

# מערכות חימוש



חוברת

50

ניסן תשל"ג • אפריל 1973



# „אורלו“ הבורג הננעל

## המתאים לכל מטרה

„אורלו“ הוא שמם המסחרי של ברגים ננעלים הפותחים עידן חדש בתחום התברגי. „אורלו“ הוא יותר מאשר בורג רגיל. המשתמש בברגי „אורלו“ אינו נזקק לאומים או לדיסקיות לחיזוק ומרכיבים אותו כמו בורג רגיל ולכן אינך זקוק לכלי עבודה מיוחדים ומסובכים. ית-רונו הגדול מתבטא בכך כי הוא „שומר“ על כושר נעילתו גם בתנאי חום, קור, או קורוזיה, דבר ה-מגביר את אמינותו. כל אותם יתרונות מקטינים בהכרח את ההוצאות הכ-רוכות בהרכבת המוצר.

„אורלו“ מספק ברגים ננ-עלים תברגיים חיצוניים חסכוניים לכל סוגי המת-כות ולכל הסביבות, ואף הקיצוניות ביותר. אפשר „לנצל“ לכל סוג של מה-דק תברגי — אף בתברי-גים מטריים — המיוצרים מכל חומר שניתן לערגלו. הטיפול בחום טרם העיר-גול, לא יגוע בתכונות ה-ביצוע ואפשר לכן „לנצל“ את „אורלו“ לכל אחד מבין סוגי התברגיים.

אופיו הנעילה מושג על ידי עיבוד בקר של הדופן הג-מישה שעל הצלע הלא-לחוצה של התברגי. כש-הוא מורכב, מתכווצת ה-דופן בדומה לקפיץ, ויוצרת מומנט פיתול יעיל ביותר המסוגל לעמוד בפני הת-רופפות. בגלל התכווצות

המגע לא נגרם כל נזק לחורים המוברגים או האומים ותכונת הנעילה העצמית נשמרת אפילו לאחר פעולות רבות של הרכבה ופירוק. נוכח העובדה כי תכונת הנעילה היא חלק טבעי של התברגי, אין אפשרות להסירו על-ידי קצוות חדים, ואין לו כל השפעה על החוזק למשיכה של הבורג.

דבר נוסף וחשוב: הברגת „אורלו“ אינה מצריכה כל פעולות מוקדמות מיוחדות של אומים או של חורים

מוברגים. הוא בעל עמידות גבוהה בפני התרופפות. על-אף שאין הוא מצריך מומנטי פיתול גבוהים לנעילה. ניסויים שנערכו באומים תקינים מקבוצה B, שאינם נפוצים ביותר בשוק המסחרי, הוכיחו לאין ערוך את עליונותם. תכונת הנעילה של „אורלו“ נשמרת עם ה-תברגי לכל אורך חייו, מב-לי „להתחשב“ בדרך יצי-רת הטיפול של החלק לפ-ני שימוש או בעת שימו-שו.

כוח האחיזה ההולך וגובר והבטיחות של מנעל ה-„אורלו“ הוכחו בניסויי ריטוט קיצוניים ביותר. הניסוי הוכיח כי ברגי „או-רלו“ החזיקו מעמד כ-20 פעם יותר זמן מאשר בר-גי דיסקיות המורכבים מ-ראש, וכ-10 פעם יותר מ-אשר ברגים עם תותבים פלסטיים.

ל„אורלו“ יתרונות רבים על פני ברגים רגילים, אנו נצ-יין את העיקריים שבהם: עמידות גבוהה בפני הת-רופפות. צמצום בהוצאות ההרכבה. אינו דורש כלי-עבודה מיוחדים, אומים או דיסקיות מיוחדות. אינו דורש הכנה מוקדמת מיו-חדת. ההרכבה נעשית במ-הירות ובבטחון. „אורלו“ מתאים למיגוון נרחב של שימושים.

### שימושים אופייניים

הואיל וניתן להשתמש ב-„אורלו“ כמעט בכל חומר, ניתן לנצלו כמעט בכל שימוש הדורש את כוח האחיזה הגדול ביותר; להלן דוגמאות אופייניות: מכונות, משאיות, גרוזים, קרוונים, מקררים, מכונות להדחת כלים, מכונות-כביסה, מזגני-אוויר, מאו-ררים, מערבלים, טרקטורים, מקצרות, דחפורים, מפל-סים, מכבשים, מטוסים צבאיים ואזרחיים וציוד עזר קר-קעי, מבנים, גשרים, מגדלים, אנטנות, מחרטות, מקדחות, מכונות יציקה, מסועים, מלגזות, מנופים, מעליות ועוד ועוד ועוד.....



„אורלו“ נועל כל מוצר לכל חייו

מוגש על-ידי סלפ-פיקס מתכות בע"מ, רח' הפלד 44 חולון 58817, טלפון 856094

# מערכות חידוש

חוברת מס' 50 • סיון תשל"ג • יוני 1973

## תוכן הענינים:

2	יובל ל„מערכות חימוש“ . . . . .
4	הצועדים לראשונה . . . . .
10	שיפורים במערכת ההצתה של רכב צבאי . . . . .
	הקשה בכדוריות
14	נ. כפטל . . . . .
	שגיאות צידוד בארטילריה
17	ראובן נצר . . . . .
20	אצלנו בחיל . . . . .
25	קרמיקה תעשייתית חומר העתיד . . . . .
	ההיגוי ברכב אופני
32	יעקב הירש . . . . .
37	חידושים בצבאות העולם . . . . .
39	מעניין ומועיל . . . . .

תמונת השער: שלושת דוגמות העטיפה של „מערכות חימוש“

לצערנו חל עיכוב בהופעת החוברת מסיבות טכניות, ועם קוראינו הסליחה.  
המערכת

## מערכות של בית ההוצאה של צבא הגנה לישראל

עורך ראשי: סא"ל מ. ברימר  
מרכזת המערכת: מי דרורי  
„מערכות“: קצין־עריכה רס"ג א. פלד  
„מערכות־שריון“: קצין־עריכה סרן י. פנט  
„מערכות־פלס“: קצין־עריכה מהנדס דן גורדון  
„מערכות־ים“: קצין עריכה רס"ג י. ירבלום  
„קשר ואלקטרוניקה“: קצין־עריכה מלכה שניר

מדור המנויים: הקריה, רח"ב, מס' 29, טל. 210516  
הודפס באמצעות משרד הבטחון — ההוצאה לאור  
דפוס א. מוזס בע"מ

כתובת המערכת: ד"צ 2128 צה"ל

קצין עריכה: רס"נ (מיל') יעקב להט  
עורך משנה: אברהם דושניצקי  
גרפיקה: מרדכי פלנקביץ



# יובל למערכות חימוש



כבוד מיוחד הוא להיות עורך בטאון חילי המוציא-לאור את גליון מס' 50. במעמד זה אין לשכוח את כל העורכים ועורכי-המשנה שעמלו במשך השנים מאז שנת 1961, ואשר דאגו להופעת הביטאון. זכורני, כי בגליון מס' 1 לא הדפסנו תאריך על העטיפה בשל החשש אם אמנם נוכל להופיע בזמן ואם אכן יהיה לגליון הראשון המשך.

בחודש מאי 1960, זומנתי, בתוקף תפקידי במפקדת קחש"ר לדיון אצל קצין החימוש הראשי דאז אל"מ עמוס חורב, שהודיעני, בין שאר העינינים, על החלטתו בדבר פרסום ביטאון טכני. וכוונתו לא היתה שאוציא לאור עיתון טכני המיועד אך ורק למערך חיל החימוש, אלא לרבעון שיביא בפני אנשי-צה"ל ואזרחי המדינה כאחת, נושאים טכניים וארגוניים ויהווה בכך, ללא-ספק, גשר להבנה הדדית ולשפה משותפת של כל העוסקים בנושאים אלה. למען האמת, לא התלהבתי בתחילה ממשימה זו. קבלתי תיק, עב-כרס, בן שמונה שנים שהכיל מאמרים טכניים, בטאוניס שונים ומיושנים של חילות צה"ל, התכתבויות שנעשו עם גורמים שונים בענין הוצאה-לאור של ביטאון חילי. רק רפרוף בתיק יכול היה לעורר רגשות דכדוך וייאוש, כי הרי נאמר כבר, "אין חכם כבעל נסיון" ואם קודמי ניסו ולא צלח הדבר בידם, שמא אכשל גם אני? גורם נוסף שהוסיף למידת ייאושי היה מצב כוח-האדם במדור ספרות-הדרכה בראשו עמדתי. כל המדור כלל אזרח צה"ל אחד ופקידה במילואים והם היו עמוסים בעבודות המדור השוטפות. הייתי גם רחוק ממלאכת הדפוס וכל הכרוך בהוצאה-לאור של עיתון.

אולם, שעה שהלכתי עם ראש הענף שלי דאז סא"ל דב לאור מלשכת קחש"ר חזרה למדור, הוא שכנעני שכדאי לנסות, על אף כל הכשלונות הקודמים. להודות על האמת, עצם האתגר דרבן אותי, שוכנעתי סופית כי עלי ליטול משימה זו.

ראשית מעשה, התקשרתי עם העורך הראשי של בית, "מערכות" אל"מ אליעזר גלילי. נחטא לאמת אם נאמר כי הכל התנהל על מי-מנוחות. היה ברור מלכתחילה כי הדוגמה לבטאון ישמשו בטאוניס טכניים ותיקים של צבאות זרים שהופיעו בפורמט (28x21 ס"מ) שהיה, בלתי-מקובל, באותה עת בארץ, והיו מודפסים על נייר משובח; "מערכות" והבטאוניס החייליים שהופיעו בארץ, באותה עת, הודפסו על נייר פשוט והיו בעלי פורמט צנוע (18x14 ס"מ). בענין זה היו הדעות עם מערכת, "מערכות" חלוקות. לבסוף צריכים היינו לשכנע גם את ההוצאה-לאור של משרד הבטחון, מאחר שהם עוסקים בהנהלת החשבונות, בהפצה ובהכנת התחשיבים. מנהל ההוצאה-לאור דאז, מר יוסף דקל ועוזריו יוסף אלקוני ויהודה מירון, לא ויתרו בקלות. "טרם נולד ורכש לעצמו חוג מנויים וכבר דורש נייר משובח ופורמט בלתי-מקובל". אך לבסוף הסכימו לתת את כל העזרה הדרושה בהוצאת החוברת הראשונה. יש לי הרושם, כי הסכמתם נבעה מן העובדה כי יהיה זה מעין מתת חסד לחוברת הראשונה והאחרונה. אך למפקד החיל וגם לי היה ברור כי לא נסתפק בחוברת אחת בלבד, לדידי כבר עברתי למעשה את הנקודה ממנה אין לסגת. כאן עלי לציין את העזרה הבלתי-נלאית של אל"מ אליעזר גלילי, סא"ל גרשון ריבלין ומזכירת המערכת גב' מרים דרורי. גם עובדי ה"דפוס החדש" (הדפוס הראשון שהדפיס את הבטאון) סייעו בידי ללא-הרף. אני

זוכר במיוחד את סאשה — סדר היד — שהסביר לי בסבלנות את תהליכי העבודה. ואל יהיה הדבר קל בעיניכם, עובדי הדפוס מלאכתם חפזה ואין הם נוטים להסביר לכל „ירוק“ את מעשיהם. ומי מאתנו מוכן כי עין סקרנית תצפה ותחטט במעשי-ידינו וכל רגע נתפנה ונסביר.

בחודש ינואר 1961, מופיעה החוברת הראשונה „החדרת תחושה טכנית מפותחת בכל חילות צה“ל מחד ושמירה על רמת-ידע ועל כושר ביצוע מעולים בתעשייה האזרחית מאידך, הם ערובה לכשירות כלי-המלחמה בקרב“. משפטים אלו, שכתב קצין החימוש הראשי דאז, מנחים אותנו בבואנו, מדי פעם לקבוע את תוכן החוברת. ואמנם עד מהרה נתגבשה חוברת מס' 2, שהופיעה באפריל 1961 ומאז הופיעו כסדרן מדי שלושה חודשים. „אנו יכולים לציין בסיפוק כי מאמרים מסויימים הועתקו בביטאונים אחרים, ואחרים מצאו דרכם אל בתי-ספר צבאיים כדי לשמש בהם חומר הדרכה. עובדות אלו וגידול מספר המנויים מעידים כי אכן כווננו נכונה בבחירת החומר“.

בינואר 1963 מופיעה חוברת מס' 9 והפעם עם שינוי — צורת השער. המכתבים למערכת מתחילים להגיע בצורה שוטפת, ומשמשים לנו לא פעם כקו מנחה לגבי צורת הגשתו של החומר. ינואר 1966, „מערכות חימוש“ חוגג את יום הולדתו החמישי. מפקד החיל כותב בדברי הפתיחה „... כיוונו את התקופון לחוג קוראים בעלי השכלה מקצועית-טכנית בשטחי פעולה שונים. החל מהנדסת-ייצור וגמור בבקרה, ומעיבוד שבבי עד תיקון בלמים. השתדלנו לקיים רמה אשר תתבע מהקורא קצת מאמץ על-מנת שיצא נשכר“.

חוברת 29/28 מוקדשת כולה לחיל החימוש בימי מלחמת ששת הימים ולפניה. חוברת זו יוצאת-דופן, לא טכנית, שבה באו לידי ביטוי פעולות החיל בתקופת הכוננות והמלחמה.

בינואר 1971 חוגג „מערכות-חימוש“ עשור לקיומו. מפקד החיל אומר בדבריו: „במערכות-חימוש' רואה אני גורם מסייע ומדרבן להגברת הידע. הביטאון אינו מלמד, אלא מכוון ומהווה מעין, זרקור טכנולוגי. ארבעים ואחד הבטאונים שיצאו עד כה, מהווים הוכחה ברורה לצדקת דרכו“.

חוברת ממשיכה לרדוף חוברת, ולמעשה נשכחה אותה התחלה צנועה. העורכים מתחלפים ורס"נ פנחס עמית ממשיך לערוך את הבטאון. עם פרישתו מצה"ל טרם נמצא עורך חדש ומפקד החיל פונה ל„עורכים במילואים“.

חושבני כי לא כמות החוברות היא החשובה דוקא, אלא תוכנו. אין ספק כי לאנשי מערך חיל החימוש מגיע בטאון טכני ודרישה זו מתחזקת נוכח קריאת דבריו של מנהל המכון ללימודים אסטרטגיים בלונדון שכתב לאחר מלחמת ששת-הימים „לא היתה זו מערכת עלמיין שנייה, אלא קרב בין צבא חובבני לבין צבא מקצועי. הגיבורים של הצבא הישראלי הם לא הגנרלים הותיקים המקצועיים והמנוסים, אלא טכנאי האחזקה אשר החזיקו את הטנקים והתותחים המתיישנים במצב תקין במשך שנים“.

לבסוף תודה. לכותבי המאמרים, למתרגמים, למגייהם, למנהלי בתי הדפוס ועובדיהם, לעורכי המשנה, ולכל אלה אשר סייעו בידנו לפתח את התקופון ואפשרו לנו להוציא-לאור מבלי לחשוש לציין תאריך על העטיפה.

יעקב להט (לוצי)

# העצמות החדשים

במוצעד יום העצמאות תשל"ג, הוצגו לראשונה אחדים נוכלי הנשק החדשים של צה"ל. במאמר זה נתאר את הכלים שחיל החינוש נטל חלק נכבד בשיפורם או בנולאכת הסבתם (להוציא את רובה הסער „גליל” שהוא פרי פיתוח התעשייה הצבאית). הכלים החדשים נחשבים כיום לטובים נוסוגם ונוסוגלים להתמודד עם כל נשק דונוה בצבאות העולם.

## טנקי שלל רוסיים „54-ז” „55-ז”

התותח 105 מ"מ הקנה מימד חדש למערכת הנשק של הטנק, בדיק, בגוון גדול יותר של פגזים עם כל היתרונות הלוגיסטיים של שימוש בתחמושת ובקנה תקניים. פעולה זו נחשבת למקורית לחלוטין.

● צוות התכנון נאלץ להתמודד עם בעיות בתחום התכנון, הייצור, האחזקה, הכנת ספרות-טכנית, הכשרת כח-אדם מקצועי ועוד.

אופיין המיוחד של בעיות אלה נבע מהגוון הרב בדגמי המערך כות של טנקי השלל, מהיעדר מוחלט של ידע טכני מוקדם כתוב, מהיעדר מוחלט של מקורות רכישה והספקת חלקי-חיי-לוחך וכלי-עבודה ייעודיים, ממצבם הטכני הירוד של טנקי ה-שלל שדרש לפעמים העמקת תהליך הקליטה עד לרמה של שיקום.

כל הדברים האמורים לעיל חייבו מאמץ הנדסי וכושר אילתור שהניבו אלפי שרטוטים, מפרטי שיקום ואחזקה, ייצור חלפים בגוון עצום, כלי-עבודה ייעודיים, ארגון התחזוקה בשיטת „קו זרימה” (Line) הן בייצור והן באחזקה שוטפת של טיפולים מחזוריים. התוצאה הסופית התבטאה בחיזוק מערך השריון של צה"ל בכמות רצינית של טנקים מבצעיים, תוך הקניית עורף תחזוקתי מתאים המבטיח את אחזקתם התקינה. יש לציין שהישגי חיל החינוש התבטאו לא רק בקליטת טנקי-השלל — הנחשב להישג בלתי-מבוטל לכשעצמו — אלא בעובדה שהטנק המבצעי של צה"ל עולה לאין-ערוך על הטנק הרוסי המקורי.

1 „מערכות-חימוש” מס' 48—49, סקרנו את תהליך קלי-טתם של הטנקים הרוסיים במערך צה"ל. אולם צה"ל לא הסתפק ב„מתנה” כפי שניתנה לו, אלא הכניס שורה של שיפורים אשר הגדילו את יעילותם הקרבית. על מקצתם של שיפורים אלו ידון מאמר זה.

תהליך הקליטה וההסבה של טנקי השלל ב-צה"ל היה אתגר הנדסי לצוות המתכננים בכל הדרגים והרמות של חיל החי-מוש. היה זה אתגר שחרג מתהליך הקליטה וההסבה המקובל לגבי ציוד אחר בצה"ל. המטרה העיקרית שעמדה לפני הצו-רים תים הטכניים היתה הפיכת הטנקים הרוסיים לטנקים מבצעיים בעלי רמת ביצועים השווה לאלו של טנקי-מערכה מודרניים של הגוש המערבי. מבין המשימות העיקריות שהוטלו על צוות המתכננים יש לציין:

● הכשרת טנקי השלל מבחינה טכנית והבאתם לידי מצב שבו יוכלו לשרת באמינות כמערכות-נשק דומות המצויות ב-צה"ל, והפועלות על-פי תקנים חמורים. יש להטעים כי טנ-קים רבים נמצאו במצב ירוד מאוד מבחינה טכנית.

● הסבות ושינויים שעקרום החלפת התותח 100 מ"מ המ-קורי בתותח 105 מ"מ המקובל בצה"ל והנחשב לאחד הטובים מסוגו (ראה „מערכות-חימוש” מס' 49/48 מאמרו של ט. מר-גלית „תותח הטנק לאן?”). הסבה זו נעשתה במגמה לשפר את ביצועי מערכת הנשק מהבחינה המבצעית והלוגיסטית כאחד.

# לראשונה

מערכת שינויים ושיפורים שהעיקריים בהם: הסבת מד השיי פוע, התאמת משקפת נהיגה תת-אדומה והתאמת המתלה החיי צוני למשקפת נהיגה זו, הסבת מד-אסימות והתאמתו. הסבת התותח והמערכות הקשורות אליו הביאו לידי השגים רבים, שהבולטים בהם הם:

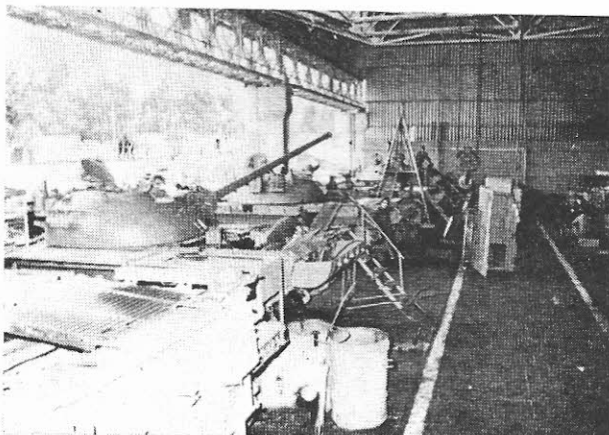
יתרון לוגיסטי: נקבע בשימוש בקנה תותח תקני בצה"ל, בשימוש בתחמושת תקנית, הישענות על מקורות הספקה מערביים, הישענות על ייצור מקומי.

אחזקה: החלפת הקנה המקורי היתה כרוכה בפירוק הצ" ריה, פעולה שהצריכה השקעת זמן רב ואמצעי הרמה כבדים שמנעו את ביצועה בתנאי-שדה. לעומת זאת, ניתנת החלפת הקנה 105 מ"מ לביצוע בתוך דקות אחדות, הפעולה פשוטה ביותר ואין היא כרוכה בפעולות פירוק נוספות או באמצעי הרמה כבדים.

גיוון התחמושת: סוגי התחמושת 105 מ"מ מגוונים לאיך-ערוך לעומת אלה של תחמושת 100 מ"מ, ובכך הם מאפשרים גמישות טקטית לגייסות הלוחמים.

דיוק הקליעה והבליסטיקה הסופית: המעבר לתחמושת 105 מ"מ בעלת מהירות-לוע גבוהה ומסלול מעוף שטוח, הביא לשיפור הציוד ולהקטנת מידת הרגישות להחטאה

הטנק בבית המלאכה לשיקום ואחזקה של חיל החימוש.



