאמר וייכתב — על נושא הטיפול-המונע. אך מה שדרוש הוא פחות דיבורים — ויותר מעשים. אין כיום שום ליקוי בטיפול-המונע בצבאנו שלא ניתן יהיה לתיקון על-ידי פעולה תקיפה מצד כל המפקדים בכל הדרגים.

הספר. „אימון-תוך-עבודה“ בצורה טובה דורש תכנון מוקדם ופיקוח מתמיד.

טעות זו משולבת באימונים — או בחוסר-אימונים — של מפקדי דים. קצינינו הזוטרים והמש״קים רוצים — ואפילו משתוקקים — לעשות בשבילנו עבודה טובה, אם רק יאמר להם משהו מה נדרש מהם וכיצד יש לעשות זאת. יש ללמד, כי פיקוח על אחזקה אינו דורש ידע מקצועי עמוק.

אינך צריך להיות טבח ראשי של בית-מלון כדי לערוך בקורת במטבח, או מהנדס מכונות — כדי לבקר מאגר-רכב, או כוגר קורס-נשקים — כדי לבדוק את מחסן-הנשק. טיפול-מונע אינו דורש דבר מלבד עבודה קשה מצד האיש המבצע אותו. מצד המפקדים נדרשות ידיעת הרמה שיש להגיע אליה וידיעת שיטות-הבקורת הפשוטות הנחוצות כדי להבטיח השגת רמה זו. אולם יש ללמד קצינים-זוטרים ומש״קים אלה את הרמות הללו ואת הדרך כיצד להשיגן ולשמור עליהן.

בשביל השרשרת-הפיקודית חייבת להיות תכנית-אימונים פשוטה, שתלמד את הרמות שאותן יש להשיג ואת שיטות-הבקורת הפשוטות, אשר מפקדים בכל הדרגים צריכים להשתמש בהן — כדי להבטיח, כי רמות אלה תושגנה. אין להניח למפקדינו הצעירים — קצינים ומש״קים כאחד — כי יסתירו את בורותם תוך טענה, כי טיפול-מונע הוא ענין מקצועי גרידא, הדורש מפקחים מקצועיים מאומנים. בכל אופן, אין להטיל את כל האשמה של טיפול-מונע לקוי על קצינים-זוטרים ועל מש״קים. ושוב חוזרים אנו לשני המשפטים הראשונים המורפיעים ב־FM 101-5. אם הצעירים אינם יודעים מה לחפש וכיצד למצוא את מה שהם מבקשים, מוטלת האחריות לכך על מפקדיהם בלבד. ואם מפקדיהם אינם יודעים כיצד להדריך את פקודיהם — תחזנה עינינו אי-הצלחות שוטפות, לאורך כל שרשרת-הפיקוד.

טיפול-מונע הוא ענין של „אחריות-מפקדים“ — וכדי שיהיה יעיל יש הכרח ב„פיקוח-מפקדים“. אני מסב את תשומת לבכם לשני המשפטים הראשונים המופיעים ב־FM 101-5 (ספר תורת של צבא ארה״ב), וזה לשונם: „המפקד בלבד אחראי לכל הנעשה ושאינר-נעשה ביחידתו. אין הוא רשאי להעביר את אחריותו לאיש אחר“. שני משפטים אלה מבהירים ללא-ספק מי הוא האיש האחראי לכל הנעשה ביחידה.

כאשר נגיע למצב בו מפקדים — החל מדרגת רב״ט ועד דרגת אלוף — נתבעים לציית לשני משפטים אלה בהקפדה ובמלוא מובן המלה. — כשהם חייבים לתת את הדין על טיפול, אחזקה ושימוש נכונים בכל הציוד שביחידותיהם — פתרנו, איפוא, בזה את כל בעיות הטיפול-המונע של זמננו. אך כל עוד לא נעמוד על כך, כי הטיפול-המונע יהיה באחריותה של שרשרת-הפיקוד — ולא באחריותם של „בעלי-המקצוע“, לא תרדנה מסדר-יומנו בעיות של טיפול-מונע.

החוליה החלשה ביותר בכל מערך הטיפול-המונע היא האחזקה בדרג יחידתי. בדרך כלל לומד הפרט את תורת הטיפול-המונע במשך האימון הבסיסי. לעתים קרובות הוא מקבל מה שנקרא „אימון-תוך-עבודה“ (On The Job Training). וכאן המקום בו — לפי דעתי — נכשל המערך שלנו, הואיל ותכניות האימונים שלנו ל„אימון-תוך-עבודה“ חסרות פיקוח ותכנון. תכניות-האימונים מתנוונות בדרך כלל בגלל אופן שיבוץ אנשים לתפקידים מסוימים המבוסס על כך, שמזדמן לך איש שרצונו בכך. הקצאת איש למחסן-הנשק, למטבח או למאגר-הרכב, כשהיא מושתתת על כך שאיש מסוים נמצא תחת ידיך — עדיין אינו עושה ממנו נשק, טבח או מכונאי טוב — ואף אין בכך כל בטחון, כי בעיותיך במחלקת-התחבורה תיפתרנה תוך שיבוץ האיש כנהג. האימון הנוסף שאנשים אלה מקבלים בתנאים כאלה הוא בדרך כלל, מקרי לגמרי, והוא כולל את שיטות הלימוד השכיחות של המורה בבית-

לרוע-המזל התגייסו לצבא כל רבי-הסרנים וסגני-האלופים וכן רבים מאלופי-המשנה שלנו אחרי שנת 1939. מאז תאריך זה היינו מעורבים במלחמה „חמה“ או „קרה“.

צבאנו, אשר בשנת 1939 מנה כ-12,000 קצינים ו-12,000 בד"א הגיע בשנת 1945 ל-12 מיליון איש בערך. במשך תקופת גידול זו הושם הדגש על אימונים — בלא התחשבות במחירי הקצין הקרבי הממוצע מילא את תפקידו לפי התכנית שנקבעה על-ידי קציני-הדרכה ואג"ם בעזרת כלים שסופקו לו על-ידי קציני-אפסנאות.

הדגש הושם על האימון הטקטי של הפרט ושל היחידה והכנ"ת לקרב. קצין ההדרכה „ישב על הסוס“. מטרת כל האימונים היתה להכין את הפרט למבחנים רבים, אשר נכללו בקביעות בתכניות האימונים. קצין האפסנאות היה הגורם אשר דחף את האספקה. הוא דאג לכך, שהמשאלות תבואנה על סיפוקן, שה- ציוד יתוקן או יוחזר, וכן שתקציב נאות יוקצה לצרכי אימוני שדה. לא נועצו בו ביחס לתכניות האימונים ותכנונן. האחריות לניפוק מנות-מזון, תחמושת, חלקי-חילוף ובגדים מיוחדים היתה מוטלת על היחידה; והוא הדין בהחלפתם של פריטים אלה, שנדרשו על-ידי מפקדי היחידות. מצב זה היה קיים בעת-המלחמה וכן בתקופה שלאחר-המלחמה. קצין אפסנאות, אשר נעשה לבעל-תודעה משקית או ניסה לדרוש חסכון בהוצאות — הוחלף מיד. והסיבה היחידה שגרמה לכך, שאנשי אפסנאות היו הראשונים אשר הפכו להיות בעלי-תודעה משקית, היתה העבודה, שיחידות ומתקנים אפסנאיים הפסיקו לכבד את תביעותיהם — למן הרגע הראשון. הווה אומר — בשל מהירות הגיוס, האימון והפרישה לצרכי-הקרב הונחנו את הנושאים של חסכון באספקה והכרת-ערך מחירה. מפקדינו גדלו ללא קבלת אימון והדרכה בנושאים אלה, אשר מתחילים ברמה נמוכה יותר — בטיפול-מונע. על-אף העובדה, שהיו לנו צוותי-קרב שהורכבו מיחידות-רגלים ותותחנים, מיחידות-רגלים ושריון, מחילות-קרקע ואויר ורבים אחרים, מעולם לא נסינו באופן רציני לפתח צוות טקטי-לוגיסטי.

ובכן, כשתכנית הטיפול-המונע מתמוטטת, אל תפנה רק לקצין האפסנאות שלך; פנה גם אל קצין-ההדרכה ואל קצין אג"מ שלך! ראה אם הם מקצים שעות-אימון לאחזקת הציוד; ראה אם מילאו את החסר בתקן כוח-אדם, אשר אומן בבית-ספר — הווה אומר: לפלוגת-הרובאים — לא רק ברובאים — אלא גם בנשקים; לפלוגה המסייעת — לא רק במקלענים — אלא גם במש"ק-רכב; למחלקת-הרובאים — לא רק בסמל-מחלקה — אלא גם בקצין, שיהיה אחראי למחלקת האחזקה הגדודית.

נסה לראות אם המפקדים הכפופים לך מפרקים את דרגיהם הלוגיסטיים כדי „להוציא מכסימום אנשים לאימון“, ואם דרגים לוגיסטיים אלה אינם זקוקים אף הם לאימון. אתם ואני ראינו יחידות חיל-רגלים, אשר באופן מעשי פירקו את יחידות החימוש שלהן כדי לספק כוח-אדם, מאחר שהוציאו כל אדם שנזדמן לידיהן לתרגיל-שדה. וכאשר נדרשו אנשים נוספים שימש מאגר-הרכב כמקור כוח-האדם היחיד שעמד לרשותו. תארו לכם איך נפגע מכך קצין-החימוש הגדודי, שבונה תכנית-עבודה לפחות חודש אחד מראש והמספק את שירותי הטיפול-המונע ההכרחיים למאות כלי רכב שתחת פיקוחו. שערך

בנפשכם כיצד הוא מנסה לקיים תכנית-עבודה זו כאשר הוא מוצא עצמו כשברשותו רק 6 מתוך 16 מכונאים, כשהשאר הלכו לתפקידים ממין זה או אחר, הואיל ולא מצאו מלבדם אנשים אחרים שיוכלו לעשות את המלאכה. ולאחר מכן, שערך בנפשכם, שאותה תופעה נשנית וחוזרת בכל דרג כפוף — דבר היוצר מעגל משובש, אשר מביא בהכרח לידי תקלות מכניות רבות יותר, הואיל ואחזקה לקויה מצטברת — נוסף למכונאים, שאינם מסוגלים לבצע אפילו את תכנית העבודה הרגילה.

טיפול-מונע דורש פיקוח-מפקדים לאורך כל השרשרת הפי-קודית — מלמעלה עד למטה. דבר זה דורש שקצין הרכב יבדוק את נהגו; מפקד המחלקה יבדוק בגדים, ציוד וגם נשק; מפקד הפלוגה יבדוק את מטבחו וגם את מחסן-המזון שלו; מפקד הגדוד יבדוק את ציוד-הקשר שלו וגם את נשקו; ומפקד החטיבה ומפקד הדיביזיה ישמרו על איוון נכון בין שיקוליהם הטקטיים והלוגיסטיים — מתוך מטרה, שכל אלמנט יקבל תמיכה פיקודית נאותה.

במשך תמרון אחד הייתי מפקד של דיביזיה. ביום שחזרנו מתמרון זה למחנה, עברתי דרך הדיביזיה תוך בדיקת מאגרי כלי-רכב. מלבד בארטילרית-הדיביזיה, מצאתי רק קצין בכיר אחד במאגרי-הרכב. בארטילרית-הדיביזיה ביצע מפקד התותחנים בקורת במאגרי כלי-הרכב, וכמובן, היו נוכחים גם כל מפקדי התותחנים הכפופים לו. בגדודי חיל-הרגלים וביחידות המיוחדות — הואיל והיה נוכח רק קצין בכיר אחד — מצאתי רק קצין רכב אחד. הוא הלך קודם הביתה, אכל ארוחה דשנה מאוד — כך אני מניח — וחזר למאגר-הרכב בבגד חקי מעומלן ומבהיק.

לא יכולתי להאמין, כי מצב כזה יכול לשרור בדיביזיה. כמו כן, כשהאשמתי את המפקדים בקיום מצב זה, נוכחתי לדעת, שהם לא הבינו למה אני מגלה דאגה רבה כל כך. הם היו נבוכים בשל נזיפתי בהם ונפגעו מתגובתי.

כנראה שבהתאם לפקודות-הקבע של הדיביזיה הושארה האת"זקה בידי קציני הרכב המקצועיים, הקצינים האפסנאיים וה-פקידים. מאחר שלא היה פיקוח על „מקצועיים“ כביכול, אלה, הם הפקירו את אחריותם לאורך כל השרשרת הפיקודית. כמו



...אינך צריך להיות טבח ראשי של בית-מלון כדי לשרון בקורת במטבח...

הגמול בא כאשר הדיביזיה הוטעה בעזרת כלי־רכב לאורך כל הדרך עד... חזרה, ולא היה כלל צורך לפנות אפילו כלי רכב יחיד בגלל תקלה מכנית. המסע למקום התרגיל וחזרה בוצע בששה ימים, כשכל כלי הרכב הגיעו כפי שתוכנן מראש. מפקד גדוד־חי"ר אחד, אשר השתתף במסע זה, העריך הערכה קודרת באחת מישיבות התכנון, כשהודיע, שהוא מצפה מראש ש־20 אחוז מכלי הרכב שלו ייתקעו בצדי הדרך במשך המסע. ונתברר, שגדודו ביצע את המסע כולו, לרבות התמרון כולו ואת המסע חזרה לבסיס, בלא שקרה אף פעם אחת, שכלי רכב אורגני אחד של יחידתו עזב את מקומו בשדרת־המסע בשל קלוקל במשך כל התקופה.