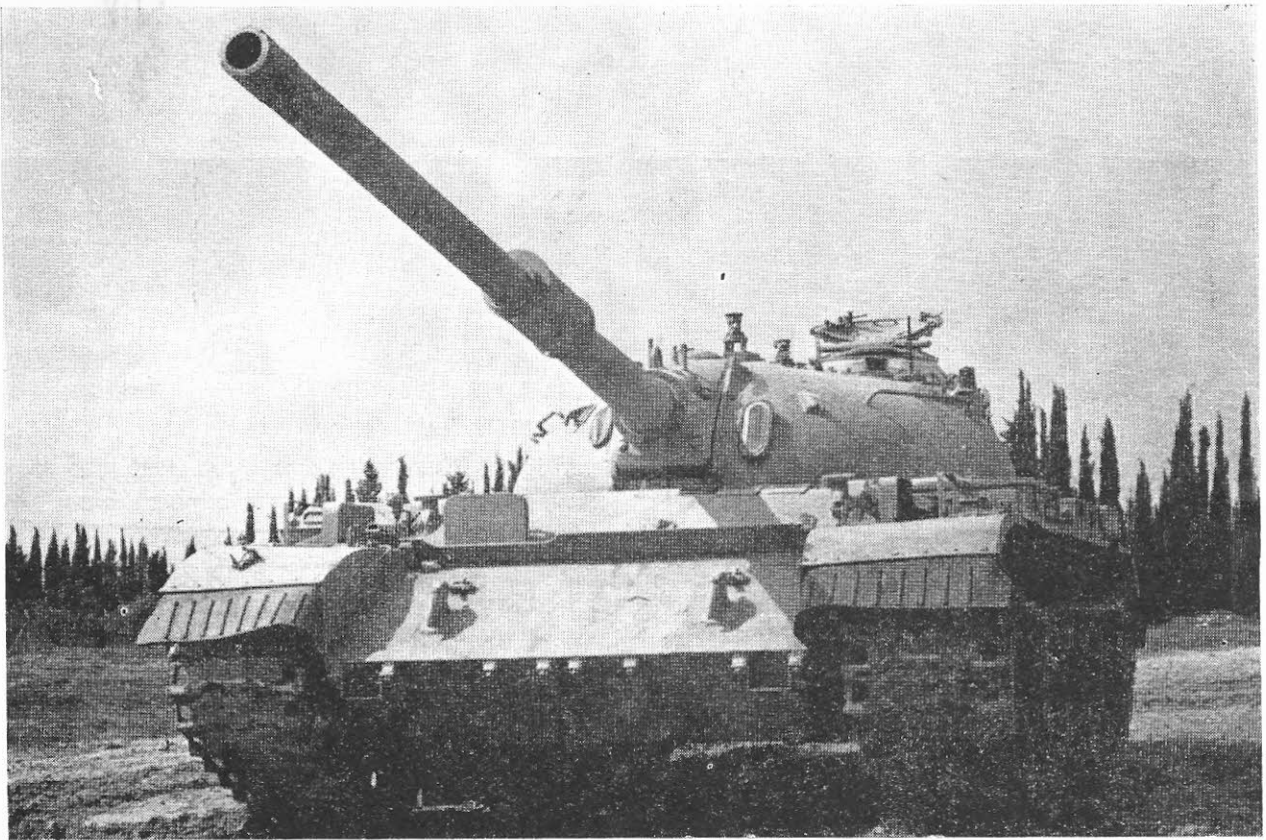
הוספת כמות הדלק, הגדלת כמות הפגזים וניצול לקחי מלחמת ששת הימים בשיפורים הנוספים הקנו לטנקי השלל המשור- פרים עצומה כמותית ואיכותית. ההישגים הנ"ל, כדאי לראות- הם על רקע העובדה שבאבות בעלי משאבים כלכליים גדולים ובעלי מסורת טכנית ותעשייתית עשירה, נכשלו בעבר בק- ליטת טנקי-שלל.

לא נוכל במסגרת המאמר לפרט את כל השיפורים שנעשו על מקצתם בלבד נספר בהמשך.

הסבת התותח: גולת הכותרת של קליטת טנקי השלל בצה"ל, היתה הסבת התותח 100 מ"מ המקורי לתותח 105 מ"מ, שהוא תותח הטנק התקני בצה"ל ונחשב לאחד הטובים מסוגו בעולם. הסבת התותח נבעה בראש ובראשונה מן הצורך בפיתור בעיות התחמושת. כמות התחמושת שנלקחה שלל היתה בהכרח מצומצמת, מקורות ההספקה לא היו והתארגנות התעשייה המקומית לייצור תחמושת 100 מ"מ, בכמות הדרור- שה, היתה כרוכה בהשקעה כספית עצומה ובפיתוח ממושך שאינו כדאי. החישובים ההנדסיים שנעשו הוכיחו, שהעומס המופעל על אצילי התותח בעת ירי תחמושת 105 מ"מ קטן מזה שמופעל בירי תחמושת 100 מ"מ. ניתוח תאורטי זה, אפשר צמצום השינויים במבנה התותח עד מינימום וביסוס ההסבה אך ורק על החלפת הקנה עם שינויים מינימליים במנגנון הר- תיעה ובחלקי החיבור שבין התותח והצריח. קבוצת טנקים המצויידיים בתותח 105 מ"מ, עברו בהצלחה סדרה גדולה של ניסויים מסובכים ביותר. העובדה שקוטרו החיצוני של קנה התותח 100 גדול יותר מזה של התותח 105 מ"מ, נוצלה בתכ- נון ההסבה. ההסבה חייבה כמובן איוון מחודש של התותח סביב ציר האצילים.

היות והתחמושת 105 מ"מ, מופעלת על-ידי פיקה חשמלית, בעוד שהתחמושת 100 מ"מ המקורית מופעלת בנקירה באמ- צעות ממסרת-ירי מכנית, היה צורך בהסבת הממסרת המכ- נים לממסרת חשמלית. כדי להבטיח אמינות פעולה מקסימלית של מערכת הירי, הותקנה גם מערכת הפעלת הירום. עקב הסבת התותח ומעבר לתחמושת 105 מ"מ, השונה גם מבחינה בליסטית מתחמושת 100 מ"מ המקורית, נעשה שינוי מתאים בטלסקופ המקורי המותקן בטנק. נוסף על החלפת השינוי הבליסטי, הוכנס בטלסקופ שינוי מהותי במבנה לוח השנתות, בשיטת הכיוון ובסקלת תיקוני האש.

מלבד השינויים ההכרחיים שנבעו מהסבת התותח, הוכנסו ל-



וכושרו ובעקבות זאת צומצם הזמן הנדרש להכנת כלי הנשק לירי.

**הרחבת קיבול המים:** קיבול המים לצרכי קירור המנוע ושתייה לצוות הטנק, הוגדל פי כמה. לדבר זה נודעת חשיבות רבה בגלל האקלים ותנאי הלחימה במדבר.

**שינויים במערכת הסיכה:** שיטת הסיכה ברוב המכ"ל לים שונתה. הסיכה המקורית היתה מבוססת על פתיחת בריגים לצורכי סיכה ללא אפשרות של בדיקה לאחר גמר הסיכה. השינוי אפשר סיכה מוחלטת ובדיקה של המכללים, דבר שהביא בעקבותיו להארכת חיי החלקים הנסוכים, וכן לפישוט ולקיצור תהליכי הסיכה.

**שינויים במערכת בקרת המפקד:** במקום צידוד הצריח באמצעות צריחון המפקד, אשר להפעלתו בטנק המקורי היה דרוש כוח רב, תוכננה והותקנה מערכת בקרה ושיליטה המפעילה את מערכת צידוד הצריח בכוח מועט (צידוד הצריח נעשה בשתי אצבעות במקום בשתי הידיים). השינוי מאפשר למפקד הטנק שליטה ובקרה יעילות יותר על הצריח.

**אמצעי-קשר:** הוחלפו מכשירי הקשר המקוריים במכשירי-קשר מן החדישים ביותר שבידי צה"ל כן הותקן טלפון חיי-צוני אחורי.

עקב טעות באומדן הטווח. התחמושת 105 מ"מ מצטיינת בנתוני הידירה טובים מאלה של התחמושת 100 מ"מ המקורית.

**שינוי במערך מחסני התחמושת:** שינוי במערך מחסני התחמושת איפשר להגדיל את כמות הפגזים בבטן הטנק, לקלוט בכל מחסן את כל סוגי הפגזים ולהקל על הגישה של צוות הטנק אל המחסנים. השינויים האלה לקחו בחשבון לא רק הקלת הגישה אל מחסני התחמושת, אלא גם הקלה את הגישה לכל מיני מתקנים שנמצאים בדרך למחסני התחמושת או סמוכים אליהם.

**שינויים במדפי צריח — מפקד הטנק וטען-קשר:** השינויים שבוצעו במדפי הצריח אפשרו הגדלת שדה-הראייה של מפקד הטנק ושל הטען-קשר. זאת לא בלבד, אלא ששינויים אלו מאפשרים תיאום מלא בהפעלת מכללים וכלי-נשק המותקנים על הצריח. כאן המקום לציין, שהשינויים במדפי הצריח כללו התקני פתיחה וסגירה, והגדילו את בטיחות הצוות בהפעלת המדפים.

**שיפורים במושבים:** השיפורים שבוצעו במושבים של הנהג, התותחן והמפקד מאפשרים את כיוונונם בכל המצבים בתוך זמן קצר. השיפורים הללו הביאו להגדלת נוחות הצוות

בציור למעלה הטנק עם תותח 105 מ"מ



בעקבות דיגום צה"ל של טנקי השלל נעשתה סטנדר-ניזציה של ציוד הטנק. מלבד זה הוסרו מטנקי השלל חלקים ומערכות שאינם חיוניים לשימוש בצה"ל. ההישג הבר-לט של הדיגום ניכר בהרחבת נוחות הפעלת הטנק על-ידי הצוות ואחזקתו בכל הדרגים.

בין השינויים והתוספות להקלת עבודת צוות הטנק ולהגדלת כושר לחימתו אפשר לציין: — הגדלת קיבולת תחמושת לנשק-קל, התקנת מתקנים להחסנת נשק-אישי, שינויים בתפסים ובסגרים והתקנת התקנים לאלונקה, כלי-עבודה מיוחדים, זר-קורי-עזר וכ"ו.

## סיכום

**נ**קדי השלל T-54 ו-T-55 אשר נלקחו שלל במלחמת ששת-הימים, נקלטו, הוסבו ושופרו לפי הצרכים והת-פיסה הטקטית, הלוגיסטית והטכנית של צה"ל. בשלבי הניסו-יים הרבים שעבר הטנק הוכחו הפתרונות ההנדסיים שפותחו בתחומים העקרוניים, נערכו מבחני-טיפול השווים לתנאי-קרב, והוכללו תחומים הקשורים באחזקתו. בכל אלה עמד הטנק בהצלחה מרובה והוכיח את אמינותו. היעדר מוחלט של מקו-

רות להצטיידות בחלקי-חילוף חייבו מאמץ-יתר בהכנת הור-אות טכניות לתיקון חלקים שהתבלו. כושר האלתור הטכני הביא במקרים רבים "להצלת" חלקים רבים על-ידי תיקונם בשיטות הטכנולוגיות החדשות. במקרים שבהם לא ניתן היה לתקן חלקים או מכללים מבחינת חוסר הכדאיות או האפש-רות, הושקעו מאמצים הנדסיים רבים בתכנונם מחדש, כדי לייצרם בתעשייה המקומית. תוך כדי הכנת אופיינים ושרטוטי-ייצור נקבעו טכנולוגיות הייצור שהותאמו לכושר הייצור של התעשייה המקומית בתנאי-ייצור של סדרות מגדלים שונים. במקרים רבים היה צורך בהחלפת מכלל, תת-מכלל או חלק על-ידי תחליף מערבי בר-השגה. החלפת אחד הפריטים האלה, הצריכה שינוי בתכנון המערכת הקשורה, כדי להתאי-מה לטנק הנקלט. במקביל לקליטה, ההסבה והשיפורים של הטנקים, וארגון היחידות המבצעיות, תוכנן ונבנה מערך אח-זקה מושלם בהתאם לתורת חיל החימוש. מערך זה נתגלה אמין במשך כל הזמן. הטנקים הרוסיים המשופרים המצויים בשירות ביחידות השריון של צה"ל, מלאו בהצלחה את כל המשימות שהוטלו עליהם ונמצאים כשירים ויעילים להשגת כל המטרות שיעדו להם.

כתבו: א' קצבמן וא' אריכא

# רובה-סער "גליל"

הדרישות המפורטות לרובה-סער דגם צה"ל, פותחו במסגרת התעשייה הצבאית שני דגמים של רובי-סער. דגם רובה-סער "גליל" פותח על-ידי מר גלילי וצוות עוזריו, ודגם רובה-סער "גל" פותח על-ידי סא"ל עוזי גל "אבי" ה"עוזי". לא קלה היתה עבודתה של ועדת הפיתוח שנאלצה לבחור מבין שני הרובים אשר השיגו תוצאות כמעט שוות בכל סיד-רת הניסויים. רובי הסער עברו שורת ניסויים ארוכה ומעמי-קה. ראשית הם נבדקו ונוסו על-ידי מפתחיהם ולאחר-מכן נבדקו בניסויים מבצעיים וטכניים שנערכו בחיל החימוש. דגמי רובי הסער נוסו במסגרת ניסויים אלו השוואתית עם רובי-סער של צבאות המזרח והמערב. הם נבחנו יחד עם רובה הסער האמריקני M-16 A1 בקליבר 5.56 מ"מ, רובה הסער "סטונר" בקליבר 5.56 מ"מ, ורובה הסער הרוסי "קלש-ניקוב" AK-54 בקליבר 7.62 מ"מ (קצר).

הניסויים המבצעיים כללו תרגולות-לחימה בכל צו-רות הקרב, צניחה, ירי-דיוק, נוחות הפעלה, טיפול מונע על-ידי החייל. הניסויים הטכניים בדקו את המבנה הטכ-ני של הרובה וההשלכות לגבי תפעול, אורך-חיים ואחזקה. הניסויים הטכניים כללו בדיקות רבות ביניהם נציין: חלי-פות-חלקים, ביקורת-מידות, מהירות-לוע, קצב-אש, ירי-דיוק ופיזור, עמידות ופעולה בתנאים קשים של חול ואבק, גשם, בוץ, "התבשלות" הכדור ברצפי-אש מוגברים, סבילות, בלאי

רובה הסער "גליל" שהוא פרי תכנון וייצור התעשייה הצבאית הינו הרובה החדש שנכ-נס בקרוב לשימוש כוחות היבשה של צה"ל. הרובה הינו אוטומטי בעל קליבר 5.56 מ"מ מיועד להחליף את הרובה המטען והמקלעון בקוטר 7.62 מ"מ. עם הכנסת הרובה לשי-מוש במערך צה"ל, יעמוד צבאנו בשורה אחת עם צבאות מודרניים בגוש המערבי המצויי-דים ברובה-סער אישי רב-תכליתי בקליבר זעיר של 5.56 מ"מ. היתרונות הטקטיים הט-מונים במעבר לרובה-סער רב-תכליתי בקלי-בר זעיר רבים ואין במגמתינו לפרטם במאמר זה.

רובה-הסער "גליל" שפותח כאמור, בתעשייה הצבאית, מתבסס על עקרון הפעולה של רובה הסער הרוסי "קלש-ניקוב" 7.62 מ"מ. גם כאן, בדומה לפיתוחים אחרים שנע-שו במסגרת התעשייה הצבאית, הושקעה עבודה טכנית רבת-היקף ומלאת אתגר. למעשה, עם גיבוש האיפיון הצבאי עם



רובה  
הסער  
"גליל"

ואורך-חיים, ירי רמוני-רובה, בדיקות טלטול, הפלה, הצנחה אחסנה טיפול-מונע ואחזקה. יש להטעים כי צה"ל לא חסך בדיקות, ניסויים ושיפורים שנתחייבו בעקבותיהם כדי להעמיד את הרובה בשורה אחת עם רובים מודרניים אחרים. בגמר הניסויים והבדיקות ולאחר ניתוח מדוקדק של התוצאות ושיקולול הציונים בהתאם לסדר החשיבות של הבדיקה דורגו הרובים שהשתתפו בניסויים כדלקמן:

1. רובה-סער "גליל" 5.56 מ"מ.
2. רובה-סער "גל" 5.56 מ"מ.
3. רובה-סער M16-A1, 5.56 מ"מ.
4. רובה-סער "קלשניקוב" AK-54 7.62 מ"מ.
5. רובה-סער "סטונר" 63-A1, 5.56 מ"מ.

## תפעול ואחזקה

הרובה נוח מאד לתפעול. פרוק המותר לחייל כולל חמישה חלקים בלבד: מכסה הגוף, קפיץ-מחזורי-מכלל, מחלק, בריח, גליל-בוכנת-גזים. במקרים מסוימים, בשעת הצורך, מותר לחייל לבצע פרוק משני במכלל הבריח לצורכי החלפת מקור או מחלק.

מספר החלקים הכולל של הרובה — 104, אולם לצורכי אחזקה ותיקונים בסדנאות מדובר ב-84 חלקים ומכללים בלבד. רובה הסער "גליל" מצוייד בכל האביזרים והמדידים החיוניים לאחזקתו בדרגים השונים של מערך השדה. לרובה פותח מפתח כליבו מיוחד, מגרדות לטיפול-מונע וניקוי-פית, מברשות שיער ופליז לניקוי קדח הקנה, שרביט ניקוי מת-קפל, משחלת ומדידים למדידת הרחק-ראש-תחמיש, התבלטות מקור, מרווח מחלק וקדח-קנה.

לצורך ההסבר על פעולת הרובה נחלק את פעולתו מנגנוני הרובה לשלושה שלבים עקריים: שלב התנועה לאחור, שלב התנועה לפנים, פעולת מנגנון ההדק.

התנועה לאחור: הכדור נמצא בתוך בית הבליעה והי מקור נקר בפיקה. אבק השריפה שבתרמיל הכדור ניצת ומת-

## "גליל" - אורח הפעולה

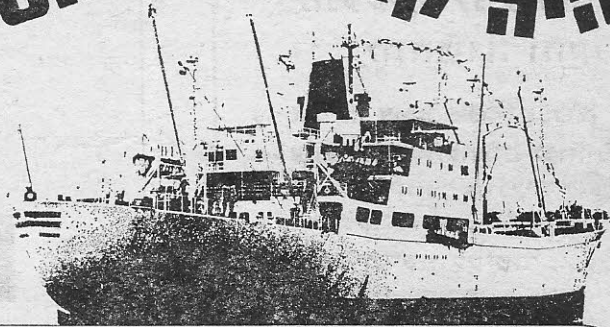
רובה-הסער "גליל" הוא כלי-נשק אוטומטי הפועל על עקרון מכת-גזים על ראש בוכנה, ויסות הגזים ברובה אינו ניתן לכיוונון וקוטר קדח מעבר הגזים מן הקנה לצילינדר הגזים הינו קבוע.

הרובה מבוסס על עקרון המכנס הסגור ונעילת כתף סיבובית בגוף הרובה. דבר זה מקנה לרובה אפשרויות דיוק גדולות מצד אחד ואמינות-פעולה מצד שני. הרובה מצויד בקת מת-קפלת, ידית נשיאה ורצועת נשיאה, דורגל מתקפל רב-תכ-ליתי המאפשר הצבת הרובה לירי כמקלעון וחיתוך תיל דוקרני.

לרובה כוונות קבועות, להב עם שמורה מלפנים עם אפשרות יות צידוד והגבהה לצרכי אפוס וחריר מאחור עם אפשרויות לשינוי ירי לטווחים 300 או 500 מטר. כן מצויד הרובה בכוונות לילה מתקפלות המצופות בחומר זרחני מיוחד.

המתאם הרב-שימושי המותקן בחלקו הקדמי של הקנה משמש כרובה לירי רמוני-רובה-ני"ט נפיץ, זרחן

# חייל משתחרר! תכנון את עתידך כעת היה קצין בצוי הסוחר!



הרשם בהקדם לאחד הקורסים הבאים:

## \* קורס שט לקציני סיפון (נפתח מדי חודש):

מתקבלים: בעלי השכלה תיכונית של 10 שנות לימוד לפחות במגמה ריאלית או 11 שנות לימוד בכל מגמה תיכונית אחרת.

## \* קורס שט לקציני מכונה (נפתח מדי חודש):

מתקבלים: בעלי השכלה של 3 שנים בבי"ס מקצועי (פרט לחניכות), או בעלי השכלה תיכונית של 11 שנות לימוד לפחות במגמה ריאלית.

## \* קורס קציני חשמל (נפתח באוקטובר 1973):

להכשרה מעשית יתקבלו מועמדים באופן שוטף עד לפתיחת הקורס. מתקבלים: בוגרי בתי"ס מקצועיים במגמת חשמל (פרט לחניכות), מסיימי 3 שנות לימוד בנושא חשמל.

## \* קורס לקציני רדיו

לטכנאים (נפתח באוקטובר 1973):

מתקבלים: בוגרי בתי"ס מקצועיים של 4 שנות לימוד במגמת רדיו אלקטרוניקה או בעלי נתונים צבאיים מקבילים.

## \* קורס לקציני רדיו

לבוגרי/ות תיכון (נפתח בדצמבר 1973):

מתקבלים: בנים ובנות בעלי תעודת בגרות.

כל המועמדים חייבים להיות מסיימי שירות צבאי ובעלי בריאות תקינה.

**פרטים נוספים (בכתב או בע"פ) והרשמה:**

**בחיפה** — ברשות לחינוך והכשרה ימיים, ר' נתן (קייזרמן) 11, קומה ג', ליד כיכר פריס, כל יום משעה 8.00 — 13.00; **בתל-אביב** — במשרדי החבל הימי לישראל רח' אחד העם 15, קומה ג', בימי ב' משעה 9.00 — 13.00. **בירושלים ובבאר-שבע** — במשרדי הלשכות להכוונת חיילים משוחררים, בימים ובשעות המתפרסמים בעתוני הערב.

**הצטרף לצוי הסוחר!**

# א. קופפר בע"מ



יצרני צנרת לחץ גמישה וקשיחה

על כל אביזריה,  
לתעשייה, לנוערכת הבטחון,  
לתחבורה וחקלאות

- \* אביזרי צנרת מפליז ופלדה לאוטובוסים
  - \* צנרת גמישה לחצים גבוהים
  - \* עבור טרקטורים וכלים כבדים (מחלקת שירות מיוחדת).
  - \* צנרת גמישה לקיטור
  - \* צנורות טפלון לכימיקלים
  - \* טמפרטורות גבוהות.
  - \* צנורות ניילון לחצים גבוהים
  - \* ובקטרים שונים
  - \* צנרת פלדה (בציפוי נחושת) לחצים של 1000 אטמ' עד 3/4" ואביזרי ארמטו.
  - \* צנורות לאינז'קטורים עם אביזריהם
  - \* צנורות בלמים, שמן וגריז
  - \* ומבחר צנרת הידראולית ופניאומטית ואביזרים לרכב, תעשייה וחקלאות
- בהשגחת מכון התקנים

לשרותכם המחלקה הטכנית בייעוץ הנדסי  
ושרות בכל נושאי הצנרת

נציגים ונופיצים של:

WEATHERED U.S.A.

UNIROYAL U.S. RUBBER

TECALEMIT LTD. ENGLAND

א. קופפר בע"מ

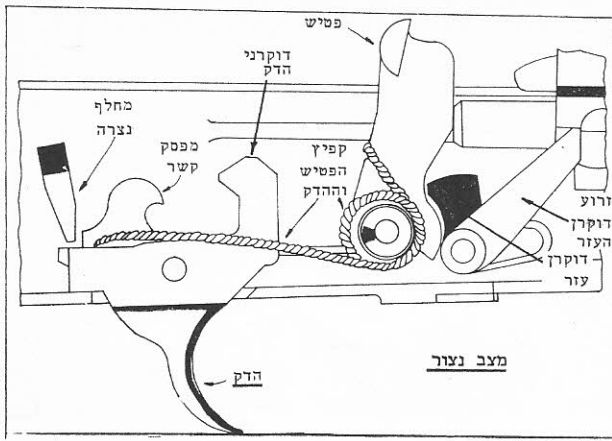
רח' תושיה 22, תל-אביב,

טלפונים 33019 — 32176

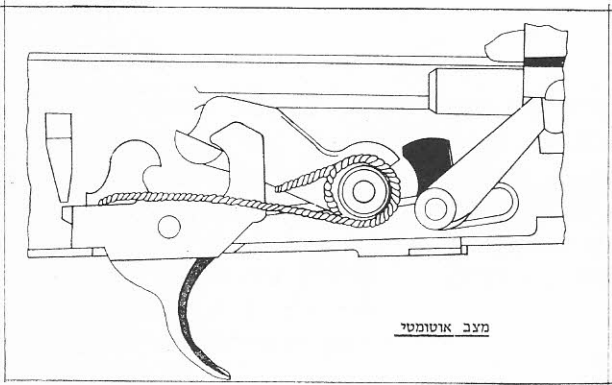
שיש -  
במה  
תסתפק  
אל

הזדעזע!  
שפתה!  
הענתה!