ומה לימדנו את המפקדים ואת קציניהם המדריכים במשך כל העת בבית־ספר זה? האם הכשרנו אותם כמכונאים? לא; ודאי שלא! האם לימדנו אותם כיצד לתכנן את העבודה היטב ועלידי כך לבצע את המשימה באופן קל יותר? לא! אין „דרך־מלך“ אל אחזקה טובה. מה שלימדנו אותם היה מעל לכל — הערכה נכונה של הדרישות ושל חלקם שלהם בצוות. הם עצמם הרגישו את הקושי הקיים בביצוע שירות מכני, כשאצבעותיהם קפאו בקור, — מפני שבית־ספר זה פעל בתנאי־שדה. הם עצמם ביצעו בקורות דו־חודשיות וחצי־שנתיות בכלי־רכב, אשר העובדה של הזנחת הטיפול בהם הטילה צל של מבוכה בפני המפקד שמיחידתו נלקחו וכן באלה שהיוו חלק מהצוות שטיפל בהם. הם עצמם למדו בביטחה וללא־ספק, שדרושים יומיים וחצי כדי לבצע טיפול יחידתי ברכב 6x6, שאין כל אפשרות לקצר זמן זה ושמעוב־דות אלה אי־אפשר להתעלם. כמרכן למדו את אחד הנימוקים היסודיים המחייבים טיפול־מונע — ואני הדגשתי את המלה — מונע. הם יכלו לראות בכלי־רכב אלה את הכיוונונים הלקויים הקטנים או את הפעולות הלקויות, אשר היוו התחלות של ליקויים גדולים יותר; ובעזרת ידיהם בלבד תיקנו תקלות אלה וכן מנעו תקלות מכניות רציניות יותר. דברים אלה שאתם רואים בעיניכם ומתקנים בדיכם אינם נשכחים בנקל.

התוצאה של קיום בית־הספר היתה התמצאות־מחדש בתחושת האחריות המוטלת על המפקד ועל הקצינים־המדריכים. משי נפגשו בבעיה פנים־אל־פנים וידעו את סיבתה, נראתה זו לאור פרספקטיבה נכונה. עבודת־הצוות של כל יחידה השתפרה ובביצועה נשתקפה הגדלת היעילות.

בנקודה זו אוכל לומר, שלא הכל היה ורוד בבית־ספר זה — אפילו לאחר השלבים הראשונים. כמה מפקדים לא תפסו כלל את הרעיון. בכיתה הראשונה, בת ששים קצינים — נכשלו שמונה, במבחן הסופי. לקצינים אלה נשלחו מכתבים מה־פיקוד, שנכתבו במלים תקיפות, וציוו עליהם להתכונן על חשבון זמנם החופשי בעזרת מדריכים מתאימים מסגל הדי־ביזיה ולהופיע למבחנים חוזרים ביום הראשון הבא. שבדרך כלל היה יום חופשי מתפקידים. שני קצינים נכשלו במבחנים החוזרים ומהם היה אחד מפקד־גדוד. אל שני הקצינים האלה הועברו בצינורות המקובלים מכתבים רשמיים, שגיננו בחרי־פות את אופן הכנתם לדרישות המבחנים; מפקד־הגדוד שוחרר מתפקידו. למותר לומר, כי משנדע על כך, גדל מספר התלמידים המצליחים בטור גיאומטרי. אוכל להוסיף כאן עוד

כן תוכנן, כי הדיביזיה תישול חלק בתרגיל בחדש פברואר הבא. היה עלינו לנסוע מ... אל... בעזרת התובלה הממונעת שלנו, שנוספו עליה עוד ארבע פלוגות־הובלה. יכולתי לראות כלי־רכב וציוד מפורזים מ... עד...

לכן, אפוא, נעשיתי האיש הבלתי־אהוד ביותר בדיביזיה, כשהוריתי לקצין החימוש שלי לנהל בית־ספר לטיפול־מונע בציוד ממונע. הוריתי, כי לבית־ספר זה יוקצו התלמידים בס־דר ההפוך של סולמ־הדרגות. ציויתי, כי הלימודים בבית־ספר זה יקוימו במשך 8 שעות ביממה, 5 ימים בשבוע, למשך שבועיים, ובסוף יבואו מבחנים בכתב. ולא זו בלבד, אף הוריתי, כי סדר־הלימודים יכלול במפורט את הביצוע המעשי של הטיפול לאחר 1,500 ק"מ בכלי רכב בני 1/4 טון, 3/4 טון ו־2 1/2 טון, וכן את הביצוע המעשי של טיפול־מונע בגיפים ובכלי־רכב 6x6 — וכל אלו על־ידי התלמידים עצמם. לא להת־בונן — אלא לעבוד! לא שיוור להם מה לעשות, אלא כיוונון מעשי של דחיפ־שסתומים, בלמים, מיסב־אופנים, וכיוצא באלו. אתם יכולים לשער בנפשכם את התגובה הראשונית של המפקדים ושל קציני־המטה האלה, אשר מצאו עצמם מכוסים בעבודה, בבדיקות בגדוד, באימון טירונים, בהכשרת אנשים לשירות מעבר־לים, באימון במטות, בבעיות קטנות שהת־עוררו ביחידות, בצניחות טקטיות ובתרגילי הטסה אחרים; ומעל לכל דבר אחר — גם בתכנון ובהכנה של התרגיל ומסעו הארוך בן 3000 מיל בעזרת שיירה ממונעת.

יכול אני להבטיח לכם, כי הייתי לא רק האיש הבלתי־אהוד ביותר בדיביזיה; הרחקתי לכת עד כדי כך, שהדבר כבר לא שימש אתגר לדיון ולויכוח.

אך דבקתי איתן בהחלטתי, אפילו כאשר קצין־האפסנאות וכן קצין־החימוש שלי גילו סימנים של רכות־לב. וכאשר הגיע הזמן בו סיימו כמה מחלקות את אימוניהן והתוצאות החלו להיות מורגשות — שינתה המטוטלת את מהלך־כיוונה. היו לי אפילו מפקדים שסיימו כבר את הקורס וביקשו הקצאת מקומות רבים יותר לבית־הספר למען קציניהם. וכמובן מאלי, וכן



...קצינינו הזוטרים רוצים לעשות עבודה טובה, אם רק יאמר להם משהו מה נדרש מהם וכיצד לעשות זאת.

בתספוקת ועל תודעת ערך-המחיר. הצלחתם של „מבצעים” אלה תלויה בטיפול-מונע המבוצע בדרג הנמוך ביותר של שרשרת-המפקדים. אף אם גאנתך המקצועית אינה דוחפת אותך ליטול חלק פעיל בתכנית זו, על-ידי עצם השתתפותך האישית בתשלום המסים, תכיר ודאי בהיוגיותה. מעריכים את מחיר האחזקה החודשית — שימו לב, חודשית — הדרוש לאימון פלוגת חיל-רגלים ביותר מ-87,000 דולר; לפלוגת טנקים — למעלה מ-160,000 דולר. בסיכום מחירו של טנק מדגם M-47 יכול הצבא לקנות 128 מכוניות נוסעים מדגם „שברולט”. בדיביזיה אחת מצויים 138 טנקים, שבמחירים אפשר לקנות 17,664 מכוניות-נוסעים מדגם „שברולט”. לפעמים שוכחים אנו, כי המנהלה ועומס העבודה המוטלים על קצין צבא בעת שלום הם ענין של אחריות גדולה. כאשר פיקדתי על דיביזיה... רציתי לראות על מה אני אחראי ועבור מה מנכים לי מס-הכנסה ממשכורת, בדיביזיה זו היה

דבר בקשר לבית-ספר זה, קודם שנעזוב את הנושא. לימדנו את המפקדים ואת אנשי-המטה שלהם, כי כדי לבצע עבודה כהלכה חייב אדם להעריך את ממדיה ולהיות מסוגל בדרך כלל לבדוק את האספקטים רבי-התוכן של פעולתה. לימדנו אותם את פשטות הפיקוח. הראינו להם, כי אין הם חייבים להיות בעלי-מקצוע כדי לפקח על בעלי-מקצוע שלהם. וכיסוד לימדנו רבים מהם בפעם הראשונה מאז ראשית שירותם בצבא את התהליך הנכון של פיקוח על טיפול-מונע. לימדנו אותם רק חלק מן התפקידים שהיו צריכים ללמוד זה כבר בבית-ספר לקצינים או בעת לימוד המקצוע העודי שנים לאחר מכן.

לימדנו את התלמידים כיצד לגשת לביקורות-האחזקה שלהם בסדר הנכון.

ולתתייחס לחבורות הטכניות הנוגעות לפעולות האחזקה המיוזרות לכל דרג. לנדא שכל דרג לא יתפשט במאמציו לתוך



...נעשיתי האישי הבלתי-אהוד ביותר בדיביזיה, כשהוריתי לקצין החימוש שלי לנהל בית ספר לטיפול מונע...

המחיר של הציוד היחידתי בלבד 64,507.684 דולר; פירוט מובא להלן:

		(בדולרים)	(באחוזים)	
חימוש	—	53,550,615	או 83	
הנדסה	—	1,660,017	" 2.4	
קשר	—	3,506,487	" 5.4	
רפואה	—	68,682	" 0.11	
אספקה	—	5,132,987	" 7.9	
ציוד כימי	—	252,483	" 0.52	
תובלה	—	336,413	" 0.4	

חישובם של נתונים אלה נעשה בשנת 1951. כיום יהיו מחירים אלה, ללא-ספק, גדולים יותר. כמו כן אין מחיר זה כולל את המשכורות והמחיר של הציוד האישי. אתם רואים, איפוא, כי מפקד דיביזיה מנהל עסק שערכו שווה ל-100 עד 125 מיליון

דרג גבוה יותר על חשבון הדרג שלו. לפנים, כשניתנה למפקד דוקטרינה מעשית לדרישות של טיפול-מונע והוא הכין עצמו לפני שביצע את הביקורת, נראה היה, כי גישתו של פקודו אל ביצוע הטיפול-המונע היתה חיובית ומתקדמת והיא השתקפה גם בהכנות למבצעים, בדוחים מעטים ובביצוע משופר הן מצד האנשים והן מצד הציוד.

ועתה לא אעמוד כאן ואספר לכם, כי בית-ספר יחיד זה פתר לתמיד את כל בעיות האחזקה של הדיביזיה. זאת יודעים אתם יותר ממני. טיפול-מונע אינו מהווה ענין של „מעט-לעת”. הוא תמיד עמנו — ותמיד יהיה כן. אי-אפשר לראותו כדבר נפרד ולטפל בו באופן נפרד. בעזרת המפקדים וקציני-המטה שלכם יש לכלול אותו בכל מאמץ של היחידה. שאם לא כן, יהיה קצת פחות מועיל. וכיצד להחזיק אותו במצב יעיל, כשהחלו פעם בדרך זו? — בעזרת ביקורות! — בעזרת ביקור-רות-מפקדים, ביקורות-פתע וביקורות על-ידי בעלי-מקצוע רבות, בימים אלה שומעים אנו הרבה על „מבצע” חסכון

דולר ויש לו אחריות גדולה כלפי הצבא וכלפי אזרחי ארצות-הברית — בהבטיחו, כי כוח-האדם והציוד הנתונים לפיקודו ינוצלו בצורה הנכונה והחסכונית ביותר. אחריות זו מתחלקת ביניכם — במידה רבה או מעטה — בהתאם למעמדכם בשרשרת-הפיקודית.

כאומה, מתקרבים אנו לנקודה העולה אף על הישובים כספיים. מלחמה נוספת תטיל על היכולת התעשיתית של מדינה זו מסים בשיעור שלא ידענו עד כה.

הקונגרס יכול להקציב כסף בסכומים של ביליונים ואלפי-ביליונים דולר, אבל יש גבול פיסוי אפילו ליכולת התעשיתית שלנו. וביכולת תעשיתית זו תלויות כל תקוותינו — וזה הוא יתרונו הגדול על אויבנו, אשר לא נוכל להשתוות אליו בכוח אדם. כל עוד לא נבצע טיפול-מונע, נתאמן בטיפול-מונע, „נאכל, נישן ונחלום טיפול-מונע“ — מקשים אנו ללא

צורך על צינורות התספוקת, פורקים מעצמנו ללא צורך חומרי-ים חיוניים, וצורכים ללא צורך חלק מתפוקתנו התעשיתית, ובצורה זו מעבירים אנו לאויב חלק מהיתרון עליו נשען גורל אומה זו ואזרחיה.

רשימה זו הנה מהדורה שנייה של תוכן הרצאתו של מורד-גנרל תומפס פ. הייק, מפקד דיכויית-הצנחנים ה-18, בפני מפקדי עוצבת-השדה בקורס לטיפול-מונע, שנערך בבית-הספר לחינוש שכי-שדה-הניסויים באברדון, מרילנד, ארה"ב, אשר פורסמו ב„מערכות-חימוש“ בשנת 1961.

מסע מבחן של ה„פאטון“ - המשך מעמוד 66 -

לובשת הצאית צרה. הגבר הצעיר, אשר מטרתו בחיים ביטחון ומעמד חברתי, יתקשה לראות רכב זה כתואם את שאיפותיו החברתיות, או כאמצעי יעיל לבנית קריירה או השגת נערות.

אך למען הגבר בעל הביטחון העצמי והחוש הספורטיבי ו... כן, כמובן, האפשרויות הכספיות — למען האיש שאינו מניח לשום דבר לעמוד בדרכו ולעכבו — האיש האוהב את השדה הפתוח — האיש אשר לו אויבים רבים — למענו מצהירים אנו: זהו זה.