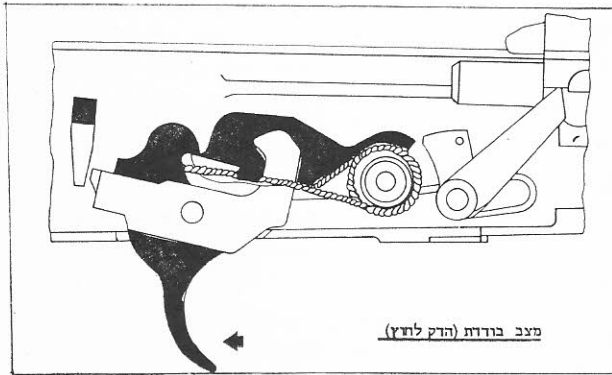
משרד הבטחון  
הפקוח המשקי  
— המרכזית —  
או לועדת היעול  
היחידתית  
לועדת היעול  
הגש הצעותיך  
אנא



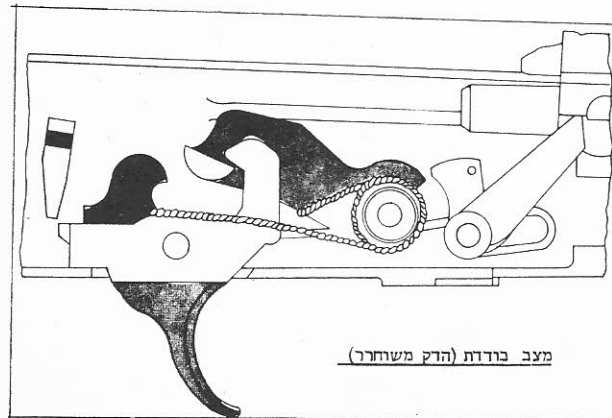
מצב נצור



מצב אוטומטי



מצב בודדת (הדק לחץ)



מצב בודדת (הדק משוחרר)

פתח לחץ המגיע עד 3.500 אטמוספירות בקירוב, לחץ הגזים דוחף את הקליע לפנים וגורם להאצתו. ברגע שהקליע עבר את חור מעבר הגזים שבקדח הקנה פורצים גזים לתוך גליל הבוכנה ומכים על-פני הבוכנה. תנועת הבוכנה לאחור גורמת לדחיקת המחלק לאחור (הבוכנה והמחלק מחוברים חיבור קשיח ביניהם). תנועת המחלק לאחור גורמת לתנועה סיבובית של הברית, מכיוון שזיזו נתון בתוך חריץ לולייני שבמחלק. תנועה סיבובית זו של הברית גורמת בשלבה הראשון לחליצה ראשונית של התרמיל החם מדפנות בית הבליעה, ובשלב השני לפתיחת הנעילה על-ידי השתחררות זיזי הנעילה מדפנות הגוף. בהמשך התנועה לאחור נעים המחלק והברית יחדיו, כאשר המחלק מכווץ תוך כדי תנועתו לאחור את הקפיץ המחזיר וזר ואילו הברית חולץ את התרמיל הנפלט כשהוא נתקל במפלט שבגוף. תוך כדי התנועה לאחור של המחלק והברית נדרך הפטיש ונתפס בדוקרני ההדק.

**התנועה לפנים:** הקפיץ המחזיר בהתפשטותו מניע את המחלק והברית לפנים. הברית גורף כדור תורן מהמחסנית ומעלה אותו דרך כבש הכדורים לתוך בית הבליעה. המחלק עולה בינתיים על כרכוב התרמיל ו"מתלבש" עליו. המשך תנועת המחלק לפנים גורמת לתנועה סיבובית של הברית. זיזי הנעילה ננעלים כנגד הדרגות שבגוף. עם לחיצת ההדק משתחרר הפטיש מדוקרן ההדק ומכה על המקור אשר נע לפנים ונוקר בפיקת הכדור שבבית הבליעה.

**פעולת מנגנון ההדק:** מנגנון ההדק מופעל בעת התנועה לפנים ולאחור של המחלק והברית. ההדק מורכב מהמרכיבים הבאים: דוקרן הדק מפסק-קשר, פטיש, דוקרן-עזר, ומחלף נצרה.

**מצב "נצור":** במצב זה מחלף הנצרה מצוי מעל חלקו האחורי של ההדק ומונע בעד דוקרן-ההדק את שחרור הפטיש.

**מצב "אוטומטי":** במצב זה מחלף הנצרה מצוי מעל מפסק הקשר. דוקרן ההדק תופס את הפטיש כאשר קפיץ הפטיש מכווץ. לקראת סוף התנועה לפנים של המחלק, מסיט זה האח-רון את זרוע דוקרן העזר לפנים ואז משתחרר דוקרן העזר מהדרגה שבפטיש. הפטיש תפוס עתה בדוקרן ההדק בלבד. הלחיצה על ההדק גורמת לתנועה של דוקרני ההדק אשר משחררים את הפטיש. הפטיש בלחץ קפיצו, מתרומם ומכה במקור. כפי שציינו בתנועה לאחור, נדרך הפטיש שוב ונתפס בדוקרן העזר, מכיוון שבמצב אוטומטי ההדק לחוץ כל הזמן אין דוקרני ההדק תופסים בפטיש שוב לכן השתחררות הפטיש נגרמת כתוצאה מהסטת זרוע דוקרן העזר על-ידי המחלק בסוף תנועתו לפנים. פעולה זו נמשכת כל עוד לוחצים על ההדק. ברגע שמרפים מן ההדק נתפס הפטיש בדוקרני ההדק והפעולה נפסקת.

**מצב "בודדת":** במצב זה מחלף הנצרה אינו פועל על ההדק או מפסק הקשר. בזמן הסחיטה של ההדק, מפעיל ההדק גם את מפסק הקשר וזה האחרון תופס בפטיש ומונע את עלייתו (המשך בעמוד 22)

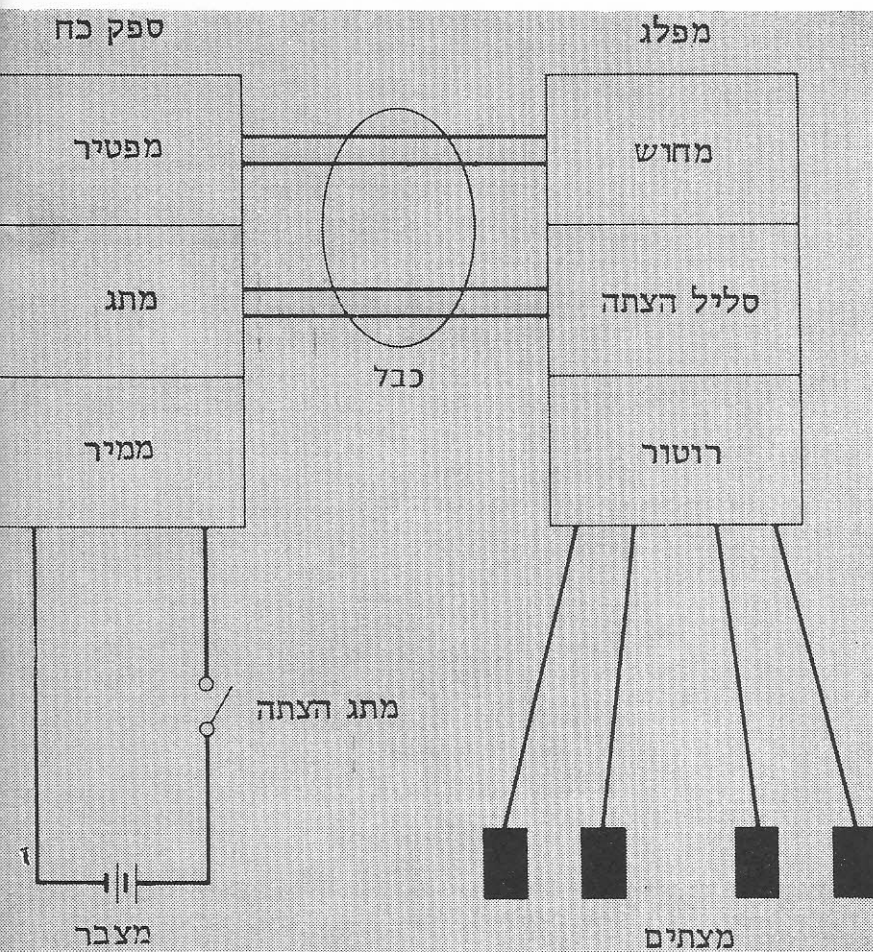
**משמאל:** שרטוט המראה את מבנה הרובה בעת מצבי ירי שונים. מלמעלה למטה: מצב "נצור", מצב "אוטומטי", מצב בודדת (הדק לחוץ), מצב בודדת (הדק משוחרר).

# שיפורים במערכת ההצתה

## על רכב צבאי

צבא ארה"ב הכיר בצורך לשפר את מערכות ההצתה לכלי רכבו, ופיתח תכנית פעולה רבת היקף, שמטרתה הסופית: פיתוח מערכת הצתה שאינה טעונה אחזקה לכל משך חיי הרכב בו היא מותקנת. בשלב הנוכחי מצוייה בתהליכי ניסוי מערכת התפרקות-קבל "Capacitor Discharge" עם מצתים בעלי מרווח טבעתי.

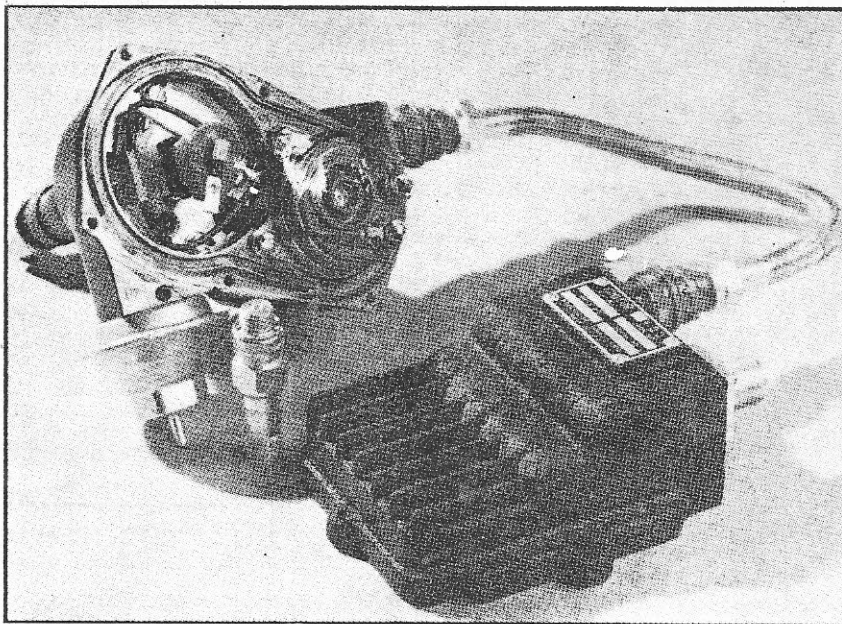
**מערכת ההצתה המותקנת כיום** בכלי-רכב צבאיים, דומה, בעיקרה לזו המותקנת בכלי-רכב אזרחיים. ההבדלים ביניהן מתבטאים בכך, שבמערכת הצבאית קבוע סליל ההצתה בבית המפ"ל, כדי לאפשר אטימות מפני מים והדברת הפרעות-אלחוט. כן אין היא מצוידת במנגנון לקידום זמן ההצתה בהשפעת ריק (ואקום), הנחשב לצידוד תקני בתעשיית הרכב. חודי הנתק המופעלים על-ידי הפיקה, מנוצלים יחד עם הקבל, ומפסיקים את הזרם הראשוני של הסליל. מתח משני מחולק לכל מצת על-ידי שימוש ברוטור ובמכסה-מפלג.



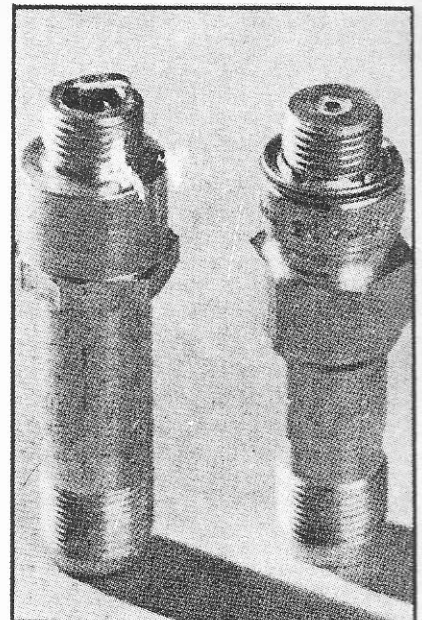
### זמני תיקון ארוכים

**המערכת הקיימת מצריכה אחזקה** שוטפת והחלפה סדירה של חלקים. גם רמת הביצוע של המצת ואורכי החיים של המערכת נמוכים יחסית. יתר-על-כן, כלי-רכב צבאיים, מכל הסוגים, מקדישים, בהתאם לטיפוסם, פרקי זמן ממושכים לפעולות הכרוכות במהירות נמוכה או בפעולת-סרק. דבר זה, מעורר בעיות זיהום חמורות של המצת.

ציור 1: מחוש אלקטרוני, מגנטי או אופטי מחליף את חודי הנתק במערכת ההצתה החדשה. שים לב: Trigger פרושו מפטיך Converter פרושו ממיר.



ציור 3: מערכת ההצתה הצבאית המצויה כעת בתהליכי פיתוח כוללת מכלל בעל שני חלקים המכיל ספק-כוח אלקטרוני ומפלג.



ציור 2: מצתים צבאיים: משמאל, מצת מקובל, מימין, מצת בעל מרווח טבעתי.

המצבר, הנעשה באופן מקרי, לא יגרום איפוא נזק.

המפלג, במערכת זו, (ציור 4) מצויד לאחרונה בקידום-ריק בנוסף למנגנון צנ-טריפוגלי לקידום זמן ההצתה, אך הוא לא יידרש בהכרח בשביל המערכות אשר מצויות בתהליכי ייצור. האפשרות של הכ"ללת ספק-כוח אלקטרוני בתוך המפלג נח-קרת עתה, אולם היא לא תבוא לידי ביטוי מעשי בקרוב.

כדי לא להגדיל את הוצאות הניסויים, נבדקה המערכת במנוע בעל ארבעה צי-לינדרים של הרכב הצבאי M-151. אך היא נועדה לשימוש בכל מנועי הבנוין של רכב צבאי בעלי 4, 6, ו-8 צילינדרים.

על-מנת להשיג את התכנון הטוב ביותר של המערכת, היה צורך לקבוע את האפיי-נים של המצת החשמלי. כן יש לזהות את הפרמטרים של מערכת ההצתה התקנית. לשם כך הורכב מנוע M-151 על דינמו-מטר חשמלי שצויד היטב במכשירים ו-כוייל בקפדנות. הטמפרטורות של אויר הכניסה, של נוזל הקירור ושל השמן נש-מרו קבועות כל עת הניסויים, כדי להב-טיח נתונים חוזרים יעילים. פחמימני הפליטה CO ו-CO<sub>2</sub> נמדדו בעת פעולת ה-מנוע כדי לגלות שריפה או הצתה נחש-לת (הצתה נחשלת היא שריפה ירודה של

ווח גדול ומזוהמים מאוד — תכונה חיו-נית להבטחת חיים ארוכים למצת.

### מצתים בעלי מרווח טבעתי

**ברור** שמצתים מקובלים לא יספקו את הדרישות של 50 אלף מייל או 3,500 שעות פעולת מנוע, לכן נבחרו מצתים בעלי מרווח טבעתי (ציור 2). מצתים בעלי מרווח טבעתי אינם מושפעים, בגלל ה-אלקטרודות העבות שלהם, על-ידי גודל המרווח המוגדל במהירות כמו במצתים המקובלים. יתרון נוסף בשימוש במצתים בעלי מרווח טבעתי הוא האפשרות של יצירת תחום חום אחיד, למצתים המצויים בשימוש בכל מנועי בנוין של כלי רכב צבאיים.

הניסויים לימדו שמצת בעל מרווח טבע-תי מאפשר הגדלת קידום זמן ההצתה. דבר זה נובע כנראה בגלל מרווח הניצוץ החשוף והרחב יותר שיש למצת בעל ה-מרווח הטבעתי.

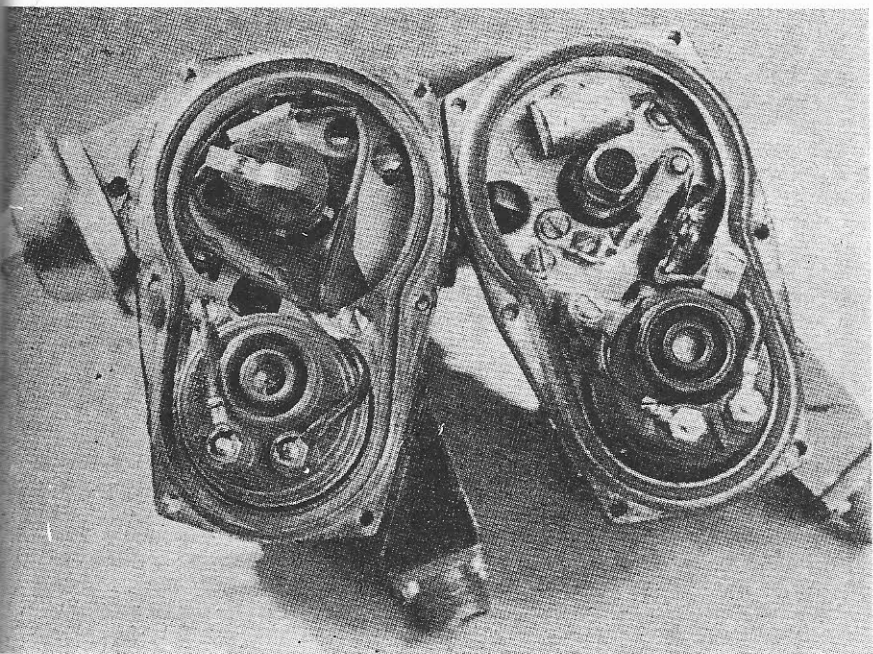
מערכת התפרקות-הקבל המצויה עתה בפיתוח היא בעיקרה מכלל בעל שני חל-קים המכיל ספק-כוח אלקטרוני ומפלג (ציורים 1 ו-3). האלקטרודה מוגנת מפני קוטביות הפוכה, כך שחיבור הפוך של

### נטול-אחזקה

**נוכח** הבעיות שציינו לעיל, החליט הצבא האמריקני ליוזם תכנית ל-שיפור מערכת-ההצתה. שמטרתה העיק-רית ביטול הצורך באחזקה (אורך הח-יים של רכב, לצורך המאמר, מוגדר ל-50 אלף מייל או 3,500 שעות פעולת מנוע).

בכדי להשיג מטרה זו, יש צורך ב-מערכת חסרת חודי-נתק (מגעות) הנראית בציור 1. מערכת זו עשויה לבטל פעולות אחזקה הקשורות בתזמון המנוע, ככוונן ובהחלפה של חודי-נתק. מחוש אלקטרוני, אופטי או מגנטי, מחליף את חודי-הנתק של המערכת. ולכן מבוטל הצורך בשינוי תזמון בגלל בלאי גוש החיכוך והמגעות. המחוש מכוונן בקביעות בעת ייצור ה-מפלג, כך שתזמון המנוע, משכוונן פעם אחת נשאר קבוע לכל אורך חיי המפלג.

מערכת התפרקות קבל (CD) נבחרה לתכנית זו, משום שהיא מצרפת זמן עליה מהיר של המתח במצת עם מתח גבוה הקיים בכל תחומי המהירות ועם מאגר אנרגיה גדול — דברים שהם מאוד רצו-יים. אפיינים אלה מאפשרים למערכת ה-תפרקות הקבל להצית מצתים בעלי מר-



תערובת-דלק יותר מאשר כשלוש הצתת התערובת; מצב זה כשהוא הולך ורע עלול להסתיים לאי-הצתה). כתוצאה מ-דיוק הניסוי והמיכשור נתקבל גרף פלי-טה מדויק ונתוני יצירת זיהום.

לאחר כיוול המנוע, נחקרו התוצאות של זמן עליית מתח הניצוץ, משך הניצוץ ו-אנרגיית הניצוץ בעת פעולה. דבר זה בוצע על-ידי בניית מערכת התפרקות-קבל עם אפייני ניצוץ. היתה זו מערכת של לוח נסיוני עם בקרת פוטנציומטר לשינוי זמן העליה, למשך הזמן, או ל-אנרגיה בתחום קבוע מראש.

## מערכת טובה ביותר

**בדיקה** התחלתית גילתה, שאפילו מערכת האנרגיה הנמוכה ביותר (3.6 מ-ליג'ול) מצטיינת בביצוע טוב ואפילו עו-לה על המערכת התקנית. תכנית הבדיקה הועמקה ומתוכה נבחרה מערכת טובה ב-יותר. אנרגיית הניצוץ שנבחרה היתה בת 8 מיליג'ול, משך הניצוץ 120 מיקרו-שניות וזמן עליית המתח 8 מיקרו-שניות. מתח היציאה הנקוב שנבחר היה 18 קילו-ואט, עם אפשרות להשגת 22 קילו-ואט להתנעה בטמפרטורה נמוכה.

אף שפעולת מערכת ההצתה היתה משי-ביעה רצון עם אנרגיית ניצוץ בתחום של 3.6 מיליג'ול, נבחר הערך של 8 מיליג'ול, משום שהוא גבוה במידה מספקת מעל כל תחום ביצוע שולי. אנרגיה גבוהה יו-תר לא נבחרה, משום שיש להקטין את ארוזיית (סחיפה) האלקטרודה למינימום כדי להבטיח חיים ארוכים למצת ההכר-חיים למערכת נטולת אחזקה. משך הניצוץ של 120 מיקרו-שניות נבחר כדי להחזיק הספק שיא במקסימום ואת הפסדי חום

ציור 4: מערכת הצתה מסוג התפרקות-קבל (משמאל) מצויידת במנגנון קידום זמן ההצתה בעזרת ריק.

מעניק יתרונות ברייביצוע משמעותיים (את יחידות האב-הטיפוס ניתן להפעיל בעזרת קידום-הצתה צנטריפוגלי, כמו ב-מערכות צבאיות מקובלות על-ידי חסימת קו הריק). בשל סיבה זו, ומבחינת המחיר הנוסף והסבך של מנגנון קידום הצתה בעזרת ריק, יותקן ביחידות הייצור רק מנגנון-הקידום המקובל.

ניתוח הוצאות מפורט של המערכת לגבי צפיפויות הזרם של רכב. לימד ש-מערכת הצתה נטולת-אחזקה מסוג זה עשויה להתבטא בחיסכון שנתי מעל ל-2 מיליון דולר. אם התוצאות של הניסויים הנערכים לאחרונה יהיו חיוביות יוחל ב-ייצור מערכת התפרקות-קבל (CD) חסרת חודי הנתק בשביל כלי-רכב צבאיים.

האלקטרודה במינימום. זמן העלייה של 8 מיקרו-שניות (2.25 קילו-ואט/מיקרו-שניות) נבחר כדי להבטיח למצת המזו-הם כושר הצתה.