פיים באפריקה — ה„משוגע“ לספורט מצויד בכל האמצעים הדרושים, לשם שמירה על רמת המלאי שבמחסנו. יתר על כן, נראה לנו כי דטרואיט יכולה לתרום רבות לפתרון בעית הצפיפות בכבישים, על-ידי הפיכת „רובה-ציד“ זה לציוד סטנדרטי בכל דגמי הייצור. הרשו לנו להדגיש שנית את העובדה, שה„פאטון“ אינו רכב המתאים לכל איש ואיש. האם הצעירה תרוה נחת מעצמת מבנהו ומבטיחותו בדרכים. מצד שני, היא תמצא שכניסה לרכב ויצאה ממנו מהיום בעיה קשה מבחינת הנוחיות האישית, במיוחד כאשר היא

מסעי-מבחן (ניסוי-דרך) של ה„פאטון“

ג. קיבולים		מדידות	
300 גלון בקירוב	—	מיכל-דלק	635 ס"מ
105 ליטר	—	בית-ארכובה	745 ס"מ
82 ליטר	—	תמסורת	365 ס"מ
			307 ס"מ
ד. פרטים		זחלים:	
392,403 ל"י	—	מחיר רשום	56 ס"מ
48,000 ק"ג	—	משקל מלא	1,700 ס"מ
45,000 ק"ג	—	משקל המבחן	
12 צילינדרים במבנה V	—	סוג המנוע	40 ס"מ
5.75x5.74 אינץ'	—	קדח ומהלך	
29,400 סמ"ק	—	נפח המנוע	½ סיבוב
1:6.35	—	יחס דחיסה	850 ס"מ
825 כ"ס ב-2,800 סל"ד	—	הספק בלימה	
60 אחוז	—	כושר טיפוס בשפוע	45 ס"מ
			25 ס"מ
ה. ביצועים		המרחק בין הדוושה למשענת-המושב	
60 קמ"ש	—	מהירות הנסיעה הטובה ביותר	90 ס"מ
		מהירות מותרת מקסימלית:	
16 קמ"ש	—	הילוך ראשון	
50 קמ"ש	—	הילוך שני	
8 קמ"ש	—	הילוך לאחור	
ו. תאוצה		שגיאות מדי-מהירות	
20 ש"י	—	במהירות 45 קמ"ש	43 קמ"ש
		במהירות 95 קמ"ש	אין

חדושי הכודע



האם גורם העישון לתאונות

ייתכן כי עישון סיגריות כרוני הוא מן הגורמים העיקריים לתאונות הדרכים. למסקנה זאת הגיע ד"ר רוס א. מקפארלנד מהארבארד, אשר לפני זמן מה הצהיר בפני ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization) כי העישון, בתוספת כמות זעירות של גדים מצינור הפליטה, עלול לגרום חוסר חמצן בגוף הנהג במידה המספקת להקטנת עירנותו, ודבר זה גורר אחריו חוסר-תאום בשרירים, ולבסוף אף תרדמה. ד"ר מקפארלנד מאמין כי חלק גדול בפעולה למניעת תאונות נוער לבקרת הטמפרטורה, הלחות, האור, הרעש, התנודות וכמות הגז שבתוך המכונית.

מבחינים מקצועיים למהנדסים אחת לחמש שנים

„רצוי לבחון מחדש מדי חמש שנים, את ידיעותיהם של המהנדסים המקצועיים, כדי לוודא כי אכן מתקדמים הם במקצועם ומשפרים את ידיעותיהם עם התקדמות המדע“ — זוהי דעתו של פרופ' ארתור פורטר, ראש המחלקה להנדסה תעשייתית באוניברסיטת טורונטו שבקנדה.

פרופ' פורטר מציע שיטה לחדוש תעודות הסמכה של המהנדסים המקצועיים. לפי הצעתו, יחדשו הרשויות המקוריים לעבודה רק לאחר בחינה מסוג זה. „כדי שהמהנדסים יוכלו לצעוד בקצב התפתחותם של הידע והטכנולוגיה, עליהם להשקיע לפחות חמש שעות לימוד בשבוע“, אמר פרופ' פורטר, המביא כדוגמה לבעיה זו את ההתקדמות העצומה בטכנולוגיה של המחשבים. לדבריו „כ־90 אחוז מן המהנדסים שהוסמכו לפני שנת 1960, אינם יודעים דבר על-אודות המחשבים הללו, אף שהמחשבים הינם כיום כלי-העזר העיקרי בתכנון ההנדסי“.

מה דעתכם, המהנדסים?

להבת טיל — להארת שטחים

מושג חדש בתחום הזרקורים, להבת טיל תאיר שטח שדה קרב בגודל של 4 קמ"ר. הטיל יופעל ממטוס שיהיה בגובה של 1.5 ק"מ מעל שדה הקרב.

באופן עקרוני מורכב הזרקור החדש ממיכל של דלק טילוני, וחמצן נוזלי דחוס, בתוספת קטנה של סודיום לשיפור התאורה. חמרי הדלק מועברים לתוך צינור קוארץ ושם הם נשרפים במשך של 5300 מעלות פרנהייט, הגזים שנפלטים מספקים אור חזק ובהיר ה' ממוקד כלפי מטה באמצעות מחזירור פא' רבול.

החברה המיצרת את ההתקן הצהירה כי הוא מספק אור חזק פי 50 מאור ירח מלא, ואילו המחיר הוא רק כעשירית ממחיר זיקוקי תאור. רה. ההתקן מפותח במיוחד לשימוש בקרבות ויאטנס.

סוללות שמש חדישות לכלי-רכב חלליים

שכלולים חדשים בסוללות-שמש, מבטיחים כי פעולתם של כלי-רכב חלליים תימשך זמן רב מאשר עד כה, וכי תשדורות-ידיו ממושכות יותר תשודרנה מהם. לסוללות-השמש החדשה שפותחה על-ידי RCA עבור „NASA“ (סוכנות החלל הלאומית של ארה"ב), כוח עמידות נגד קרינה גדול לפחות פי 50, מאשר לסוללות-השמש שהיו בשימוש עד כה.

המבנה החדש של הסוללה מכיל כמות זעירה של ליתיום (יסוד כימי). כאשר פוגעת הקרינה בסיליקון המצוי בסוללה, מתחילים אטומי-הליתיום לנדוד לעבר מקום הפגיעה, ובסתם את הפערים הקטנים שניבעו עקב הקרינה, בחדשם על-ידי-כך את כושרה של הסוללה להפוך את אור-השמש לחשמל.

במחקר אחר של „NASA“ פותחו תאים דקיי-שכבה, המפיקים חשמל פי שניים מאשר מצבר-שמש צורני (סיליקון) מקובל. ההתקנים דקיי-השכבה מבוצעים על-ידי ריסוס של סול-פיד קדמיום המוספג בפלסטיק מתכתי.

כדוריות חלולות מאפשרות הארכת חיי מיסבים

ייתכן כי בעוד שנים אחדות יתקינו המהנדסים כדוריות חלולות במיסבים, לצורך שימור שים מיוחדים הדורשים מהירות גבוהה, ואשר גורם המשקל בהם הוא נתון בעל חשיבות ראשונית. כדוריות חלולות נוסו כבר לפני זמן רב, בטורבינות, אולם תהליך הריתוך שהיה אז בשימוש הותיר בתוך כל כדורית „קוֹלהבה“ אשר גרם לחוסר-איונה של הכדור רית במהירות גבוהות.

כיום, עם שיפור שיטות הריתוך, מנטיף להש' תמש בדיפוזיה לשם השגת ריתוך טוב יותר וזאת — כדי לחסל את „קוֹלהבה“. כדוריות חלולות הן עדיין חידוש במיסבים, ולפיכך גבוה מחירן, אולם היתרונות שהן מעניקות עשויים להביא לניצול מיסבים אלה בשיעור הולך וגדל, על-אף מחירם הגבוה.

לכדוריות אלו גמישות מסוימת, המאפשרת להן לספוג עומס גדול יותר מאשר מסוגלות כדוריות רגילות לספוג. מלבד זאת, נעשית חלוקת העומס בין הכדוריות בדרך טובה יותר, תכונות אלו מאפשרות הכנסת מיסבים בעלי-כדוריות חלולות בכנייה-נחיתה של מסרי טים כבדים, שכן מופעל עליהם עומס גבוה בשעת הנחיתה, וקיימים סוגי מיסבים אשר אינם מסוגלים לעמוד בעומס זה. לדבריו אחד ממדעני מעבדות חיל-האוויר האמריקאי, המניסות כרגע מיסבים אלה, תתכופנה הכדוריות כאשר יופעל עליהן עומס גבוה, אך תתישרנה חזרה עם הסרת העומס“.

פינוי עפר בעזרת גז דחוס

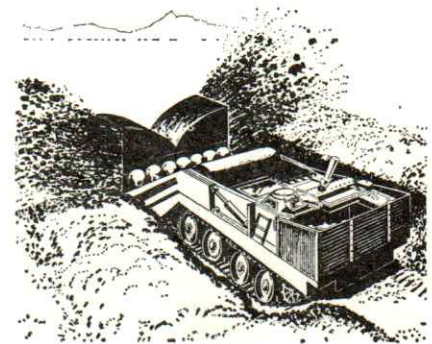
בארה"ב פותחה שיטה חדישה לפינוי עפר באמצעות דחפור, שיטה זו מגדילה בצורה ניכרת את מהירות-פעולתו של הדחפור. היא מבוססת על החדרת גז בלחץ אל מתחת לאדמה המורמת על-ידי כף הדחפור. הגז גורם להתפוררות העפר ומקל על התקדמותו של הדחפור בה. המכשיר הניסויני מורכב מתאי שריפה גדול המותקן מאחורי כף החפירה של הדחפור. לתוך תא השריפה נשאב אויר דחוס ואילו מזרם דלק דיוז או גזולין; מצת המותקן בתאי-השריפה, שולח ניצוץ אשר מצית את התערובת. הגז הנוצר עקב השריפה עובר דרך שסתום אל כף-הדחפור ומשם הוא נפלט החוצה מבעד לנקבים המצויים בכף. טילוני הנמצאים מפוררים את הקרקע הנמצאת מעל לכף, ואף מעיפים קדימה את העפר.

הדחפור המצויד בהתקן זה מסוגל לנוע בעיבודו במהירות של קרוב ל-4 קמ"ש, ויש ביכולתו לפנות בשעת-עבודה 1150 מטרים מעוקבים עפר, בחפרו על-ידי כן בור שרחבו 3 מ' ועומקו 1.5 מ'.

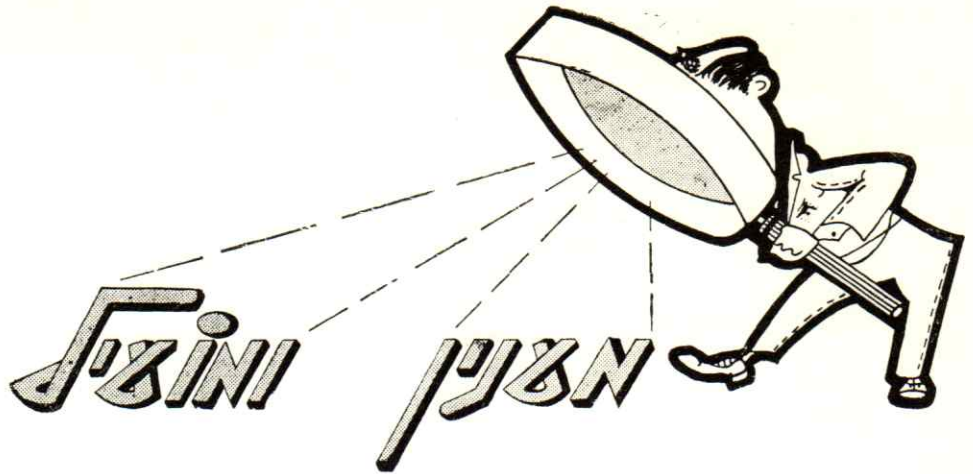
לעומתו דחפור כבד רגיל המצויד בכף שרוחבו 3 מ', מסוגל לפנות 450 מטרים מעוקב בים עפר בשעה, כלומר — פחות ממחצית הספקו של הדחפור המצויד בהתקן הגז ה' דחוס.

באב-הטיפוס של הדחפור החדיש יש תאי שריפה אחד בלבד, אולם ניתן להתקין תאים אחדים בדחפור גדול יותר. מספר התאים מוגבל גם לפי הספק המדחס המזרים את האויר הדחוס.

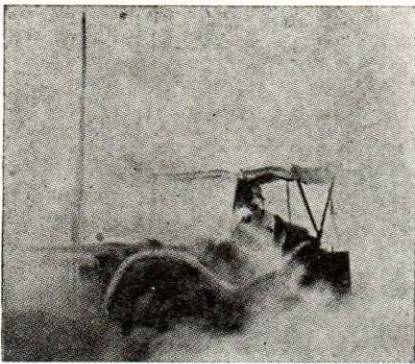
לדחפור המצויד בהתקן מעין זה, צפוי עתיד רב בשימוש בצבא, לשם חפירת ביצוריי שדה ומלכודות-טנקים או אף לפריצת דרך כים. מובן כי בצד היישומים הצבאיים, נודעים לדחפור זה יישומים אזרחיים-מסחריים שונים.



רכב צבאי מצויד בהתקן לפינוי עפר.

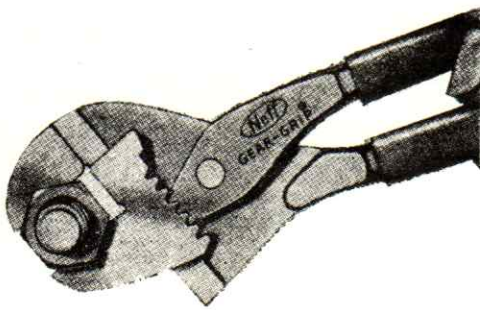


מכשיר המגן על מנועים מאבק



בעיה אשר כיום מתלבטים בה רבות בויאטנם היא בעיית הקטנתה של כמות האבק החודרת למנועי המטוסים וכלי-הרכב, שכן אבק זה גורם לבזבזו של 100 מיליון דולר בהחלפתם של מנועי מטוסיים בלבד.