## תוצאות אב-טיפוס

**לאחר** שנקבעו אפיינים אלה, יוצרו 12 מערכות פורקות-קבל ששימשו בגדר אב-טיפוס. מדגמים אלה משמשים לאח-רונה בניסויים קפדניים הן במעבדה והן בתנאי שדה. התוצאות שנתקבלו עד עתה מצביעות על שיפורים בפעולה ובאורך החיים ושיפור שולי בחיסכון הדלק. ה-שימוש בקידום זמן ההצתה בעזרת ריק מעלה את רמת הפליטות וכנראה שאינו



# חברה לסחר חוץ והספקה בע"מ

יבוא עצים וחומרי בנין \* מחסני ערובה

תל-אביב, ת.ד. 29853 משרד: רחוב גרוזנברג 18, טל. 50248—50246  
מחסן עצים וערובה: אשדוד, איזור התעשייה ג' טל. 5—23264/055

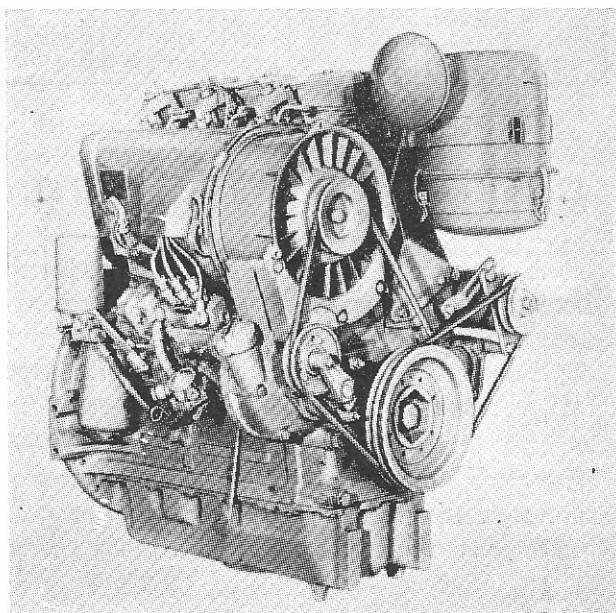




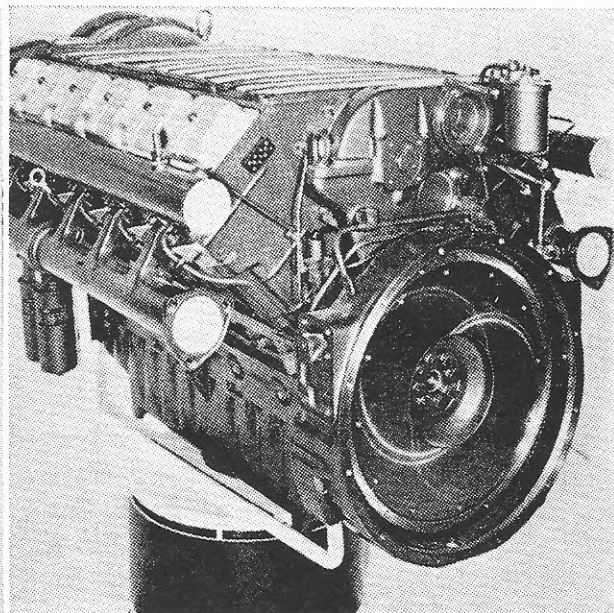
# גנרטורים ומנועי דיזל "דויטץ"

מנועים צינן אויר מ-8 — 500 כ"ס  
מנועים צינן מים מ-60 — 5400 כ"ס

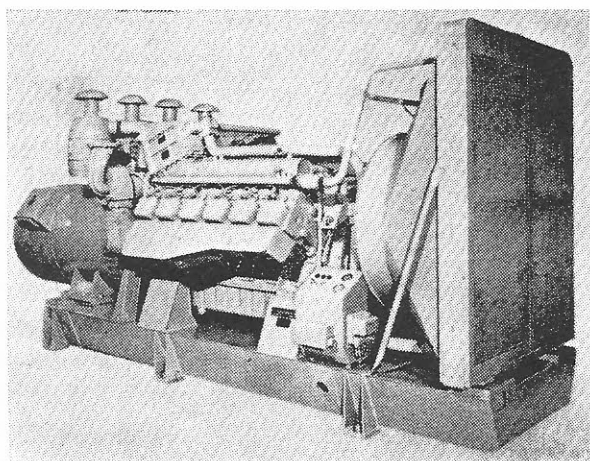
גנרטורים צינן אויר מ-5 KVA — 185 KVA  
גנרטורים צינן מים מ-200 KVA — 1300 KVA



דיזל 3 צילינדרים דגם F3L912  
צינן אויר



דיזל 12 צילינדרים דגם F12L413  
צינן אויר



גנרטור 425 KVA

**חברה להנדסה ולתעשייה בע"מ**  
תל-אביב שד' רוטשילד 7 טלפון 51511 ת.ד. 1191

# הקשה בכדוריות

## SHOT PEENING

### כאמצעי הגנה נגד קורוזיית מאמצים

הובא לדפוס על-ידי נ. כפטל

כדי להעריך את אפקט ההקשה בכדוריות על AISI 410 מוק-  
שה, כאמצעי הגנה נגד קורוזיית-מאמצים בוצעו הקשות בכד-  
דוריות על 14 דגמים בצפיפות 0.007—0.017 אינץ' עם  
כדוריות בקוטר 0.028 אינץ'. הדגמים נחשפו לאויר רווי מים  
ב-300° פרנהייט ובעומס של 60 אלף פ' לאינץ'.

במשך 8 שבועות לא נכשל אף אחד מהדגמים שעברו הקשה  
בכדוריות. אותו החומר ללא הקשה בכדוריות נכשל תוך  
פחות משבוע. טיב פני השטח לא נשתנה לאחר תהליך  
ההקשה. על סמך תוצאות אלו ונסיונות שנעשו במפעלי  
תעשייה בארץ להפחית את הנטייה של סגסוגות חמרן להיסדק  
עקב קורוזיית-מאמצים, ולאור העובדה ששכבות שטח לחו-  
צות מפחיתות את הסיכוי לכשלונות כתוצאה מקורוזיית  
מאמצים, הוחלט לנסות להעריך את מעשיות התהליך ההקשה  
על חלקים מעשיים.

הנתונים הדרושים היו:

- אפקט ההקשה בכדוריות על אמינות מבנה החומר.
- גודל מאמצי הלחץ השטחיים ומאמצי המתיחה השארי-  
תיים מתחת לפני השטח.
- אפקט מאמצים סטטיים מחזוריים וטמפרטורה על מאמ-  
צי הלחץ השאריתיים.
- צפיפות וגודל הכדוריות הדרושות ליצור את שכבת  
השטח הלחוצה.
- תהליך בקרת איכות להבטחת כיוסי שטח נאות (לפחות  
100%).

### השפעת המאמצים המחזוריים

הניסוי בוצע במצבי-פעולה שונים כאשר חלק בו היו מעונ-  
ינים קורר לטמפרטורה נמוכה ומספר המאמצים המחזו-  
ריים שונה מניסוי לניסוי.

נתוח הנתונים שנתקבלו הראה:

- ההקשה בכדוריות משפרת את החוזק להתעייפות של חל-  
קים שעבדו מספר גדול של מחזורים.

קורוזיית-מאמצים בחומר נגרמת עקב קיום מאמצי מתיחה  
בחומר כתוצאה מפעולת החלק או כתוצאה מקיום מאמצים  
שאריתיים שטחיים. בבדיקות בחומר מסוג AISI 410 נמצא  
שהחומר רגיש במיוחד לקורוזיית-מאמצים כשהוא מורפה  
לקושי של 36—42 רוקוול C ונמצא בתוך מים בעלי נקיון גבוה  
ובטמפ' של 300° פרנהייט.

אחת הדרכים למנוע סדקי קורוזיית מאמצים היא ליצור שכבה  
חיצונית בעלת מאמצי לחיצה, אשר תתנגד למאמצי המתיחה  
הנוצרים בחומר בעת פעולת החלק או למאמצי המתיחה הש-  
אריתיים הקיימים בו.

ניתן לייצר את שכבת מאמצי הלחץ על פני השטח על-ידי  
גלגול או על-ידי הקשה בכדוריות (Shot Peening).

### תהליך ההקשה

הקשה בכדוריות, הוא תהליך שבו נורות כדוריות בקוטר  
0.007—0.066 אינץ' במהירות אחידה ומבוקרת על משטח  
החלק. הכדוריות האלו יוצרות על-פני השטח כולו שכבה ובה  
מאמצי לחיצה. גודל השכבה תלוי בצפיפות תהליך ההקשה.  
המפרט הטכני MIL-S-13165B מתאים לדרישות רוב ה-  
חלקים.

המפרט לצפיפות מבוסס על מדידת המאמצים השאריתיים  
בדגם סטנדרטי הקרוי "Almen Strip". הצפיפות מוגדרת  
בתחום, לדוגמה: A-2—0.017—0.021 אינץ'. סמון זה  
אומר שפחית סטנדרדית מסוג "A" מחוברת למקבע וחשופה  
להפצצה בדיוק באותה הצורה כמו החלק.

כאשר מורידים את הפחית מהמקבע הפחית מכופפת. העק-  
מומיות נמדדת על-ידי מדיד סטנדרדי המופיע בתקן ב-  
MIL-S-13165B, גובה הקשת צריך להיות בין 0.017—0.021  
אינץ'. מידת הכפיפה עבור מצב נתון תלויה במשך חשיפת  
השטח לזרם ההפצצה בלחץ קבוע. בתחילה גדל גובה הקשת  
יחסית לזמן, עד שהקשת מגיעה לערך מכסימלי.

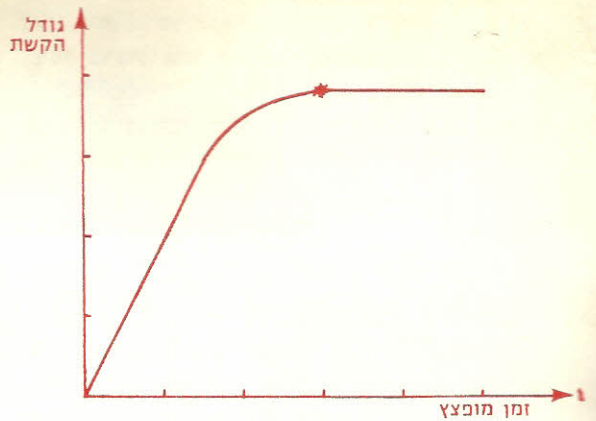
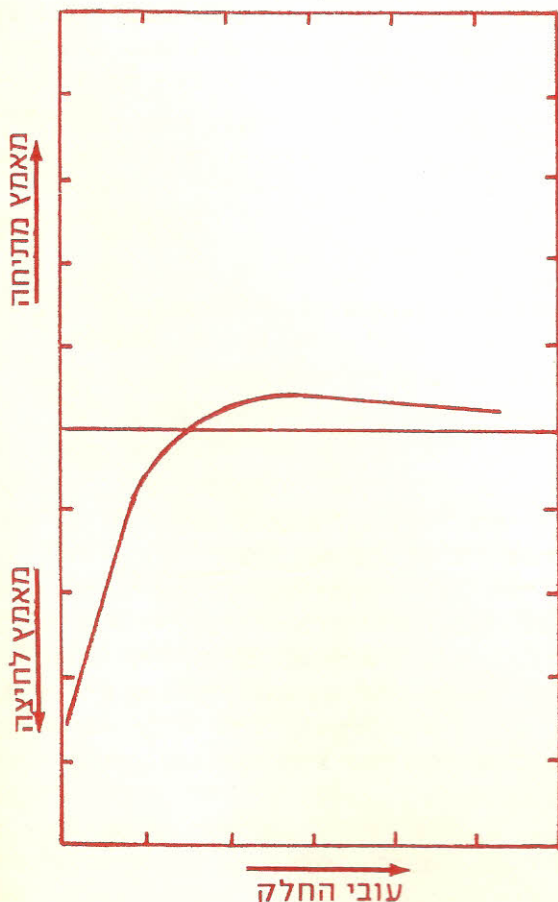
המשטח שעבר הקשה בכדוריות יהיו בו מאמצי לחץ, שכן מתחתיו ישנה שכבה הנמצאת במצב מתיחה לאיזון. עקומה אופיינית של חלוקת המאמצים בתוך חומר שעבר הקשה בכדוריות מודגמת בצירור למטה. למרות שעל-פני השטח יכולים להיווצר מאמצי לחץ גבוהים, קטן מקסימום מאמצי המתיחה התת-שטחיים באופן ניכר. עובדה זו היא בעלת חשיבות כאשר משתמשים בהקשה בכדוריות כאמצעי הגנה נגד קרוזיית-מאמצים. מחקרים אחדים הבהירו שמידת מאמצי הלחץ תלויה במאמץ המתיחה שבמתכת הבסיסית. בדגמים רכים (מאמץ מתיחה של 125 אלף פ' לאינר) הראו מאמצי לחץ השווים למאמץ הכניעה, חמרים קשים יותר (מאמץ מתיחה של 250 אלף פ' לאינר) הראו מאמצי לחץ בסביבות 60% של מאמץ הכניעה.

## גודל הכדוריות וצפיפותן

גודל הכדוריות וצפיפותן צריכים לאפשר ייצור שכבת-לחץ נאותה על פני השטח, אך לא לגרום:

- לפגיעה משמעותית בטיב פני-השטח.
- לעיוות משמעותי מעבר לגבולות הסיבולת המותרת.
- לחדירת כדוריות לתוך פני השטח עד שאין אפשרות לסלקן על-ידי לחץ אויר.

ציור 2: עקומה אופיינית של חלוקת המאמצים בתוך חומר שעבר הקשה בכדוריות.



ציור 1: בעקומה נראה כי בתחילה גדל גובה הקשת יחסית לזמן ההפצצה, עד הגיעה לערך מכסימלי. ה- $\times$  בצירור מסמן את מצב הרוויה. הזמן המינימלי הדרוש להגיע לנקודה זו קרוי גם הזמן ל-100% כיסוי.

- ההקשה בכדוריות יכולה להקטין את ההשפעה של גמר שטח גרוע ומאמצים שאריתיים (גורם המאיץ כשלונות של קרוזיית מאמצים) על פני שטח החלק.
- מאמצים מחזוריים מעל למאמץ הכניעה של החומר מבטלים במהירות את החלק הארי של מאמצי הלחץ השארי-יים.
- מחזוריים חוזרים של כ-10%, כאשר המאמץ קטן מ- $\frac{1}{3}$  של נקודת הכניעה של החומר, לא יגרמו להפחתה משמעותית במאמצי הלחץ השאריתיים.
- קצב היעלמות מאמצי הלחץ השאריתיים עומד ביחס יסיר למאמץ המחזורי הממשי.

## השפעת הטמפרטורה

המאמצים השאריתיים מההקשה בכדוריות יכולים להעלים על-ידי השיפת החלק לטמפרטורות גבוהות יותר מטמפרטורות הסביבה. בקפיצי פלדה רגילה לא משפיעות טמפרטורות שמתחת ל-500° פרנהייט על המאמצים השאריתיים. ב-500° פרנהייט ומעל לטמפרטורה זו משתחררים המאמצים השאריתיים חלקית, בטמפרטורות של 800° פרנהייט נעלמים המאמצים כמעט לגמרי. מאמצי הלחץ עבור אינקונל ופלבי"ם מתחילים להשתחרר בסביבות 1050°—1100° פרנהייט. קרוב לוודאי, שהעלמות הדרגתית של המאמצים השאריתיים בחומר נובעת מהשפעת הטמפרטורה על הסדק או מהשפעת מאמצי כניעה דינמיים ממושכים בחומר.

## מאמצים שאריתיים שנוחיים ותת שטחיים

הקשה בכדוריות על שטח גורמת לשכבה העליונה להתפשט. קשיחות המתכת מתחת לשכבה העליונה מונעת התפשטות זו. כתוצאה מכך יתעקמו דגמים שטחיים בצורה קמורה כלפי השטח שעבר הקשה בכדוריות. גלילים העוברים הקשה בכדוריות על הקוטר החיצוני או הפנימי יראו שינויים במידת גודל העקמומיות תלוי בצפיפות זרם הכדוריות.

בוזית האופטימלית. תנועת הנחירים תכוון כך שלא תהיה חפיפה ברסוס אשר תגרום להפצצתו מעל למידה הדרושה. ה. שני שטחים יכולים לעבור הקשה בכדוריות באותו הזמן. אם הציוד מאפשר לבצע על שטח אחד בלבד, השטח הדורש את המאמצים השאירתיים הגבוהים יותר יעבור הקשה אחרון.

## בקרת איכות

לאחר מספר מחקרים נקבע תהליך בקרת איכות הבא:  
א. פס אלמאן סטנדרדי מורכב ונבדק בהתאם לדרישות שבתקן MIL-S-13165B.  
מידת הכפיפה כפונקציה של הזמן מועלת על גרף לשם קביעת נקודת הרוויה של גובה הקשת.

ב. זמן ההפצצה יהיה כפליים מהזמן הדרוש להגיע לרוויה.  
ג. אורך הזמן הנ"ל מתאים לכל החלקים. התהליך חייב להתבצע כאשר פס אלמאן סטנדרדי מלווה את החלק. פס זה מורכב, בדרך-כלל, בקצה החלק. הנחיר צריך להיות מכוון כך שלא יכסה את פס האלמאן משני צדדיו. פס האלמאן צריך להראות אותה הצפיפות (+0.001) כבסעיף "א" שלעיל. ד. כיסוי ההקשה בכדוריות יבדק הסתכלותית על-ידי אדם מקצועי, באמצעות זכוכית מגדלת המגדילה פי 3 עד 5, או באמצעות בורוסקופ. אשור ינתן אם יהיה כיסוי מלא של השטח.

ה. כוון מחדש לפי סעיפים א, ב, דרושים בכל התנועה, בכל שינוי גזרה העוברת הקשה בכדוריות ועבור כל שינוי בהפצצה או לאחר כל שמונה שעות עבודה.

על-מנת ליצור שכבת לחץ ברמה הנחוצה, ובאותו הזמן לשמור על ערך מינימלי בטוח של המאמצים השאירתיים התת-שטחיים, חושב (בהנחה שהמאמצים השאירתיים שווים ל-60% ממאמץ הכניעה) שהתוספת לחלק תהיה בין 0.0005 עד 0.001 אינץ'. מספר זה יכול להשתנות בהתאם לקוטר החלק ולצורתו. כדוריות קטנות יוצרות מכסימום צפיפות מע-שית ונותנות תוצאות טובות לגבי טיב פני השטח ומדותיו. חוסר שימת-לב בזמן הכנת תהליך ההקשה בכדוריות או בזמן תהליך ההקשה בכדוריות גורם לחדירת כדוריות לתוך החומר. לאחר החדירה לא ניתנת הכדורית להרחקה על-ידי לחץ אויר. הכדוריות גורמות לפני השטח לזרום מעליהן ועל-ידי כך החלקיק תפוס.

בדיקות בטמפרטורות גבוהות במי-מימן ואמוניה (300° פרנהייט) הראו שהחלקיקים שחדרו לתוך החומר אינם גור-מים לקורוזיה.

## תהליך ההקשה בכדוריות

כדי שתהליך ההקשה בכדוריות ישמש כאמצעי הגנה נגד קורוזיית מאמצים נחוץ כיסוי מינימלי של 100%. בדיקת כיסוי 100% אינה כה קלה, במיוחד בתוך צילינדר. עובדים מנוסים יכולים לבדוק בבחינה הסתכלותית ללא קשיים. פנים צילינדר ניתן לבדוק בעזרת בורוסקופ המגדיל פי 10 עד 20. שיטה נוספת יצירת העתק של פני השטח בעזרת פילם מיוחד נכשלה עקב הקשיים בהשגת החומר, בהידבקות נאור-תה, בהדירת בויעות גז.

לאחר מחקרים נוספים וניתוח תוצאות שהתקבלו הוחלט, שתהליך העבודה והבקרה שלהלן משייב רצון ובעזרתו נתן לקבל תוצאות טובות.

א. כל הכדורים מוינו כמפורט בתקן MIL-S-13165B עם השינויים הרשומים מטה.

ב. הכדוריות צריכות להיות מיציקה. הכדוריות יעברו שמוש ראשוני על-מנת להבטיח שכל החלקיקים כדוריים בצורה גסה, ושצורות לא רגילות היכולות לחדור לתוך השטח יורחקו או יוחלקו. כל הכדוריות תעבורנה ניסוי ושטיפה באויר לפני הפצצת החלק.

ג. החלק יעבור הקשה בכדוריות רק על אותם השטחים בהם קיימת הדרישה לכך. יש להבטיח כיסוי מושלם לכל יתר השטחים.

כאשר משתמשים בסרט לכיסוי שטחים שאינם עוברים הקשה בכדוריות, יש לעוטפם במינימום של 3 שכבות על-מנת למנוע הקשה בכדוריות של השטח שמתחת לסרט. שכבת ה-ביניים תהיה בעלת צבע שונה לצבע הסרט שבשכבה הרא-שונה והשלישית כדי להבטיח כיסוי מלא של כל שכבה.

נוהל זה יש לנקוט גם לגבי הברגות שצריכות להיות מכוסות בזמן פעולות אחרות של ההקשה בכדוריות. שטחים "עוורים" כמו חורים קטנים, או הריצים יש לסתום או לכסות עם סרט שנתן להסירו בקלות ואינו דורש כמויות גדולות של ממיס לניקוי.

ד. תהליך ההקשה בכדוריות יכוון לפעולה אוטומטית (גלי-לים, שולחן מסתובב, תנועת-הנחיר) על-מנת להבטיח כיסוי אחיד מעל כל השטחים וכן להבטיח שהנחירים ממוקמים

# בית יציקה הידרו לחץ

- יציקות אל ברזליות
- יציקות לחץ
- יציקות מבלטי-יד (קוקיליים)



רח' סלמה 46, תל-אביב, טל. 825113

# א פ ע ל י ע. שונפ ושות' בע"מ נ ת נ י ה

- מצברים לרכב
  - מצברים תעשייתיים ומיוחדים
- לכל הגדלים לפי הזמנה



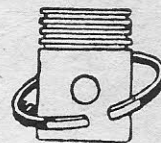
המשרד הראשי: תל-אביב, דרך פתח-תקוה 64, טל. 34214  
סניף חיפה: רחוב משה אהרון מס. 1, טלפון 664873  
בית-החרושת: נתניה, אזור התעשיה, טלפון 22544

# בוכנות מזביליה בע"מ

תל-אביב, רח' עשר טחנות 16

ת.ד. 13041

טלפון: 770360, 772883



ייצור בוכנות וטבעות לבוכנה  
למנועי שריפה ולקומפרסורים

- ספק של משרד הכמחוק
- תחת השגחת מכון התקנים

## הצעה חדשה של „מערכות חימוש“

„מערכות חימוש“, מופיע מזה 11 שנה. משך אותה תקופה, פורסמו במסגרת הביטאון מאות מאמרים בכל תחומי הטכנולוגיה. במגמת המערכת להוציא לאור קבצי מאמרים לפי התחומים הר"מ (הקובץ יצא-לאור בתנאי שכמות החותמים תצדיק את פרסומו). כל קובץ יכיל עשרות מאמרים שפורסמו בביטאון. אין ספק שקובץ מקצועי כזה יוסיף ויעשיר את הקורא בתחום בו הוא מתעניין ומתמחה. נוסף על כך המאמרים נכתבו על-ידי בעלי-מקצוע מעולים שנושא המאמר הוא אף תחום התמחותם.

מחיר כל קובץ — 5 ל"י בלבד.  
כל שעליך לעשות הוא, למלא את הספח הרצ"ב ולשלחו למערכת. אם הקובץ יצא לאור נודיעך על צורת התשלום.

זור ושלח      זור ושלח      זור ושלח      זור ושלח

לכבוד „מערכות-חימוש“ ד"צ 2128 צה"ל

אבקשם לרשום אותי כמנוי על הקבצים הר"מ.\*

- חשמל.
- מכונאות — מערכות אוטומטיביות.
- טילים, אלקטרוניקה, ומחשבים.
- חומרים (מתכתיים, אל-מתכתיים וסינטטיים) תכונותיהם ושימושיהם.
- מכשירים מדויקים ואופטיקה.
- רכב צבאי (זחלי ואופני) טנקים, זחלים, נגמ"שים.
- נשק קל.
- נשק כבד.
- תחמושת וחומרי-נפץ.