כפתרון אפשרי לבעיה הוא מכשיר להפרדה בין גרגרי האבק, מכשיר זה נמצא כרגע בשלב בחינה. הוא הותקן ל פתח כונס האוויר של ג'יפ סטנדרדי M-151, אשר שונה לצורך מטרה זו. המכשיר מסלק חלקיקי אבק וזוהמה אחרת הנמצאת באוויר בטרם נשאב האוויר לתוך המנוע, ובכך נמנע איכול הצילינדרים. בתמונה נראה ג'יפ צבאי, המצויד במפרד חלקיקי אבק, כשהוא עטוי ענן אבק בשעת ניסוי. האבק המצוי באוויר הוא דק כליכך עד כדי אפילו רשת דקיקה ביותר, המשמשת לייצור אבקות דקיקות (פודר רח), לא עצרה את האבק, ואילו המכשיר עצר כ-92 אחוזים ממנו. הצינור האנכי הנראה בתמונה הוסף לג'יפ לשם קירור שמן המנוע.

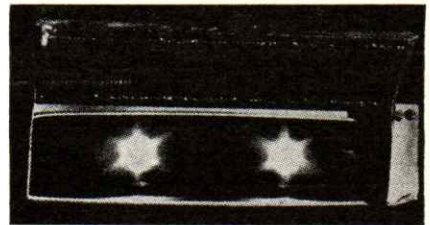


מראה מפחית-סינוור

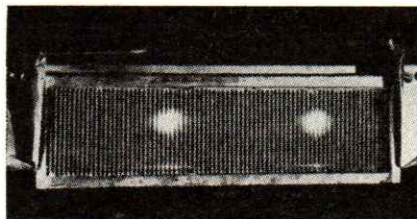
מראה נגד סינוור, אשר תוכננה במיוחד לשם נהיגה בלילה, מאפי שרת את בקרת עוצמת האור הפוגע במראה. המראה בנויה משבכה המותקנת לפני מראה רגילה. בקרת עוצמת האור המשי-תקף במראה נעשית על-ידי הזזתו של הראש מצד לצד. בדומה להבטה מבעד לתריס מתקפל התלוי מן הצד. הזז את ראשך סנטי-מטרים אחדים שמאלה — וכל האור יוסתר לחלוטין. הזז אותו ימינה — והאור יגדל. ככל שקו-הראיה מתקרב למקבילות עם התריס, מגיע יותר אור לעיניך.

כיון שהשבכה מקטינה את פיזור האור, ממילא משפרת היא את בהירות הראיה, וכתוצאה מכך קל יותר לנהג להעריך את המרחקים בינו לבין המכוניות שמאחוריו. הממציא מתכוון להשתמש בעקרונות השבכה גם במגן שמש.

בוהן במשטרת ניו-יורק, אשר בחן את ההתקן, טוען כי זהו ההתקן הטוב ביותר הידוע לו, לשם הפחתת הסינוור במראה.



אורות מכונית כפי שהם משתקפים במראה.



האורות מעומעמים לאחר הורדת השבכה.

מפתח מסוג חדש

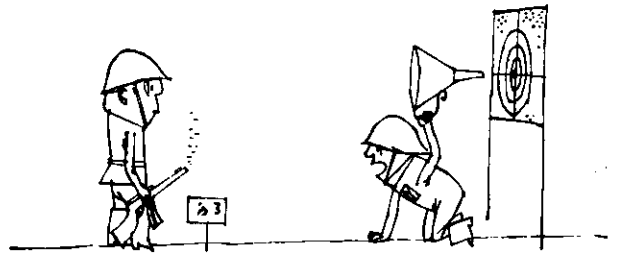
מפתח מסוג חדש הוצא לשוק בארה"ב. מפתח זה נותן מנוף בעל יחס של 8 ל-1. המאפיין במפתח זה הוא העובדה, שכל שתלחץ יותר לכיוון פתיחת הבורג או האום — תתהדק אחיזתו של המפתח. ניתן להפעיל על מפתח זה כוח סיבוב של כ-900 ק"ג מבלי שיינזק. להיי המפתח חלקות, ואינן משאירות כל סימנים על הבורג או האום. למפתח אחיזה כשל צבת ואין צורך לסובב את פס השיניים ביד, שכן על-ידי אחיזה בידיות הצבת מתהדקות להיי המפתח, ובאותה מידה — קלה הפתיחה בו.

הומור וטכניקה...

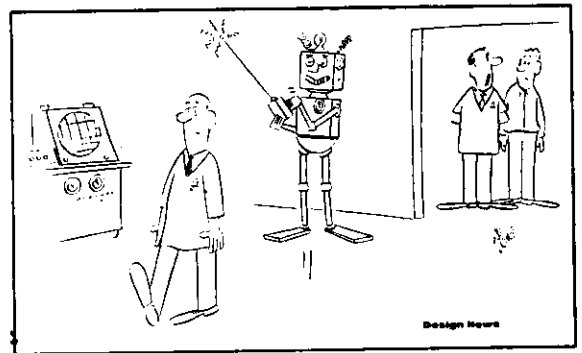
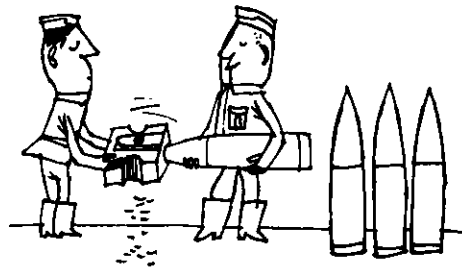


שיטה חדישה לפיצוץ שדה מוקשים

לאחרונה פותחה שיטה חדישה לפיצוץ שדה-מוקשים. בהתאם לשיטה זו משוגר טיל מבוקר מרחוק, הגורר אחריו פתיל הומר-נפץ. הטיל משוגר ממעין "מחליק" (ראה תמונה), אשר הינו כלי אמפיבי הדומה בצורתו לסירת-חתירה וכינויו M-173. המחליק-קיס" אינם מונעים הנעה עצמית, אלא נגזרים עליידי כלי רכב כלשהו. המחליקים מיוצרים מסיבי-זכוכית, אורכם כ-4 מ' ורוחבם כ-1.5 מ'. עליהם מועמסים: משגר, טילי ופתיל חומר-נפץ. הטיל משוגר בהפעלה חשמלית, וכל כלי-רכב בעל מצבר בן 24 וולט יכול לשגר. הטיל המשוגר מעל שדה-המוקשים גורר עמו את פתיל חומר-הנפץ. מעוף הטיל מוגבל עליידי כבל-עצירה מיוחד, הקשור למחליק. הפעלת חומר-הנפץ גוררת את פיצוץ כל המוקשים שמתחתיו.



„חישול קרב“

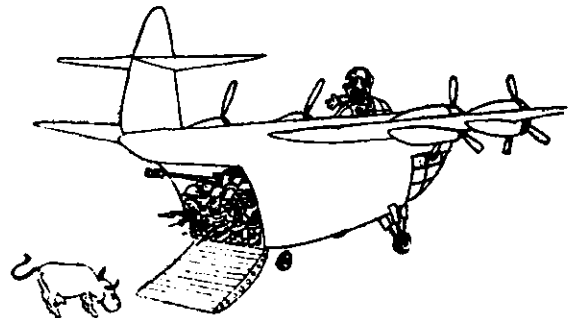


... ולאט לאט הוא איבד את השליטה עליו.