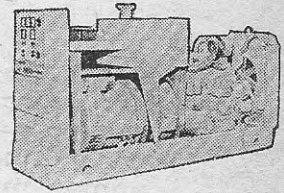
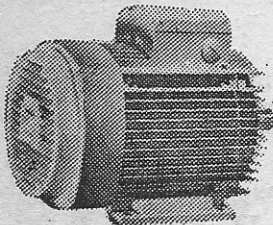
## בעתון הבא:

- בעיות בבחינת ציוד
- התפתחות כלי הנשק בעולם
- מרחקי בטיחות בתחמושת
- מערכת הקירור ברכב
- משככי זעזועים ברכב
- פלואידים – אורח פעולתם ואופן ניצולם
- והמדורים הקבועים

## דיזל גנרטורים מלאי

### מכל הסוגים

- מנועים חשמליים ASEA ממלאי
- ציוד ASEA ללוחות חשמל, מפסיקים, מונומרים.
- קופסאות פלסטיק FISKARS ללוחות חשמל.
- לוחות מתח גבוה 24 ק"ו



הנדסת חשמל בע"מ

רח' הנרייטה סולד 14 תל-אביב

טל: 260223 ; 254719



דוד כהן - קידום ופיתוח הנדסי בע"מ

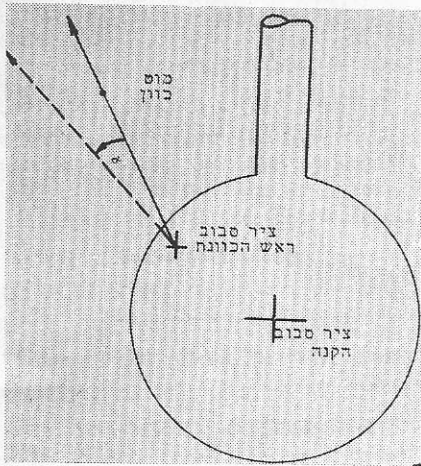
מערכות וחלקים מכניים

תכנון ■ הכנת דגמים



שדרות רוטשילד 112 תל-אביב ■ טלפון: 226820

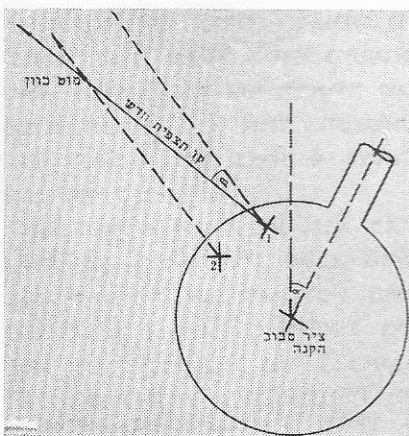
סיבוב התותח, לצורך חזרה אל ה-  
נקודה הקבועה (ציור 1). כתוצאה



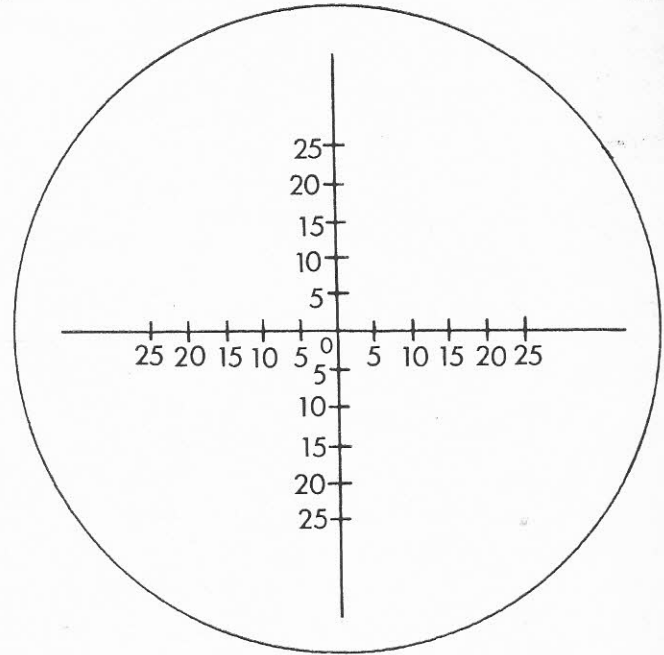
ציור 1

מכך מתמקם, עם צידוד התותח, ציר סיבוב ראש הכוונת בנקודה חדשה במישור וקו התצפית של הכוונת אל הנקודה הקבועה אינו מקביל לקו התצפית ההתחלתי. בציור 1 ניתן לראות כי כאשר רוצים לצודד את התותח בכיוון מהלך השעון בזווית  $\alpha$  יצודד תחילה ראש-הכוונת (תוך התקנת הקריאה הנ"ל) בזווית  $\alpha$  — כלפי נקודת הכינון. כאשר מחזירים את קו-הראיה אל נקודת הכינון (מוט הכיוון), על-ידי סיבוב התותח ס-ביב ציר סיבובו, מתקבל מצב הנר-אה בציור 2.

ציור 2: שים לב: 1 — ציר סיבוב ראש הכוונת-מיקום חדש. 2 — ציר סיבוב ראש הכוונת-מיקום קודם.



# עגיאות



ראובן נצר

## צידוד בארטילריה

תח, מובא בדיוק רב אל נקודה ק-בועה בשטח (מוט כוון וכ"ד). הת-קנת זוית הצידוד בכוונת גורמת להסתת קו הראיה כערך הזווית ש-הותקנה. הססת הראיה היא פעו-לה של סיבוב ראש-הכוונת עקב הת-קנת הזווית הנ"ל, בכיוון הנגדי לכיוון שבו מעוניינים לצודד את התותח. לאחר-מכן מחזירים את מרכז שדה הראיה של הכוונת אל הנקודה ה-קבועה באמצעות צידוד קנה התו-תח שעל אציליו קבועה הכוונת. באופן זה מושג הצידוד הרצוי לקנה התותח.

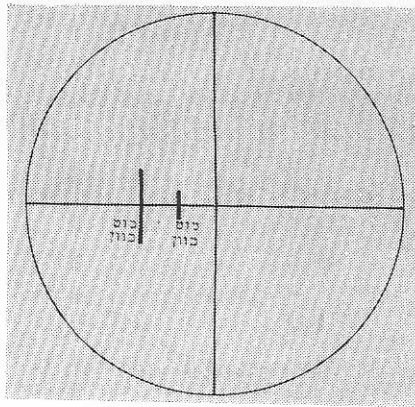
שיטה זו טומנת בחובה שגיאת צידוד הנובעת מן המבנה הגיאומטרי הבלתי-מושלם של המערכת הארטילרית. אין כאן חפיפה בין ציר סיבוב ראש-הכוונת לבין ציר

בשנים האחרונות חלו שיפורים משמעותיים בביצועי מערכות הנ-שק לירי ארטילרי. ההתקדמות ה-טכנולוגית איפשרה תיחכום תת-מערכות המרכיבות את כלי-הנשק. במסגרת זו, נשתכללו גם מערכות בקרת האש, על-מנת להשיג דיוק מקסימלי ונוחות הפעלה לצוות. במאמר זה נסקור את השיטה המ-קובלת למניעת שגיאת הצידוד ב-מערכות הארטילריה ונפרט את ה-דרך בה נמנעת שגיאה זו במערכות החדישות.

### כוונת הצידוד

השיטה המקובלת לצידוד התותח מתבצעת באמצעות כוונת הצידוד. מכשיר זה, המותקן על-גבי התו-

נ"ל לכיוון הצופה מהתותח. עצם המצוי במישור מוקד עדשה, יוצר אלומה מקבילה בעברה השני של העדשה, ובהכרח מביא את הצופה מכיוון זה לחוש כאילו נקודת העצם מצויה במרחק אינסופי. בציור 6, גורמת נקודה על הציר האופטי



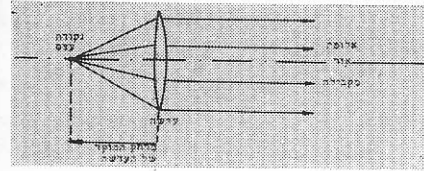
ציור 4

כאן נוצרת זווית שגיאה  $\beta$ , ואילו זווית הציוד האמיתית של הקנה היא  $\alpha$  השונה מהזווית הרצויה. את השגיאה הנ"ל ניתן לתקן ב- שני אופנים: הראשון — שימוש בשני מוטות כיוון והאחר — שימוש בקולימטור (שהוא התקן אופטי מקובל) כנקודת כינון.

### תיקון באמצעות שני מוטות כיוון

בשעת כניסה למצב התחלתי, אין מצויים בשטח מוט כיוון בודד, אלא שני מוטות. המרחק מהמוט השני לראשון זהה, במידת האפשר, למרחק מהמוט הראשון לכוונת ה- צידוד (ציור 3). שני המוטות יהיו על ציר קו הראיה ויחפפו אחד את

ציור 6

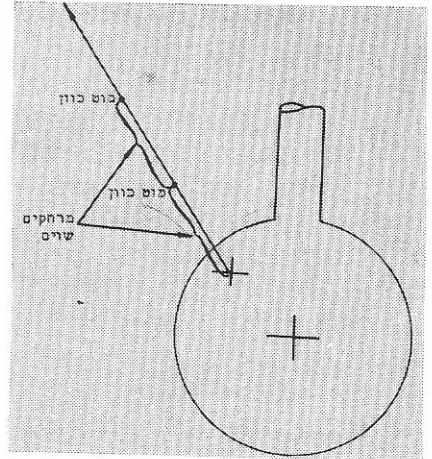


ליצירת אלומה מקבילה לאורך ציר זה. גם עצמים שאינם מצויים על הציר האופטי יוצרים אלומות אור מקבילות — אלא שאלו מוטות מהציר האופטי. הצופה מול הקולימטור יראה אלומת-אור מקבילה שהיא תמונת הנקודה א', על-פני לוח השנתות (ציור 7). הצופה בקולימטור

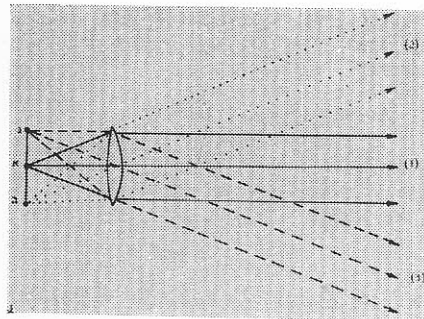
במצב זה נוכל לקבוע כי  $\angle \theta = \angle \alpha$  במצב זה  $CD=BC$  (כיוון שהמרחק  $AB$  זניח בגודלו). לכן יהיה המרובע  $BCDE$  מעויין והקטע  $EB$  מקביל לקטע  $CD$ . דבר זה מבטיח כי קו הראיה הנוכחי של הכוונת מקביל לקו ה- איה הראשון שלה, ומכאן שהתו- תח הוסט בציוד בזווית שהותקנה לכוונת מלכתחילה.

### תיקון באמצעות קולימטור

הקולימטור הוא מכשיר אופטי המוצב על תלת-רגל במרחק של 10 מטרים לערך ממערכת התותח. המכשיר מדמה (דהיינו יוצר די- מוי) מספר רב של נקודות, כנקודות כינון המצויות במרחק אינסופי. מבחינה אופטית בנוי הקולימטור מלוח שנתות (נקודות הכינון) ה- מצויות במישור המוקד של עדשה אופטית, המטילה את הנקודות ה-



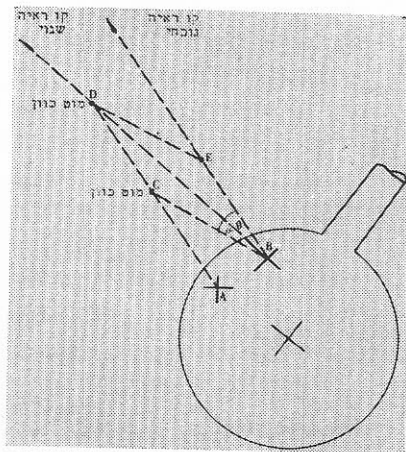
ציור 3: שים לב: מרחקי מוטות הכיוון מהתותח ובינם לבין עצמם אינו בקנה מידה



ציור 7

מנקודה 2, יראה אלומת-אור מקבילה, שהיא תמונת הנקודה ב' על-פני לוח השנתות. הצופה בקולימטור מנקודה 3, יראה אלומת-אור מקבילה שהיא תמונת הנקודה ג' על-פני לוח השנתות. את העובדות הללו מנצלים לצורך כינון כוונת ה- צידוד אל מרכז לוח השנתות של הקולימטור ולצורך תיקון שגיאת ה- צידוד עקב שינוי מיקום ציר סיבוב כוונת הציוד עקב סיבוב התותח סביב צירו.

צורת לוח השנתות בקולימטור נראית בציור 8 (ראה עמוד 19 למעלה). שינוי כיווני שיפוע הס-



ציור 5

השני. חוזרים על תהליך הבאת התותח לזווית הציוד הרצויה כ- מתואר לעיל, כאשר השוני מתבטא שאין מביאים את ציר הראייה של כוונת הציוד עם אחד המוטות אלא למצב הנראה בציור 4 (ראה טור שניים למעלה).

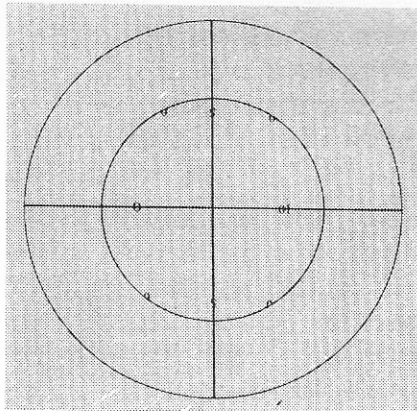
המצב שאליו יש להגיע הוא כזה שהמרחק הנראה בין מרכז שדה הראיה (נימה אנכית) לבין מוט מס' 2 זהה למרחק הנראה בין מוט מס' 1 לבין מוט מס' 2. באופן זה מתקבל המערך הגיאומטרי ה- נראה בציור 5 (ממול).



הספרות בלוח השנתות של הקולי-  
מטור כפי שנצפה ברגע הכינון.

**ס י כ ו ם**

ניסינו להבהיר לקורא עד כמה ניתן לפתור בעיות ולשפר מערכות, בצורה פשוטה ויחד עם זאת להשיג תוצאות מרשימות. במקרה ש- לנו נמצא הפתרון בקולימטור שהוא התקן אופטי פשוט. תכונותיו המ- יחדות נוצלו כהלכה לביצוע תי- קוד שההגיון הפשוט היה ודאי מגיע למסקנה שיש צורך כאן בתכ- נון מערכת אופטית מורכבת ביו- תר.



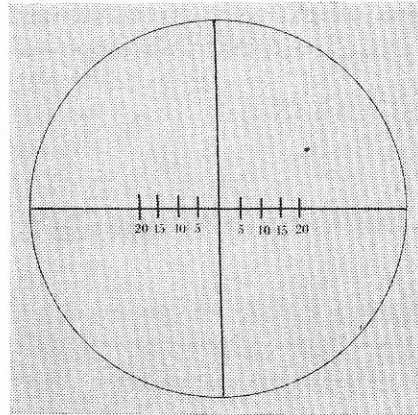
ציור 10

15				15
	10			10
15		5	5	15
	10		0	10
15		5	5	15
	10		0	10
15		5	5	15
	10		0	10
		5	5	
			0	

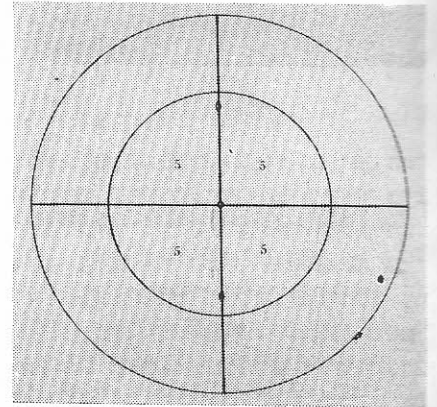
ציור 8

צופה כוונת הצידוד אל הקולימטר מנקודה 2 ורואה את נקודת העצם ב' שעל-פני לוח שנתות (ראה ציור 7, בעמוד 18 למטה). בצורה זו ניתן לקבוע ישירות את זווית ה- תיקון תוך הקניית צורת שי- נת הצידוד, המאפשרת הכנסת התי- קון באורח ישיר (ציור 11). החלו- קה האופקית היא באלפיות.

פרות מכוון לקביעת תיקון ב- כיוון השעון או נגדו. כל אחת מ- הספרות מציינת תזוזה באלפיות מ- שמכוונים את כוונת הצידוד בכיוון הראשוני, משמש הקולימטור במ- קום זוג המוטות החופפים. את מר- כז שדה הראיה מביאים כלפי תמו- נת לוח השנתות של הקולימטר כנראה בציור 9.



ציור 11



ציור 9

התיקון מתבצע על ידי כך שהצופה דרך כוונת הצידוד יחפיף את השנת המתאים (במקום את מרכז שדה הראיה), עם מרכז תמונת לוח שנתות שבקולימטור.

האפס, יש להעיר כי מעגל בן 360 מעלות מחולק ל-6,400 אלפיות. כל מעלה כוללת 17.8 אלפיות. בשעה לאחר צידוד התותח סביב ציר סיבובו, מובא ציר שדה הראיה ל- חפיפה עם מרכז תמונת לוח השנ- תות של הקולימטור (ציור 10 ממול למעלה).

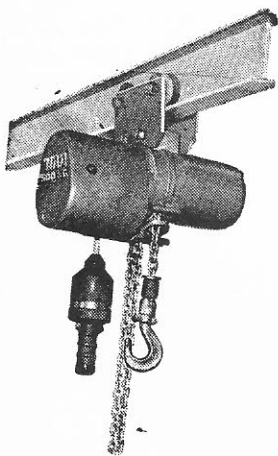
בדוגמה שלנו (ציור 11), יגרום ל- חפיפה בין השנת 5 שעל פני לוח שנתות הכוונת לספרה 5 שבתמונת לוח השנתות של הקולימטור.

במצב המתקבל עתה תהיה הספ- רה המופיעה במרכז לוח השנתות של הקולימטור זהה לערך שגיאת הצידוד  $\beta$  (באלפיות). במקרה זה

הבחירה בין השנת 5 הימני לבין השמאלי תתבצע על פי כיוון שפוע

**גלגלות  
חשמליות**

מ- $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  טון  
החל מ-1780.



בנוור בע"מ  
ציוד הרמה  
טלפון: 823165



קים בסדנא. לאור האילוצים האלה הוחלט על חיפוש דרכים להגדלת התפוקה על-ידי ייעול שיטות העבודה, ניצול מלא של פור-טנציאל כח האדם הקיים, רכישת מיכשור מתאים או ייצורו.

המשימה הראשונה היתה שיפור שיטות העבודה בטיפול בטנקים שלחמו בגזרת התעלה. אנשי הסדנא נאלצו, לא אחת, לעבוד כ-18 שעות ביממה כדי להחזיר את הטנקים במהירות למערך הלוחם. בעצם מלחמת ההתשה ובסיוע צוות מהנדסי ייצור של מפקדת קצין חימוש ראשי תוכננה שיטת עבודה משופרת.

עיקרה של השיטה: טיפול בטנקים בהתנות מקצועיות קבועות, כאשר כל תחנה מבצעת מספר פעולות מוגדר, בקצב נתון. המטרות העיקריות שהוצבו בפני המתכננים והמבצעים היו: העלאת התפוקה; צמצום זמן שהיית הטנק בעבודה; צמצום המאמץ המושקע בטיפול. כדי לבדוק את הצלחת השיטה נערכו השוואות בין השיטה החדשה לבין הקודמת — ההשוואה הוכיחה כי אכן הושגה התקדמות. אולם תהליך השיפורים עודנו נמשך במלא התנופה. אנשי היחידה מזרימים הצעות ייעול לגבי השיטה החדשה שהועברה גם לסוגי טנקים אחרים ולרכב.

## נתונים כמותיים ואכותיים

נורם נוסף שדירבן את המפקדים לאמץ את השיטה החדשה היה הרצון לאפשר לחייל המשרת בסדנא לעבור מסלול מקצועי אשר יכשיר אותו לקראת תפקידיו בעת מלחמה. חייל, בניגוד לעובד במפעל, חייב להכיר את כל המערכות ואת דרך הטיפול בהם. בעייה זו נפתרה על-ידי הקצאת מכלול של פעולות לכל תחנה וכן על-ידי תחלופה תקופתית בין הצוותות.

לשם השוואה נבחרה, בסדנא, תקופה של שנת העבודה 1970 — השנה שקדמה להפעלת השיטה המשופרת. עיון בטבלה שהוגשה לוועדת הפרס מדגישה את השיפורים בהגדלת התפוקה ובקיצור ימי הש"הייה של הטנק בסדנא. התפוקה החדשית הממוצעת ב-1972 עלתה ב-56% לעומת 1970. בעוד שקודם הושקעו מאות שעות עבודה בטיפול, הרי שכיום משקיעים

# פרס „קפלן” לסדנא הגייסית של חיל החימוש וענף שדה במפקדת קצין חימוש ראשי

פרס קפלן המוענק זו השנה ה-20 על-ידי משרד העבודה „בעד הצטיינות והגדלת התפוקה ובשיפור טיב המוצר, ניהול וארגון יעילים, הסכון בזמן עבודה וייצור, חסכון בצידוד בחמרים ובדלק, חסכון בהוצאות כלליות, פיתוח טכנולוגיות מתקדמות, פיתוח או שיפור תהליכים חדשים, השגים כלכליים שבאו בדרך הייעול והחדשנות” הוענק השנה לסדנא הגייסית של חיל החימוש בשיתוף ענף שדה, מפקדת קצין חימוש ראשי.

הפרס שניתן ב-15 למאי, באולם וינה באוניברסיטת ירושלים הוא בעד פיתוח והפעלה של שיטה משופרת לטיפול בטנקים.

## עיקרי השיטה

כדי לעמוד על עיקרי השיטה החדשה, נסקור תחילה את תפקידי הסדנא הגייסית המשרתת את מערך השדה של גייסות השריון.

את הדחף לחפש אחר שיטה חדשה נתנה בעיקר מלחמת ששת הימים. לאחר המלחמה התעצם חיל השריון ועמו כמויות הטנקים. נוסף על עליית הכמות נוספו בטנקים הללו מערכות מתוחכמות שונות שחייבו שינויים במערך האחזקה של הטנ-

## אצלנו בחיל

פחות שעות עבודה. קוצרו גם ימי הש"הייה של הטנק בעבודה. הטנק שוהה כיום פחות בעוד שקודם הוא שהה הרבה יותר. למען הדיוק יש להעיר כי התפוקה הריאלית גדולה מזו שרשמנו בהתחשב עם ירידת ההשקעה. הגדלת התפוקה נתאפשרה גם כתוצאה ממבצעים מיוחדים בהם מגבירים את קצב העבודה המגדילים את יום העבודה.

נוסף לזאת הועלתה, בעקבות הנהגת השיטה, איכות התיקונים עקב הגדרת מפרט עבודה המחייב את כל הצוותות, העברת מספר מקסימלי של פעולות לביצוע יזום, הכנסת שלבים של בחינת ביניים, טיפול בתת-מכללים במחלקות מיוחדות ובתנאים נאותים.

צומצם המאמץ המושקע באמצעות הכנסת מיכשור ייעודי לתחנות העבודה, שיפור המערך והתעבורה הפנימית וייעול מערכת הדיווח. ניתן באמצעות השיטה החדשה לתכנן ולבקר את העבודה בכל תחנה ובכל המערכת יחד.

חוק לימודיהם, או אנשי מילואים שיצאו משגרת העבודה.

מיוחדות להובלת מנועים, חלקים, ומכלי דלק.

**נותקנים נוספים**

כאמור לעיל, נמצא תהליך השיפורים בעיני צומו. בסדנא תוכננו ופותחו גם שני מתקנים המגדילים את תפוקת העבודה והמקלים על כח האדם. הראשון, מתקן לבחינה ולטיפול בצריחה. המתקן החדש מאפשר ביצוע הטיפול בצריחה, במקביל לתחנות אחרות, וצומצם זמן שהיית הטנק בעבודה ב-3 ימים. קודם נאלצו להשתמש, לצורך הוצאת הצריחה, בצוות גדול תוך סיכון בטיחותי רב שחייב גם תמרון מסוים בך מצד הטנקים. המתקן החדש מעלה את בטיחות העבודה ונוחותה ומאפשר גישה נוחה לשם תיקון.

ההתקן השני הוא מכשיר-עזר להרכבת מוט פיתול וזרוע והוצאתם. לפני בניית המתקן נאלצו לצורך פעולה זו להשקיע מאמץ רב ולהפעיל צוות גדול. המכשיר החדש משרת את הסדנא והן את מערך השדה — בשינוי קטן בלבד. גם כאן הושג חסכון בשעות עבודה, תוך בטיחות ונוחות.

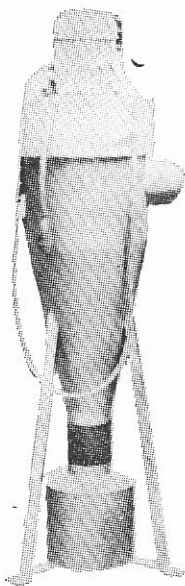
בתחנות העבודה מהלפים מכללים או חלקים, אך לא מטפלים בניקויים או בתיקוןם, עבודה זו נעשית על-ידי מחלקות העזר. בכל תחנה מצויים כלי-עבודה ספציפיים והחמרים הדרושים. כך שהזמן המוקדש להליכה למחסן החלפים הצטמצם למינימום. מחלקות העזר מספקות חלפים כשירים ולוקחות את החלקים שפורקו. מחלקות אלה מטפלות גם בחלפים באמצעות ציוד יעודי מתאים ומדי יום מכינים עגלות עם חלפים כשירים לכל תחנה. העבודה מתבצעת כיום תוך תכנון ופיקוח מלאים על כל שלבי העבודה והונהגה שיטה של ניתוחי יעילות בגמר כל משימה.

מהנדסי הייצור נתנו את הדעת גם על מצב הבינוי של הסדנא. כי זאת לדעת, "על הניר" יכולה התכנית להצטיין אך די בשביל צר כדי שהטנק לא יוכל לעבור לתחנת הטיפול הבאה. כדי להפחית את העומס על אמצעי התעבורה נבנו מספר עגלות

שלבי העבודה העיקריים, המתחייבים בהוראות האחזקה, כוללות תשע פעולות: שטיפה וניקוי, בחינת קבלה, טפולי מכונות הכוללים הוצאת מנוע, ממסרת ומכלי-דלק, טיפול בתובה, תיקוני מסגרות, טיפול בצריחה הכולל הוצאתו וטיפול במערכות האופטיות והיירי, תיקוני השמל, בחינה ותיקונים חוזרים, בחינת גמר וניפוק.

העבודה מתבצעת בתחנות מקצועיות קבועות המקיפות מספר שלבים מוגדר של התהליך. בחלוקת הפעולות בין התחנות נלקחו בחשבון האספקטים הפסיכולוגיים של העבודה, מידת הסיפוק של החייל המשרת בסדנא. על-פי סקר מקיף הועברו לביצוע יזום פעולות בעלות מופע גבוה. הוכנו, על-כן, כרטיסי תיקון מפורטים המאפשרים לבחון לסמן את הפעולות הנוספות. בשל השימוש בכרטיסי-עבודה נתקצר משך הלימוד של הפעולות וניתן לבצע כמעט מיד עובדים שזה עתה סיימו את

**לתשומת לב ועדי הבטיחות  
שואב־שבבים  
למפעלי מתכת ולטוש**



**שואבי**



**תכונות הניית קו**

- \* מותאם למכונות השחזה, ניסור וליטוש, ולמחרטות המפיקות אבק ושבבים
- \* מאריך את חיי דיסקת-הליטוש היות והוא שומר על ניקיונה בעת העבודה
- \* נייד, תופס שטח של 0.5 מ"ר
- \* ניתן להעמדה ליד כל מכונה המפיקה שבבית
- \* כיוון הפליטה ניתן לשינוי עד 360°
- \* כושר-שאיבה רב ועוצמת-שאיבה חזקה מאוד (לחץ סטאטי 180 מ"מ)
- \* מנוע 1.5 כ"ס
- \* מאוזן באופן דינאמי, ואינו זקוק להרכבה או חיזוק בברגים
- \* עמיד בפני גשם; ניתן להעמידו בשטח-עבודה לא מכוסה, ללא כל חשש
- \* ספחים מיוחדים מאפשרים הצמדת שואב-השבבית למכונות מיוחדות
- \* כעת יש להשיג אותם המתקנים — שקטים. אפשר להעמיד אותם באולם במקום העבודה ואינם גורמים רעש. מנוע שקט קיים ב-1 כ"ס וב-1/2 כ"ס.

**היצרן: מתכת הנדסית וייס**

גיבורי ישראל 103, נחלת יצחק, ת"א.  
טלפון: 253702

# היצועדים לדאשונה

(המשך מעמוד 9)

נתונים טכניים —

5.56	קליבר (מ"מ)
4.100	משקל (ק"ג)
720	משקל מחסנית 45 כדור מלאה (גרם)
	משקל הרובה, כולל מחסנית מלאה ורצועת-נשיאה (ק"ג)
5.050	
970	אורך הרובה (קת פתוחה) (מ"מ)
740	אורך הרובה (קת מקופלת) (מ"מ)
460	אורך הקנה (מ"מ)
650	קצב-אש (כדור-לדקה)
990	מהירות-לוע (מטר-לשניה)
	כוונות: קדמית להב, אחורית חריץ
480	רדיוס, כוונות (מ"מ)
6	מספר החריקים
12	מעלה ימני (אינץ')
285	גובה הדורגל ממרכז הקנה (מ"מ)

חזרה, כל עוד לוחצים על ההדק. בצורה כזו מתהווה יריה אחת בלבד. על-מנת לחדש את הירי יש צורך לשחרר את הלחיצה על ההדק. בתנועה הסיבובית של ההדק משחרר מפסק הקשר את הפטיש הנתפס מיד בדוקרני ההדק. רק לחיצת ההדק גורמת תשחרר את הפטיש מדוקרני ההדק אשר ינוע בלחץ קפיצו ויכה במקור.

## סיכום

לא תהיה זו מידת יוהרה אם נאמר שקליטתו של רובה הסער החדש במערך צה"ל מהווה צעד גדול קדימה. ניתן לומר בבטחה שהרובה עומד כיום בשורה אחת עם רובים מודרניים בעולם ואף עולה עליהם בתחומים אחדים. הכנסת הרובה לתרומ, ללא ספק, לעלייה ניכרת של הניידות ועוצמת האש של החייל הבודד מחד ובמסגרת הכללית מאידך, אמינותו של הכלי ויכולתו לפעול ללא מעצורים ותקלות, אפילו בתנאים הקשים ביותר, תרומם ללא-ספק להעלאת המורל ובטחון החייל בנשקו.

כתב: משה טולדו

# תותח מתנייע 155 מ"מ

## דרישות ומגבלות

בפני צוותות הפיתוח עמדו שלוש דרישות שהינחו אותם בעת התכנון:

● פיתוח תותח חדש שטווחו יגיע ל-20 ק"מ. טווחו של התותח M<sup>50</sup> מגיע ל-17.7 ק"מ בלבד.

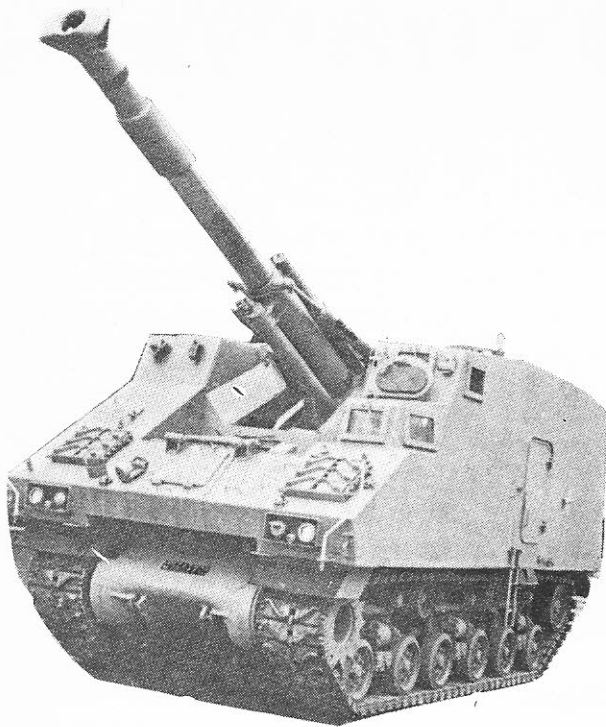
● מתן הגנה מקסימלית לצוות — כדי לאפשר להם פעולה תקינה וממושכת גם תחת אש ארטילרית, רסיסים ונשק-קל.

● מקום איחסון עבור 60 פגז במחסני התחמושת.

אולם חריפותן של הדרישות הללו נתגברו נוכח המגבלות שהועמדו בפני צוות הפיתוח. הראשונה שבהן היתה שרכב הקרב הבסיסי עליו יבנה התותח המתנייע יהיה תובת הטנק "שרמן" והאחרת — תא הלחימה שצריך להכיל מקום לצוות של 7 איש. כאן המקום להטעים כי לעתים קל יותר להתאים

הופעת הבכורה של התותח המתנייע — L-33 — 155 מ"מ — שפותח, תוכנן ונבנה בארץ, שימש בגדר יום-חג לצוות הגדול של המתכננים והבונים שהשתתף בפיתוח מערכת-נשק זו. בשל מורכבותה הרבה, הצריכה מערכת נשק זו צוותי-פיתוח גדולים ומגוונים בתחומי התמחותם.

בפיתוח התותח המתנייע השתתפו שלושה גופים עיקריים: חברת "סולתם" שתכננה את התותח ותא הלחימה ואף בנתה אותם, מר-כז שיקום ואחזקת טנקים של חיל החימוש שהשלים את בניית המערכת האוטומוטיבית והתאימה למבנה החדש; ומפקדת קצין החימוש הראשי, על ענפיה השונים, שנטלה על עצמה את האחריות הטכנית לפיתוח מערכת הנשק.



התותח המתנייע 155 מ"מ

הוגדלה. נבנו מכלים מחומר המונע משקעי חלודה ונוסף גם מסנן-דלק ראשוני.

מערכת הקירור: מערכת הקירור שופרה במגמה להגדיל את כושר הקירור של המערכת. תוכננה מערכת סורג-אוויר חדשה, הוגברו מהירות המאווררים וצינור הפליטה הוצא אל מחוץ לתא המנוע.

תא הנהג — מערכת שליטה ובקרת נהג: מיקומו של תא הנהג, שהיה על גחון הטנק מוקם מעל לוחל השמאלי בחלקו הקדמי של תא הלחימה. זה חייב תכנון מחדש של מערכת הבקרה והשליטה. בתכנון הושם דגש מיוחד על נוחות התפעול.

קפיצי המזקו"ס: הגדלת משקל התותח המתנייע העלתה את העומס על הקפיצים, דבר שגרם לקיצור המהלך הנותר של הקפיץ מתחת למינימום המותר. הקפיצים הוחלפו והתור צאה שנתקבלה — נסיעה חלקה יותר.

מערכת סינון אוויר: כדי למנוע את הצורך בניקוי אמבט הציקלון לאחר כל יום של נסיעה — כפי שדרוש ב-M50, נוספו לפתחי היניקה של המסננים הציקלונים סעפת המת-חברת למקום נקי ככל האפשר. כתוצאה מכך דרוש ניקוי מסנן אוויר ציקלונים רק לאחר 50 שעות נסיעה.

כתב: גבריאל שמיר.

דרישות לכלי אותו מתכננים מבראשית מאשר כלי מוכן שאליו יש להתאים את הדרישות הטקטיות והלוגיסטיות. ההגבלות הללו צמצמו את מספר האפשרויות והכתיבו מיד את התוצאה: תותח מתנייע העולה במשקלו על ה-40 טונה — כלי הנחשב לכבד יחסית. גובהו של התותח המתנייע, ללא מקלע, מגיע ל-335 ס"מ. צורתו של תא הלחימה דומה יותר לתא של תותחי „גברון" המפורסמים, מאשר לזו של תא לחימה בטנק. מבנה משונה זה זיכה תחילה את התותח המתנייע, בקרב הצוותות המפעילים בשם „מפלצת", אולם כבר לאחר האמון הראשון הם נוכחו להכיר ביתרונותיו הרבים העולים על אלו של קודמו M-50. בין היתרונות העיקריים ניתן לציין:

● הנהג יושב בתא הלחימה בטווח יד או רגל של המפקד, כשהוא מוגן. לנהג אפשרה תצפית טובה נוכח מקומו הגבוה. התא הסגור של הנהג מונע כניסת אבק — דבר שהוא מנת-חלקו של כל נהג טנק או תותח-מתנייע.

● למפקד התותח יש שתי אפשרויות ישיבה האחת בתא כשהוא צופה מבעד חלונות הזכוכית שמסביבו, או כאשר הוא „חשוף בצריח".

● מיקום המקלען מצד ימין לתותח, ומיקום המקלע על כנה הצמודה לכיפת המקלען. הכיפה ניתנת לצידוד של 360°, כמקובל בטנקי-מערכה מודרניים.

● המערכת המפעילה את מערכת הירי של התותח היא פנימית המפעילה גם את הנגה, המותקן על התותח. נגה זה מאפשר את טעינת התותח בכל זוויות ההגבה והצידוד ומבטיח עוצמת נגיחה שווה, דבר המאפשר את הגדלת קצב האש. נשמר גם דיוק הירי והמאמץ הנדרש מאנשי הצוות, לטעינת הפגז שמשקלו כ-43 ק"ג, מינימלי.

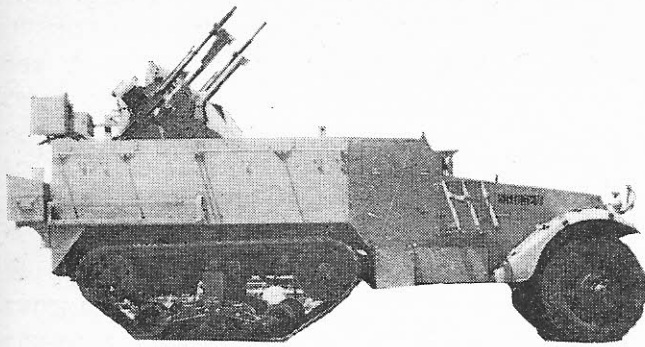
המתכננים נתנו את דעתם גם על נוחות הצוותות. הותקנו בתותח מושבים מרופדים, בתא הלחימה המרווח קיימות דלתות אחדות שגובהן מאפשר את העמסת התחמושת ישירות מהמשאית, לכל הזוויד וצידוד קיימים התקנים מיוחדים לאחסון.

## המערכת האוטומוטיבית

המערכת האוטומוטיבית הינה המערכת הקיימת בטנקי „שרמן" המצויידיים במערכת זחלים, קפיצים ומרכוב רחבה ובמנוע „קמינס" (ראה מאמרו של ג. שמיר „שרמן" — סיפורה של הצלחה „מערכות-חימוש" מס' 47, 48/49, כדי להתאים את המערכת האוטומוטיבית לתותח נאלצו המתכננים להתגבר על המגרעות הקיימות בטנקי „שרמן". המערכת עברה ניסויים אחדים עד שהושגו התוצאות המקוות. השיפורים העיקריים נעשו במערכות הבאות:

מערכת הדלק: תוכננה מערכת-דלק הפועלת ללא תא המצוף, שגרם לבעיות רבות בטנקי „שרמן". קיבולת הדלק

# צריחון נ"מ על זחל"מ



צריחון נ"מ דו־קני 20 מ"מ בעת ניסוי טכני שנערך בחיל החימוש.

## נתונים טכניים

משק: 2 תותחים 20 מ"מ

מהירות-לוע — (מטר לשניה) 850

קצב-אש — (כדור לדקה) 1,200

טווח יעיל — (מטר) 1,500—2,000

תחמושת: חודר שריון נפיץ עם נותב — 720 כדורים

צידוד: 360° ללא הגבלה במהירות של 70° לשניה

הגבהה: מ-70° — עד +90° במהירות של 70° לשניה

מתח הפעלה: 24 וולט

זמן הפעלה שקטה של מצברים — 40 דקות בעומס מלא

מטען מצברים — 12 וולט, 2.8 קילו-ואט. מנוע בניזן דו-פעמי תי הפעלת המערכות ניתנת באפשרויות הבאות: ישירות ממצברי הצריחון, ישירות ממצבר הזחל"מ, טעינת מצברי הצריחון על-ידי מטען הצריחון; טעינת מצבר הזחל"מ על-ידי מטען הצריחון.

כוננת החזרה: דגם M-18.

גם בעידן המודרני לא נס ליחו של הזחל"מ הותיק המצוי בשירות צבאי מזה עשרות שנים. התקנת צריחון נ"מ דו־קני 20 מ"מ על זחל"מ נעשתה בבית המלאכה לשיקום רכב של חיל החימוש. הכלי תרם, ללא ספק, לתגבור כוחות הנ"מ של צה"ל.

הצריחון המקורי נרכש כעודפי ציוד צבאי במחיר נמוך מאוד. במתכונתו המקורית הוא היה מותקן על זחל"מ ועליו מותקנים ארבעה מקלעים בינוניים מדגם «בראונינג M2» 0.5. מקור הכוח המפעיל את הצריחון ומערכתיו הם שני מצברי עופרת 12 וולט. המצברים נטענים באמצעות מטען מצברים (מנוע בניזן וגנרטור) המספק מתח של 12 וולט בהספק של 850 ואט.

בעת הפעלת הצריחון, צורכות מערכתיו (מערכות ההינע — צידוד והגבהה, מערכות הירי; מערכת התאורה ומערכת מגבילי הירי) הספק חשמלי רב והמצברים מתרוקנים במהירות. על-מנת למנוע את התרוקנות המצברים יש להפעיל ללא הפסק, כמעט, את מטען המצברים יחד עם הפעלת הצריחון.

## הסבות ושינויים

כאשר עמד הצריחון להיקלט בצה"ל, בלטו בו מגרעות אחדות — טקטיות ולוגיסטיות — שחייבו ביצוע סידרת שינויים. המגרעות הבולטות היו:

- עוצמת-אש נמוכה — טווח קטן; תחמושת בעלת קליבר קטן ובלתי-נפיצה.
  - מקור אנרגיה נמוך המחייב הפעלה בלתי-פוסקת של מטען המצברים. הפעלה זו מלווה ברעש ניכר עובדה המכבידה על מפעילי הכלי ועלולה, בתנאים מסויימים, לגרום לגילוי מקום הזחל"מ.
  - מתח הפעלה של 12 וולט — מתח בלתי-סטנדרדי בהשוואה למתח הזחל"מ — 24 וולט.
  - מטען המצברים בעל עוצמה נמוכה.
  - ציוד ישן עם הרבה מרכיבים מיושנים.
- נוכה מגרעות בולטות אלה, היה הכרח בסדרת הסבות שה-עיקריות בהן היו:

- הסרת המקלעים: מהצריחון הוסרו ארבעת המקלעים המ-קוריים — 0.5" — ובמקומם הותקנו 2 תותחים 20 מ"מ.
- שינוי המתח החשמלי: מערכת החשמל כולה הוסבה מ-12 וולט ל-24 וולט. במסגרת זו הוסבו גם מרכיבים שונים ובחלקם הוחלפו בחדשים.
- התקנת מצברים: בכלי הותקנו שני מצברים רבי-עוצמה, בעלי פוטנציאל גבוה, המאפשרים הפעלה שקטה (ללא שימוש במטען המצברים) של 40 דקות בעומס מלא. הותקן גם מטען מצברים רב-עוצמה 2.8 קילו-ואט.

□ הגדלת מחסני התחמושת: על הצריחון הותקנו שני מחסני תחמושת כוננות ועל הזחל"מ הותקנו מתקונים ל-10 מחסניות נוספות — סה"כ 720 כדורים.

□ גובלי ירי: הותקנה מערכת מתוחכמת של גובלי-ירי המ-אפשרת הגבלת ירי בכל גיזרת צידוד והגבהה הכרחיים.

□ תפעול ואחזקה: נעשו שינויים אחדים המשפרים את נוחות הצוות המפעיל והמקילים על אחזקת הכלים והטיפול בהם.

כתב: נתן פלד

# טכנופז

כלי עבודה וברגים

ציוד חשמלי, פנואמטי, משורי עץ ומתכת  
למוסכים, פחחים, צבעים, חשמלאים,  
נגרים ותעשיה.



אליאסי מרדכי, ת"א, רח' שונצינו 2  
טלפון פרטי 853738

# מסגרון בע"מ

מוצרי אלומיניום ופלסטיק

- \* מכירת מסגרות מוכנות למרכיבי תריסים
- \* פרופילים מאלומיניום ופלסטיק
- \* פרזול לתריסים וחלונות
- \* הרכבת מיבנים מפלסטיק ואלומיניום



המשרד: שכ' מונטיפיורי, רחוב הנצי"ב 35  
טל. 266261, תל-אביב

# המגרס (1964) בע"מ

מחצבות אבן וחצץ



תל-אביב, רח' החשמונאים 91  
טלפונים: 260319, 266324


המפעל: ע"י קבוץ נחשונים, טלפון 919905



# אתה רוכש יותר ממלגזה כאשר אתה קונה מלגזת קטרפילר

- אתה רוכש :
- ★ אמינות רבה
- הודות לתכנון מתקדם.
- ★ שרות מעולה.
- ★ מלאי חלפים מקוריים.
- ★ 3 שנים אחריות
- לתמסורת ההידרוסטטית.

16 דגמים עם תמסורת הידרוסטטית  
בכושר הרמה מ-1500 עד 5500 ק"ג  
מתוך 56 דגמים בכושר הרמה  
עד 28.000 ק"ג

Caterpillar and  are trademarks of Caterpillar Tractor Co. Towmotor is a trademark of Towmotor Corporation.



**YOUR AUTHORIZED  
CATERPILLAR & TOWMOTOR  
LIFT TRUCK DEALER FOR ISRAEL**

פרטים נוספים אצל מפיצי מלגזות קטרפילר טאומוטור בישראל:



**אליעזר סקר בע"מ**

ח'יפה, דרך העצמאות 33 ת.ד. 91 טל. 04-641704  
מוסך שרות: ח'יפה רח' המלאכה 6 טל. 04-641706



# קדמיקה

הקרמיקה התעשייתית, להבדיל מרעור-תה המיועדת למוצרי-נוי מוכרים, כור-בשת לעצמה מקום נכבד בתחום התע-שיות ויוצרת קבוצה חדשה של חמרים הנדסיים.