**חמרי פצוץ, מכשירי חצוב,
מכשירי סמרוור, כלי יריה,
תחמושת ואביזרים**

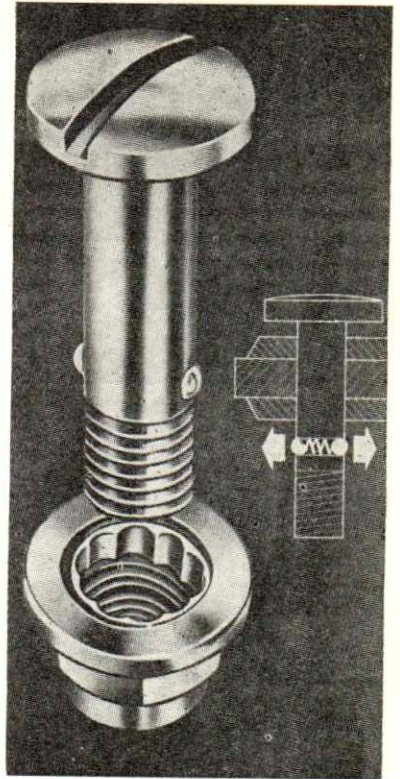
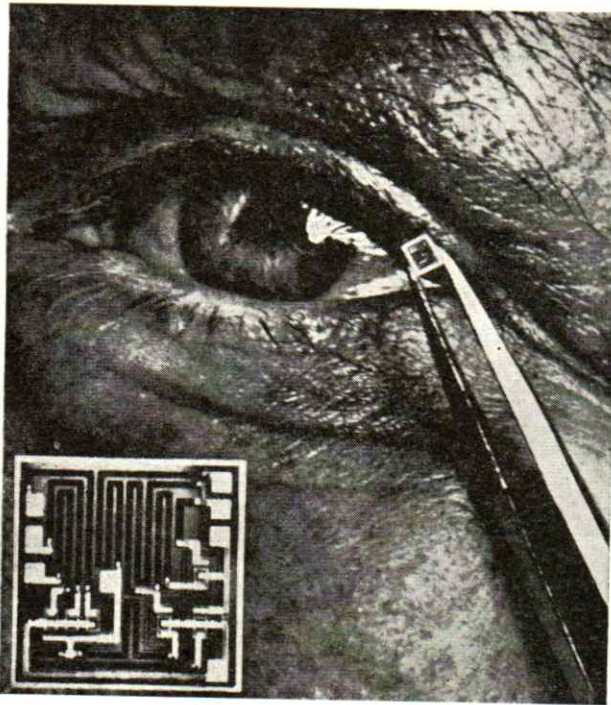
תל-אביב, דרך פתח-תקוה 28
ת.ד. 1837 טלפון 36423



... ללא מילים.

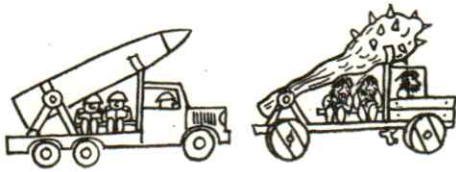
אלמנט מחשב זעור

אלמנט מחשב טיפסי שהגו חסם בעל שלש כניסות ודרגה ממריצה, מיוצר על-ידי חברת "טלפונקן". המאפיין אלמנט זה הוא העובדה שכל גודלו אינו עולה על גודל אישון עינך. בפינת התצלום נראה האלמנט מוגדל פי 30 מגודלו הטבעי, ובו ניתן לראות את 15 חלקי הדרגה הממריצה מותקנים על פיסת סיליקון זעורית.



אלמנט הנעילה מורכב משתי כדוריות פלדה מוקשית, הנדחקות כלפי חוץ באמצעות קפיצים בעלי חוקמתיחה גבוה.

בשעה שמוכנס הבורג לאום נדחקות הכדוריות כלפי פנים, אל מרכז הבורג. ברגע שמוסר מהן הלחץ, משתחררות הכדוריות באום מצויים שקעים ליצירת הנעילה, לתוכם משתלבות הכדוריות ביצרון על-ידי כך את מערכת הנעילה. נסיונות שנערכו לאחרונה הוכיחו כי סידור זה יעיל כנגד פתיחת הבורג כתוצאה מזעזועים. כן הוברר כי פתיחות וסגירות חוזרות-ונשנות של הבורג אינן גורמות לשחיקה ניכרת של הכדוריות או של האום.



תן כותרת ...

העגורן כולל זרוע טלסקופית המאפשרת הרמה אנכית בתחום אורכה.

מלבד העגורן מותקנים על דפנות הזחל"מ כלי עבודה שונים, הנחוצים לעבודות האחזקה בשדה. בין הכלים הצמודים לזחל"מ — שולחן עבודה ועליו מלחציים, מערכת רי-תוך אציטלן, וכן כלי-עבודה שונים.

העובדה שכלי-העבודה מותקנים על דפנות הזחל"מ מבחץ — מותרה מקום נרחב בתוך הזחל"מ, ודבר זה מאפשר העמסת מנוע הטנק לתוך הזחל"מ והעברתו אל הטנק הפגום, העלול להיות מצוי בשטח שאינו מאפשר גישה לכלי-רכב אופני.

זחל"מ טכני חדש

זחל"מ טכני חדש עומד להצטרף בקרוב למערך הרכב של צה"ל. תפקידו של זחל"מ זה, לסייע בשירותי האחזקה של יחידות החימוש הנלוות לגייסות השריון.

זחל"מ זה בא במקומו של הזחל"מ הטכני הקודם, והוא משוכלל יותר, ומקל במידה רבה על עבודת צוותי החימוש ביחידות השריון. עגורן הידראולי שהותקן על הזחל"מ בתא-הנהג מסוגל להרים את רוב מנועי הטנקים.

את העגורן ניתן לצדד בזחל"מ זה, מצד לצד. כושר ההרמה של העגורן 6000 קילוגרם/מטר.

תחום הצידוד של העגורן כ-210.

בעבודות אחזקה, בדיקות רכב, השוואה בין כלי-רכב שונים, חקירת תאונות-דרכים ועוד.

הבדיקה על-ידי המכשיר הנה אובייקטיבית הרבה יותר מתור צאות בדיקות הנערכות "לפי הרגש והנסיון" של הבוחן ולפיכך מן הראוי להפוך את הבדיקות בעזרת מכשיר לפעור לה-שליקבע במוסכים, חברות תחבורה וכיוצא באלה.

השימוש במד תאוצות לקביעת נתוני-רכב

- המשך מעמוד 56 -

כושר תאוצה נמוך מדי — דבר המסוכן במיוחד בשעת עקיפת רכב אחר.

כפי שצוין לעיל, עשויים מכשירים אלה להיות לעזר רב

הופיע

עבלהיים

לוקס פיליפס