למען האמת, יש להטעים, כי הקרמיקה, שהיא בעלת תכונות מיוחדות עליהן נעמוד בהמשך, התפתחה רק במשך עש-רים השנים האחרונות. הקרמיקה נח-שבת כיום לשדה-מחקר ופיתוח המע-סיק כימאים, פיסיקאים ומהנדסים, ה-תופסים את מקומו של הקדר הוותיק. הסיבה העיקרית לאימוץ הגדל והולך של הקרמיקה, היא העובדה שהיא מס-פקת דרישות מיוחדות שאין אפשרות לבצעם בחמרים אחרים. נוסף על-כך, מחירה הזול יחסי, לעומת מתכות בע-לות דרישות ותכונות דומות, מצביעים על יתרונות השימוש בה.

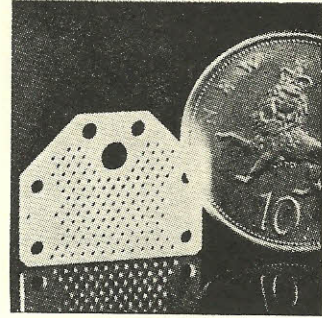
החמרים הקרמיים הם, בדרך-כלל, אנו-אורגניים ואל-מתכתיים. הם מכילים תרכובות של מתכות ואל-מתכות, כגון: חמצן, פחמן, או צורן. בהרכב הכימי הם תחמוצות, קרבידים, בורידים, ניטרידים, תרכובות צורניות, סיליקטים וכ"ד.

מוצרים של חומרים קרמיים מיוצרים מחומרים בסיסיים על-ידי אחד מתה-ליכי העיצוב המיוחדים. התבנית עוברת לאחר-מכן תהליך בטמפרטורה גבוהה הקרוי שריפה או סינטור שבמהלכו מתקשה המוצר והופך לרכיב חזק וק-שיח.

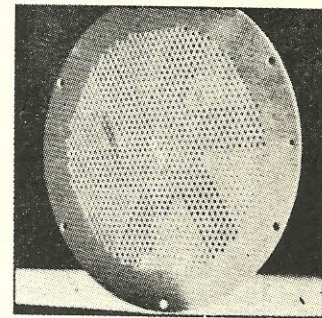
אין לראות בקרמיקה תחליף למתכות מקובלות, אלא רק השלמה להן.

מתכות נוטות להיות צפופות ומשיכות, בעלות דרגת קשיות בינונית, ומצטיינות במוליכות-חשמלית ותרמית גבוהה, ב-עמידות גבוהה בפני הלס-חום וכן בע-מידות נמוכה עד בינונית בפני קורוזיה. הקרמיקה, לעומת-זאת, מתבלטת בצ-פיפות נמוכה יחסית, בפריכות ובקשיות גבוהה, במוליכות-חשמלית ותרמית נמוכה מאוד. עמידותה בפני הלס-חום נמוכה מאוד וכן היא עמידה בפני קו-רוזיה.

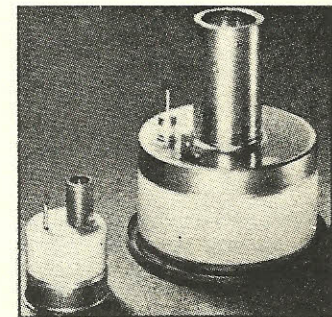
הקרמיקה התעשייתית חדרה לתחומים תעשייתיים רבים ומגוונים. אחדים מהם נסקור להלן:



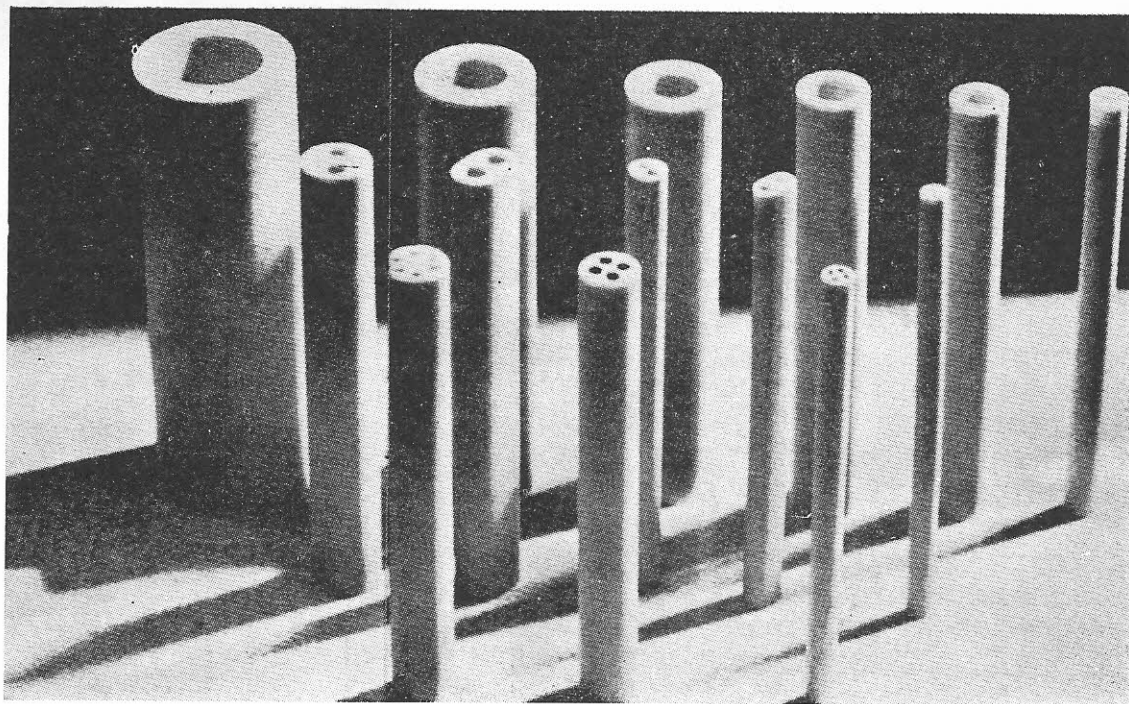
# תעשייתית



# חומר



# הענתיך...



בציור נראים צינור רות, מחומר קרמי, מרובי נקבים המשמשים לצמדים תרמיים או שימושים חשמליים אחרים.

אלום מוצאים את שימוש הנרחב לבידוד חשמלי. שם נדרשים מוליכות-תרמית נמוכה בצרוף עם חוזק מכני ודיאלקטרי גבוה.

### כימיה

מרבית החומרים הקרמיים „אדישים“, למעשה, להתקפה של כל החומרים הכימיים. להוציא חומצת מימן פלואורית, וסוגים אחדים של תמיסות אלקטליות חמות. הם אינם מושפעים ממסים אורגניים, לכן הם מתאימים ביותר לייצור ציוד כימי. במקרים רבים עמידותם שקולה למתכות יקרות כגון פלטינה המגיבה עם מי-מלכים — טנטל — והחומרים הפלסטיים PTFE. הקרמיקה מוצאת את שימושה הרב במכלים ובחביות, כורי-התכה למתכות מותכות ורפידות-תנור הבאות במגע עם זכוכית מותכת וסיגים. קרמיקה ניתנת לעיצוב במידות גדולות, כך שיחידות של ציוד כימי שקוטרן עולה על 6 רגל ואורכן כמה רגלים, ניתנות לייצור זול יחסית.

### חום

מקצתם של החמרים הקרמיים הישנים, עמידים בפני טמפרטורות גבוהות, השתמשו בהם כרפידות לתנורים וכציוד אחר בעל טמפרטורה גבוה ונחשב לחסיני-אש. על-פי-רוב, יש לחמרים הקרמיים התפשטות תרמית נמוכה. מקצתם הם איזוטופים, או קרובים לכך, עם עליית הטמפרטורה בצורה שווה לכל הכיוונים, אבל אחרים הם אנאיזוטופים ומתפשטים יותר לכיוון אחד מאשר באחר. אידים מהם אף מתכווצים בצורה קלה. החמרים הקרמיים נחשבים למבודדי-חום טובים למדי בטמפרטורות רגילות ואחרים משפרים את תכונת הבידוד עם עלייה בטמפרטורות. על-אף שהחמרים הקרמיים עמידים בפני טמפרטורות גבוהות, חלקם אינו יכול לעמוד בפני שינויים ניכרים, חוזרים ונישנים, בטמפרטורות והם עלולים להינזק בגלל הלם-חום.

### מכניקה

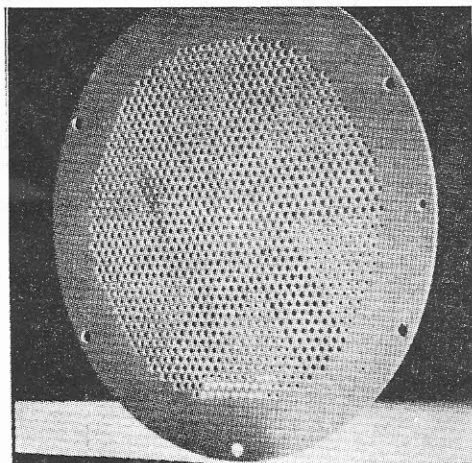
רוב החמרים הקרמיים הם בעלי חוזק ניכר בלחיצה, אבל חוזקם משתנה כתלות תרכובתם ונקבוביותם. החוזק למשיכה הוא, בדרך-כלל נמוך במידה ניכרת מהחוזק ללחיצה. רוב החמרים הקרמיים שומרים על חוזקם בטמפרטורות גבוהות, דבר הנחשב ליתרון חשוב. כיוון שחמרים קרמיים קשים ממרבית החמרים האחרים, הם מנוצלים בחלקם בכלי-חיתוך ושיוף או כחמרי-שחיקה. חלק מנוצל לייצור משטחים עמידים בפני בלייה. החמרים הקרמיים הם, לעתים קרובות, פריכים, אבל ניתן לצמצם חסרון זה עד מינימום על-ידי תיכון גאות.

### חשמל

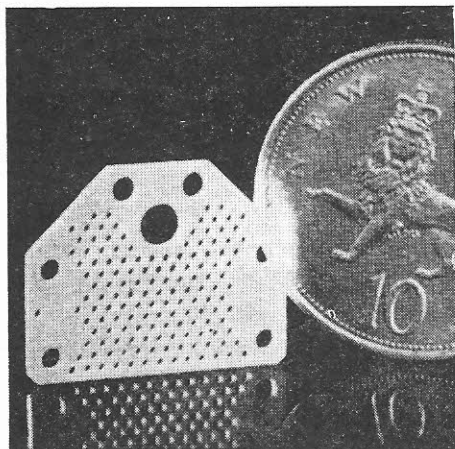
עד לפני עשרים שנה היה השימוש החשמלי היחיד בחמרים קרמיים כחומר בידוד. השימוש הנפוץ ביותר היה כחרסינה במצתים בשביל מנוע-בנזין, בו הבידוד החשמלי המעולה בצרוף עם עמידות בפני טמפרטורות גבוהות וקורוזיה היו בעלי חשיבות מיוחדת. לחמרים הקרמיים יש עדיין שימוש נרחב בקווי תמסורת בעלי מתח גבוה, שבהם החוזק המכני הוא חיוני.

התעשיות החדישות העוסקות באלקטרוניקה משתמשות בחמרים קרמיים בסוגים רבים של ציוד. מוליכים-למחצה וטרנזיסטורים צוררים בתוך קרמיקה, שימושם רב במקלטי רדיו וטלוויזיה וכן בסוגים של ציוד תקשורת. בתרמיסטורים הם שמשים למדידת טמפרטורות; בפריטים — המבוססים על תרכובת ברזל — משתמשים בציוד כזה, ואף כתאי זכרון במחשבים, שימושים אחרים באלקטרוניקה הם: קרמיקה אטום-מת-ריק בעלת הפסד דיאלקטרי נמוך בשביל שפופרות וציוד מכ"ם, חמרים דיאלקטריים לקבלים, חמרי-מצע למעגלים עבי-שכבה, וקרמיקה פיזי-אלקטרית בשביל מתמרים מכניים. צינורות בני חור יחיד, וחורים רבים בחומר כגון: תחמוצת-

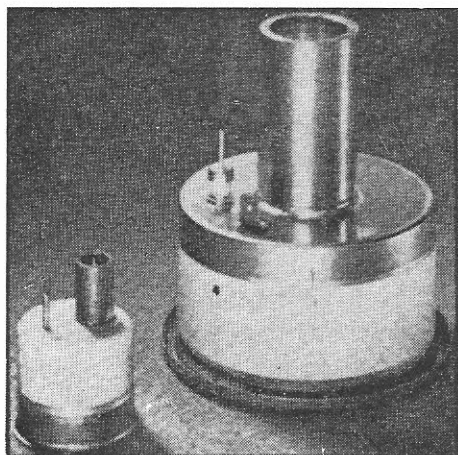
היא בין החמרים שפותחו בעת האחרונה, ומכילה יסודות קרמיים ומתכתיים כאחד ואשר במידה מסוימת מחזיקה בתכונות העקריות של שניהם. מטרת הפיתוח של חמר זה היה למזג את חסינות האש הגבוהה, העמידות בפני חמצון וחוזק הלחיצה הגבוהה — השכיח בקרמיקה, לצד המשיכות וחסינות-ההלם של המתכת.



לוח סריג מ-  
חמר קרמי ה-  
מוצא את ש-  
מושו במנועי  
חלליות



רכיב קרמי  
קטן מידות ה-  
מוצא את ש-  
מושו במערכת  
ניווט של מסוק



מוצרי כוונת  
חוט מחומד ק-  
רמי המוצאים  
את שימושם  
בתעשיית ה-  
טכסטיל

לאורן המתכתי בדלק גרעיני, ששימושו נפוץ, יש נקודת היתוך נמוכה של  $130^{\circ}$  צלסיוס. אפשר להתגבר על חסרון זה על-ידי שימוש בדו-תחמוצת קירמי, אשר נקודת ההיתוך שלו היא  $800^{\circ}$  צלסיוס. זה האחרון מתחמצן באויר מעל ל- $500^{\circ}$  צלסיוס, לכן צריך להשתמש בו באטמוספירה בלתי-מתחמצנת. קרביד-האורן: הוא תחליף מועיל לדו-תחמוצת האורן. נוסף על-כך, יש לו מוליכות-תרמית גבוהה יותר, כך שהחום מועבר מן המרכז של מוט הדלק בקלות רבה יותר. משתמשים בחמרים חסיני-אש גם למכלי-דלק המוכרים בכינוי "דלקנים" שבהם מורכב אלמנט הדלק. הכורים האטומיים החדשים ביותר, משתמשים ב"דלקנים" חסיני-אש, עשויים קרמיקה, כדי לעמוד בפני החום העצום. בתחמוצת-אלום ניתן להשתמש אך ורק לברליום, תחמוצת של המתכת ברליום, יש לו ערך תודות למוליכות החום הגבוהה שלו. בקרמיקה משתמשים גם בכורים גרעיניים בשביל מוטות-בקררה.

## ייצור ותיכון

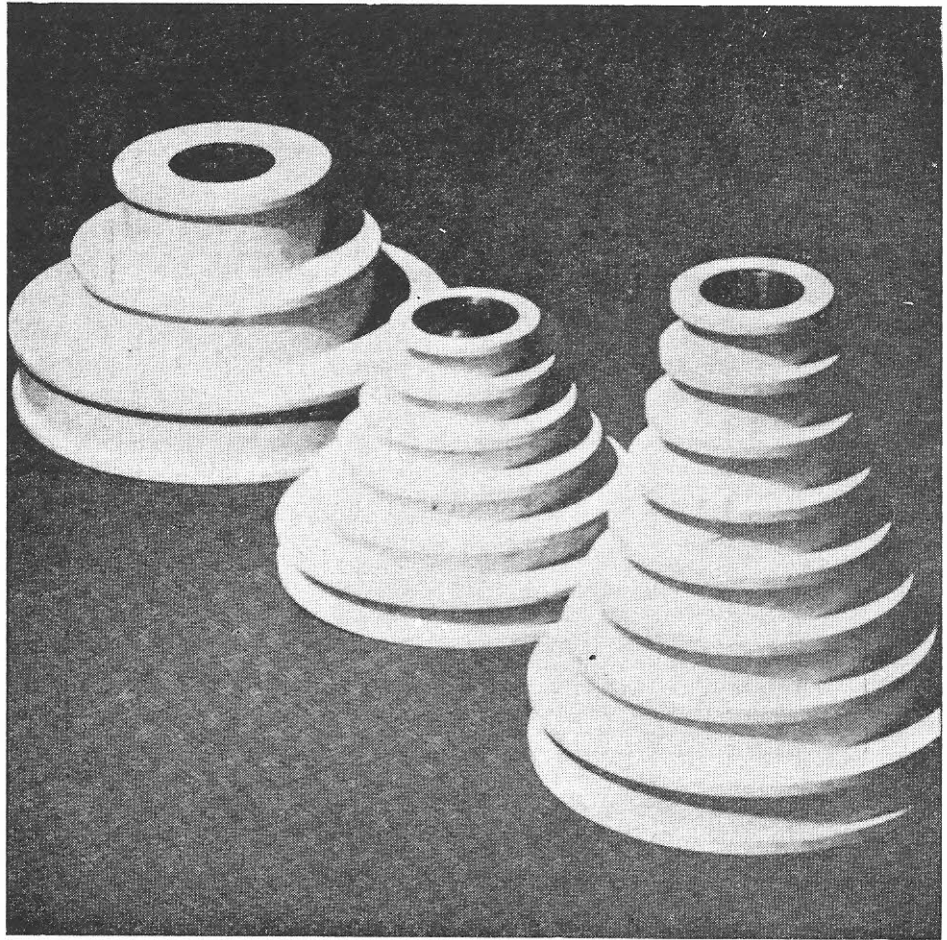
השיטות העיקריות של ייצור מוצרי קרמיקה הן: יציקת-החלקה (Slipcasting), כבישה (Pressing), הכנסה בתבניות (Jigging) ושיחול (Extrusion). כמה מהתהליכים האלה מבוססים על טכניקות-יסוד ישנות, מלווים בשיפורים חדישים ובמקרים אחרים התהליך הוא מודרני לחלוטין. שיטת הייצור משפיעה גם על תכונות המוצר המוגמר.

בעת ייצור רכיב מקרמיקה, צריך לתכננו תוך נתינת הדעת על תכונות החמר ואפשרויותיו. לכן תיכון, שהוא זהה לזה של רכיב במתכת או בפלסטיק, יתאים רק לעתים רחוקות. מוצרים מקרמיקה יש לתכן לטולרנסים רחבי-מידות ועדיף טולרנסים בעלי סטייה של  $\pm 2\%$ . ממדים קריטיים של קרמיקה נורית לוחטת, ניתנים לעתים-קרובות לעיבוד בגבולות עדינים, אולם מחיר הרכיבים יעלה בהתאם. פינות חדות קשה לעצב והן נוטות להבקע ולכן עגולים (קטורים) קטנים או שפועים (חיתוך זווית) רצויים יותר. ניתן לייצר תבריגי-בורג, אולם המעלה צריך להיות גס במידת האפשר.

רצוי לבקש את עצתם של מומחים עוד בשלבים הראשונים של התיכון כך שניתן יהיה לכלול בקלות את המלצותיהם בתיכון הכולל. דבר זה יבטיח שהמוצר ייוצר בצורה הסכונת ויחזיק מעמד תקופת-זמן ארוכה.

## קרמיקה כתכתית

טכניקה חדשה שהשימוש בה, בחלקי-מתכת מעובדים, הולך וגדל, כדי להגן עליהם מפני שחיקה וקורוזיה וכדי לזוּפחית את החיכוך היא ריסוס המתכות בקרמיקה. אחרי טיפול להבטחת קישור מידהק, מרוססת הקרמיקה בעזרת אקדח-ריתוך, בעל טמפרטורה גבוהה, המטיל חלקיקי קרמיקה על-פני השטח. ציפוי קרמי מעניק הגנה מפני חמצון, חום, לחות, קורוזיה, אירוזיה (סחיפה) וזיהום.



חרוטים מקרמיקה ל-  
השחלת תילי נחושת.

בפני קורוזיה ובלייה בטמפרטורות בינוניות יותר. קרביד קרמיקות המתכת או «מתכות קשות», מבוססות על קרביד הטונגסטן המקושר בקובלט. השימוש בהם הוא לכלים, דפוסים ולשימושים אחרים בעלי דרישות דומות.

## דע את הקרמיקה

החמרים הקרמיים שפותחו לאחרונה הם בעלי תכונות מיוחדות, אך קיימים מקרים בהם מתעכב אימוצם הנרחב בגלל הספקה מוגבלת ומחיר גבוה. החמרים הקרמיים הנפוצים ביותר כוללים:

**תחמוצת-אלום:** בעלת השימוש ההומגני ביותר בהנדסת קרמיקה. היא מקיפה תחום של חמרים שונים שהרכבם משתנה מ-85 עד 99.9 אחוז של תכולת תחמוצת-אלומיניום, והם מציגים מספר סימני אופי — גודל וצורה של גרגירים ונקבוביות. תכולת תחמוצת-האלום הגבוהה משפרת את התכונות אולם תחמוצת-אלום טהורה קשה יותר לעיצוב. תחמוצת-אלום שמשה במשך השנים כמבדדי מצתים, כיום יש לה שימושים בתחום החשמל, הכימיה והמכניקה.

תחמוצות, קרבידים, וניטרידים, הם קרמיקות המתכת המוכרות ביותר. הם מבטיחים, במידה ניכרת, רב-גווניות של שימושים אף כי במקרים אחדים הושגה רק הצלחה מוגבלת. גורם הדחף הראשוני לעבודת מחקר בנושא הקרמיקה המתכתית היתה הדרישה לחמרים חסינים בטמפרטורות גבוהות ביותר במנועים סלוניים ובמנועי טורבינות-גז, אבל ההתקדמות היתה אטית. הואיל ומחירה של הקרמיקה-המתכתית גבוה, היא מנוצלת רק לשימושים מיוחדים אשר לא ניתן לקדםם על-ידי חמרים פחות יקרים. תחמוצת הקרמיקה המתכתית מנוצלת בעיקר לשימושי-שים הכרוכים בטמפרטורות גבוהות מאוד ובהלם-חום.

השימוש הנרחב ביותר לקרמיקה המתכתית הוא למעטפות צמד-תרמיות לצורך מדידת הטמפרטורה של המתכת המותכת. בתחמוצת-אלום מנוצלות מעטפות צמד-תרמיות עשויות ממו-ליבדן-אלום למדידת חום גדול בהטבלה בפלדה נוזלית וכן למדידות «טפטוף מקומית» (Spat Drip) במתכות בתוך תנורי-השראה בריק. מעטפות צמד-תרמיות מנוצלות למדידות הטבלה רצופה של טמפרטורה בסגסוגות נחושת מותכות וכן לשסתומים ושפות-יציקה לנחושת מותכת.

קרביד קרמיקות המתכת: מיוצר לשימושים מכניים יותר, ולשימוש בטמפרטורות של 95°—1150° צלסיוס וכן לעמידות

להשתמש באויר בטמפרטורות המגיעות לכדי 900° מעלות צלסיוס.

**סטאטיט:** מורכב מסיליקט הידרט-מגנזיום עם קרבונט בריום וחרסית. המינרל הטבעי הוא רך וניתן לעיבוד. כן משתמשים בו למבדדים חשמליים ויש לו הפסד דאלקטרי נמוך מהחרסניה.

**סטאטיט-בריום מותך:** זה מוצא את שימושו גם לתדריים גבוהים ולבידוד כללי באלקטרוניקה.

**טיטניה:** דו-תחמוצת הטיטן, הוא קשה באופן מיוחד ועמיד בפני בלייה. משתמשים בו בעיקר לכוונות-חוט מלוטשות בתעשיית הטקסטיל. ניתן לספקו בצורה מוליכה לשם ביטול החשמל הסטטי, כן משתמשים בו בציוד אלקטרוני בעל תדר גבוה.

**טיטנט:** בעל מגע דיאלקטרי גבוה בצירוף עם תכונות פרו-אלקטריות ופיאזו-אלקטריות, זאת כדי לאפשר לו להמיר לחץ מכני לאנרגיה חשמלית ולהיפך. ניתן לשנות את תכונותיו בתוספת של 8—10 אחוז זורקון-בריום, כדי ליצור קבוצה של זורקון-טיטניט עם תכונות חשמליות שימושיות.

**בריליום:** בעל מוליכות גבוהה — השווה כמעט לזו של מתכת אלומיניום — רק שהוא פחות מועד להלם-חום. האבקה יכולה להיות יעילה לעובדי החרושת אשר הייבים להתגונן מפני שאיפתה לריאותיהם.

**זירקוניה:** ניתן להשתמש בזירקוניה בטמפרטורות גבוהות מאוד משום שנקודת ההיתוך שלו היא 2,700° צלסיוס. קשה יותר לעצבו מאשר תחמוצת-אלום ומשתמשים בו להכנת כוורים להתכת מתכת.



מיגון של אטמים העשויים מקרמיקה ומתכת.

**חרסניה (פורצלין):** היא אולי המוכרת ביותר מבין כל סוגי הקרמיקה התעשייתית. חרסניה קשה, המשמשת לחיזוק מוליכים חשמליים בעלי מתח גבוה, מורכבים מסיליקט מיוחד של אלומיניום ושל קווארץ. משתמשים גם בחרסניה לציוד מעבדה וציוד-כימי.

**קרביד-צורן:** הוא חסיך-אש ממדרגה ראשונה וחזק בצורה יוצאת מגדר הרגיל. ניתן לייצרו בשיטות שונות כדי להקנות לו תכונות נרחבות שונות. שימושו העיקרי של קרביד הצורן הוא כחומר בו נדרשת עמידות בפני שחיקה, או כאבן השחזה ליטוש ומירוק. כן מוצאים לו שימוש להתקנת גופי-חימום חשמליים לטמפרטורות עד 1,500° צלסיוס הגבוהה מדי לאלמנטי תיל רגילים. הוא בעל עמידות גבוהה יחסית בפני הלם-חום.

**קרביד-בור:** נחשב לאחד החמרים הקשים ביותר, ועמידותו בפני שחיקה גבוהה יותר משל קרביד-הצורן. משתמשים בו כאבקת שחיקה וכן לייצור של תותבות-דפוס.

**קרביד-הטונגסטן:** בגלל קשיותו הגבוהה שימושו נרחב בכלי-חיתוך, אף כי עתה משתמשים גם בחמרים קרמיים אחרים, כגון תחמוצת-אלום טהורה למטרה זו.

**ניטריד-הצורן:** ניתן לעשותו בשתי דרכים; השיטה שבה משתמשים יש לה קשר ברור עם המבנה קטן הממדים והחוזק. תגובת-דיבקוק — השיטה הרגילה, כאן החלק מעוצב מאבקת צורן ואחר-כך הוא מחומם ל-1,400 מעלות צלסיוס באטמוספירה חנקנית, כדי ליצור ניטריד-צורן. בעת התהליך החלקי-קים מידבקקים וצפיפות החומר עולה עד 6%, אך הוא אינו מתכווץ; כך שהמוצר המוגמר הוא כמעט בעל אותו מימד כשל צפיפות אבקת הצורן. כיוון שהוא ניתן לעיבוד, אפשר להשתמש בניטריד צורן לאומים, לולבים ומיסבים הנתונים לטמפרטורות גבוהות מאוד. כן משתמשים בו לגלגלים, מנורי עים למשאבות, לנחירי ריסוס, למעטפות צמד-תרמיות, לדפוס יציקה ולכוורים מעבדתיים.

ניטריד הצורן מצטיין בעמידות-גבוהה בפני הלם-חום וניתן להשליך למים חתיכות בטמפרטורות של 1,000° מעלות צלסיוס מבלי שייפגעו. חסרונו מתבטא מתגובת דיבקוק לכן נקובותיו הגבוהה מחלישה את החוזק המכני. אך על-ידי כבישה (לחיצה) בחום, בתוספת של תחמוצת מגנזיום ניתן לייצר חומר צפוף, נקי מבועות המצטיין בקשיות קיצונית. ניטריד-הצורן הוא יקר, להוציא מהצורות הפשוטות המיוצרות על-ידי כבישה (לחיצה) בחום.

**ניטריד-הבור:** הוא בעל מבנה דומה לגרפיט, ניתן לעבדו בקלות ומקדם החיכוך שלו נמוך. אבל שלא בדומה לגרפיט הוא מבדד חשמלי טוב בטמפרטורות גבוהות.

**בורידים:** לבורידים של זורקון, טיטן וכרום יש נקודות היתוך של 3,000° מעלות צלסיוס, או אף גבוהות יותר. הם עמידים בפני התקפה-כימית, קשים מאוד ומצטיינים במוליכות-חשמל ותרמית גבוהה, בדומה להרבה מתכות רגילות. הם מתחמצנים תוך כדי חימום באויר, אבל בבוריד הטיטן ניתן

**קורא נכבד!**

**אם טרם העברת למערכת את שאלון  
הקובץ המקצועי שפורסם בחוברות 46,  
47 אנא העבירו בהקדם.**

**תוריה:** לזו יש נקודת היתוך גבוהה העולה אף על זו של הזירקוניה ומגיעה לכדי  $3.300^\circ$  צלסיוס. משתמשים בה להכנת כורי התכת מתכות בעלות נקודות היתוך גבוהות.

**פריטים:** אלה הם מיוזג של תחמוצת-ברזל ותחמוצת-מימן או פחמן של אחת המתכות הדו-ערכיות כאבץ, מנגן, ניקל, נחושת או מגנזיום. בפריטים משתמשים לייצור מגנטים שהם אל-מתכות ואינם מוליכים. כן משתמשים בהם בהרחבה ב-מקלטי רדיו וטלויזיה ובתאי-זכרון של מחשבים.



# **„רגבים“**

## **עבודות עפר ופתוח בע"מ**

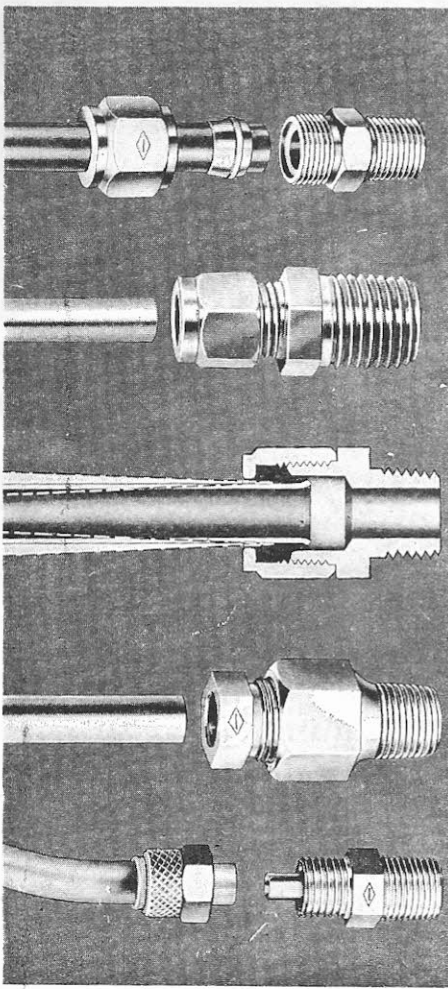


**חברות משולבות:**

הגר, חברה לבנין בע"מ,  
כורים בע"מ ציוד כבד וכריה  
מלון עציון בע"מ אילת

תל-אביב, רחוב הרכבת 20, טל. 621487 — 624009

# IMPERIAL EASTMAN CORPORATION



● מבוחר צנורות POLY FLO®  
 ופיטינגים 11  
 NYLON

● למערכות הדראוליות  
 ופנאומטיות באיכות גבוהה.

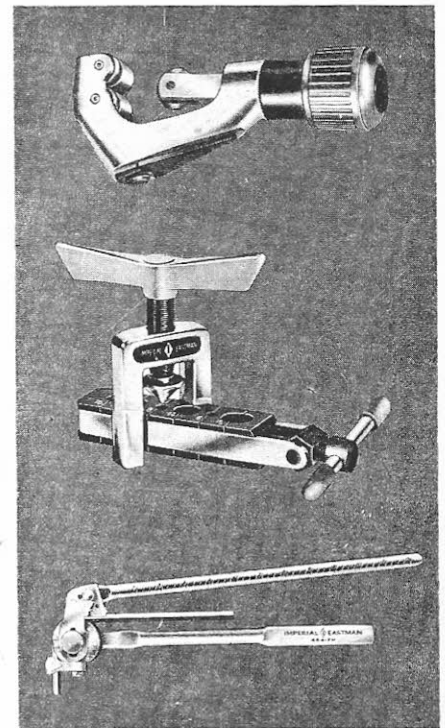
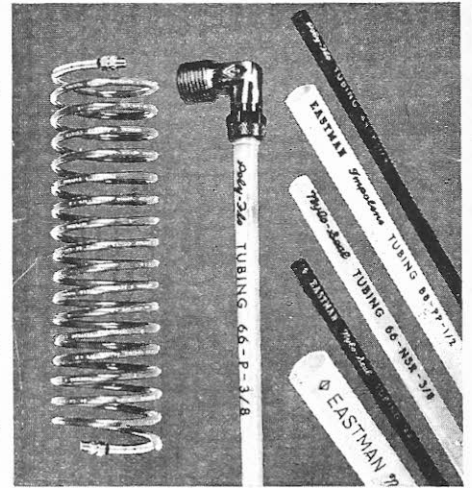
● מתאים ובשימוש בתעשייה,  
 חקלאות מעבדות ובתי ספר.

● ניתן לחבור ונתוק עשרות  
 אלפי פעמים.

● בעת תקלה במכונה הבדיקה  
 לוקחת שניות.

● מחירם אינו יקר מצנורות  
 הנתנים לחבור חד-פעמי  
 בלבד.

● כלי עבודה — הטובים  
 בעולם:  
 לחתוך, כפוף הרחבה  
 והפשלה לכל סוגי המתכות  
 ולצנורות פלסטיים.



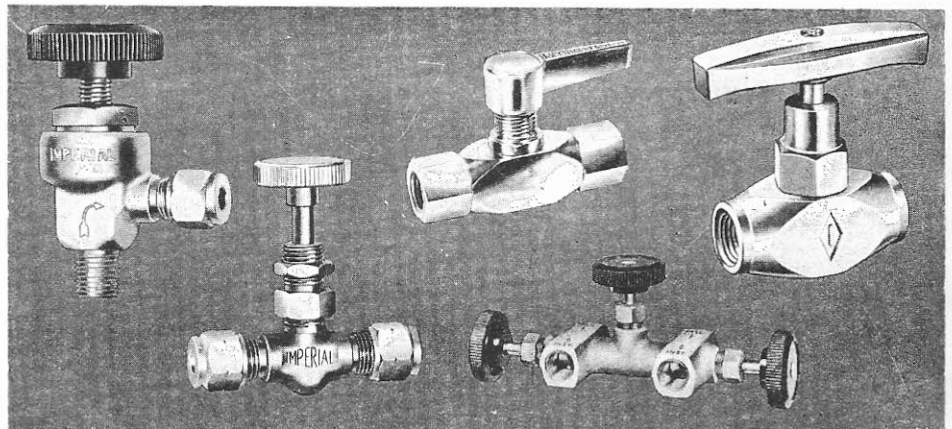
## קנה הטוב ביותר דרוש תוצרת אמפריאל

להשיג בחנויות כלי עבודה והספקה טכנית המובחרות

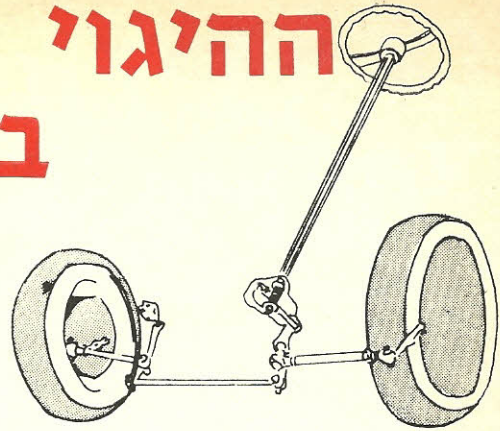
**POLAK BROS.** סוכנויות יבוא  
**אחים פולק** בע"מ  
 IMPORT-AGENCIES

סוכנים לישראל:  
 לינקולן 11, ת.ד. 884  
 תל-אביב, טל. 7-281236

ברזי פיקוד מינאטוריים  
 למכשירים כולל ברזי  
 דיאפרגמה, מחט וכדוריים  
 במבחר גדול.



# ההיגוי ברכב אופני



יעקב הירש

● מתן אפשרות כניסה למסלולים בעלי עקמומיות רבה, שמירה קלה על נסיעה בקו ישר; דבר שהושג על-ידי הטיית הצירים והאופנים.

● הפניית הרכב במאמץ פיזי קטן — הושג על-ידי שימוש במיסר ההגה, ובהגה-כה.

● בלימת תגובות הדרך על האופנים, ואי-העברתן להגה בצורת רעידות, דבר זה נפתר על-ידי מנגנון היגוי, מתלה והטיית האופנים.

מערכת ההיגוי הנפוצה כיום ברכב אופני כוללת את מנגנון ההיגוי (הגה, מימסר ההגה, ומוט-דחייף ההגה) ומנגנון הפניית האופנים (המנגנון הטרפזי עם המתלים).

ההיגוי מתבצע, בדרך-כלל, על-ידי הטיית האופנים הקדמים — אופני ההיגוי. כלי-רכב הדורשים כושר תימרון גבוה, משתמשים באופני ההיגוי גם בסרן או בסרנים האחוריים — מנגנון זה מסובך הרבה יותר, ברכב מיוחד, מלגוזות לדוגמה, מתבצע ההיגוי, בדרך-כלל, באופנים האחוריים, זאת כדי לשמור על מיקום המזלג בתימרון המלגוזה.

## מנגנון ההיגוי

תפקידו של מנגנון ההיגוי הוא להעביר את "פקודות" הנהג, על-ידי סיבוב בהגה, למנגנון ההפנייה של אופני הרכב. מנגנון ההיגוי חייב לפעול ברמת אמינות גבוהה ביותר, תוך ניצול מאמץ מינימלי מצד הנהג וללא חופשים בדרך. חלקו העיקרי של מנגנון ההיגוי הוא מימסר ההגה, ההופך את התנועה הסיבובית של ההגה לתנועת מוט דחייף ההגה. ככל שהרכב כבד יותר, כן גדל העומס על הסרן הקדמי ונדרש יחס

עם המצאתו של האופן ככלי המקטין את המאמץ להובלת משאות והכנסתו לשימוש בעגלות-משא, נוצר הצורך בתכנון מערכת ההיגוי. בעגלות הראשונות שהיו חד-סרניות לא היתה כל בעיה להפנותה למסלול הרצוי — זאת כמובן בתנאי שהסוס לא גילה עקשנות. אולם עם תכנון העגלה הדו-סרנית (בעלת 4 אופנים) היוותה פעולת ההפנייה בעייה הנדסית.

הפניית העגלה הדו-סרנית נתבצעה על-ידי "גלגל-חמישי" שתמך את חלקה הקדמי של העגלה על הסרן ואיפשר סיבובו של כל הסרן הקדמי על-ידי הייצול על הפין המרכזי. לפיכך נאלצו לבנות עגלות שהיו צרות בחלקם הקדמי או בעלות רצפה מעל לאופנים, זאת כדי לאפשר מקום רחב לכניסת האופנים בסיבובו של הסרן.

## מערכת ההיגוי ברכב ממונע

פיתוחו של הרכב הממונע חייב מערכת היגוי המאפשרת את הפנייתו, ללא "בזבוז" מקום גדול כמו בעגלות. מערכת היגוי כזו היתה אמורה לסובב לחוד את כל אופני ההיגוי, על-ידי הנהג. כדי לבצע פעולה זו, יש לפתור בעיות אחדות של רכב אופני ממונע:

● הפניית הרכב תעשה ללא הסב (החלקה צדדית של הרכב), דבר שהושג על-ידי מנגנון הפנייה טרפזי המוכר כעקרונ "אקרמן".\*

\* מנגנון הפנייה הטרפזי הומצא ב-1817 על-ידי בונה המרכבות הגרמני לנקנספרגר, המנגנון קיבל את פירוטו העולמי על-ידי רודולף אקרמן, סוכנו האנגלי של הממציא.



# „נל"בו אלומיניום"

חברה לשווק פרופילים  
ואביזרים בע"מ

רח' הזרם 5 יפו (ע"י בלומפילד)  
טל. 827538



"ALUMINIUM WAREHOUSE"  
PROFILES & ACCESSORIES MARKETING  
LTD.

Str. Azerem 5 (Blumfeld)  
JAFFA Tel. 827538



## אסקו חברה להספקה הנדסית בע"מ

תל-אביב, טלפון: 613472, 621792

### ESCO

ENGINEERING SUPPLIES LTD.

Tel-Aviv, phone 613472, 621792

ספקי ציוד ליטוש, ציוד מוסכים  
ומשאבות מופעלות באויר דחוס

## אסבסטוס וכימיקלים חברה בע"מ

יצרני סרטי בלמים, מעצורי דיסק  
ובטנות למצמידים לרכב אזרחי וצבאי  
חוטי, חבלי, סרטי ובדי אסבסט

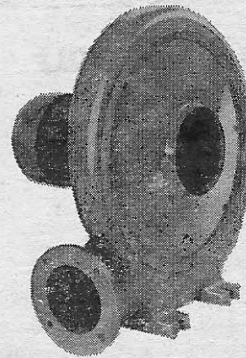


טל. 778121-3

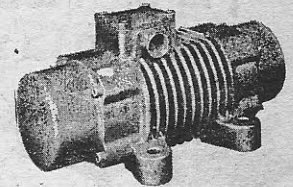
תל-אביב

ת.ד. 86

### Elektrotor



STANDARD  
FANS



Vibrator

רתתים חשמל (ויברטורים)  
ומפוחים אלקטרוור ELECTROR

להשיג אצל

ISAAC M. SARFATY & SON, LTD.

יצחק מ. צרפתי ובנו בע"מ

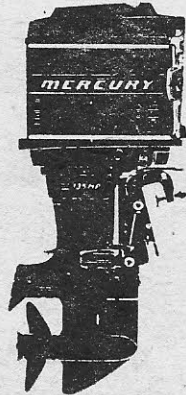
תל-אביב, דרך סלמה 44  
טלפון: 823555 — 824555



„מרקרויזר“  
120—255 כ"ס

„מרקיוורי“  
4—150 כ"ס

מנועי חוץ, חוץ פנים, המשוכללים בעולם  
לסירות גומי, סירות עבודה וסירות מרוץ.



מפיצים:

„אמביל“ בע"מ  
השרון 4, תל-אביב  
טל. 31969

לוחות חשמל

לוחות פיקוד ובקרה

ציוד מיתוג: Klockner-Moeller, Sursum

ייעוץ ותכנון



קצנשטיין, אדלר ושות' בע"מ

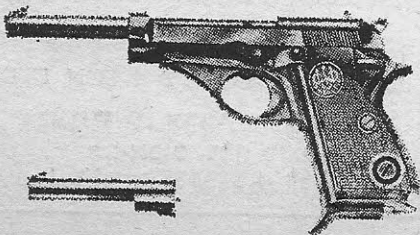
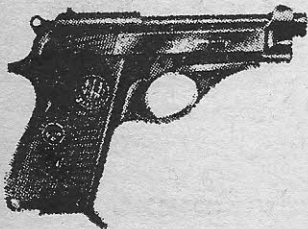
טלפון 69 37 62 \* ת.ד. 20171  
תל-אביב, דרך פתח-תקוה 37

חנות: דרך פתח-תקוה 28  
טל. 36423-4

משרד: רח' החשמל 29  
טל. 625141, ת.ד. 36532



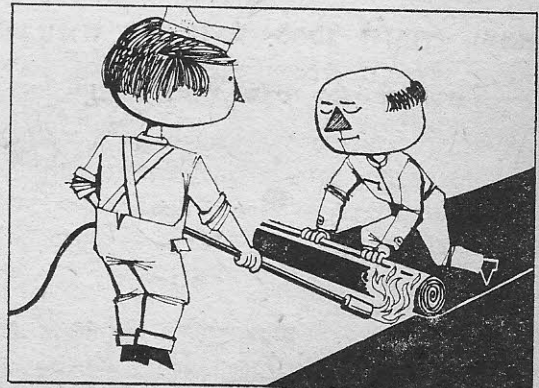
נשק תחמושת ואביזרים  
חומר נפץ ומכשירי פיצוץ  
ציוד למחצבות ובנין

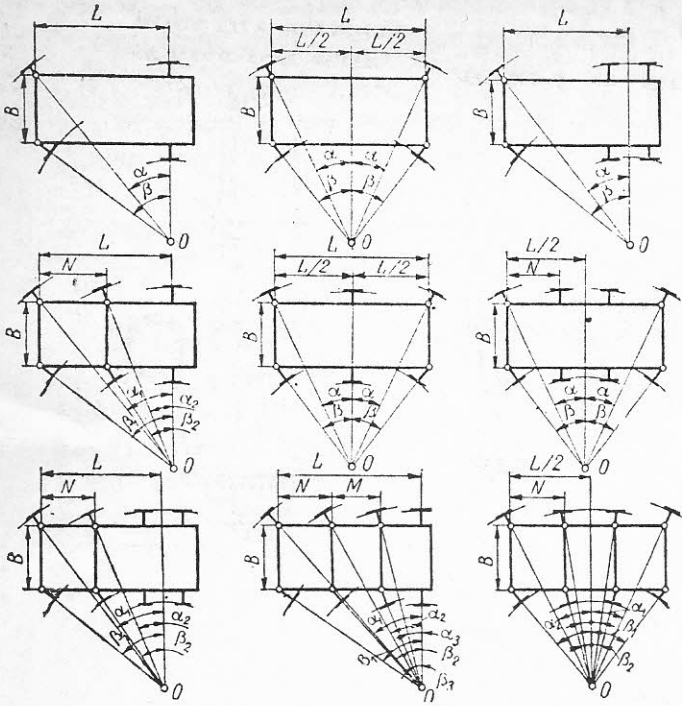


א. לוסטיג ושות' בע"מ  
תל-אביב

רח' הברזל 4 — טלפונים: 772292, 777215

סוכן בלעדי חברת DERBIT איטליה המייצרת את החומר  
המהפכני דרבי גום DERBI GUM יריעות עשויות מריקמת  
זכוכית רוויה ביטומן עם אסבסט לבידוד גנות קירות  
ומקלטים. אחריות ל-10 שנים.





ציור 2: מיקום אופני ההיגוי

הזזת מוט הקישור לרוחב הרכב גורמת להטיית זרועות יד הסרן ואיתם האופנים, בזווית שונות. הטיית האופן הפנימי לצד אליו מתכוונים להפנות את הרכב, גדולה מהטיית האופן החיצוני. דבר זה מאפשר — בבניית יחסי טרפו נכונים — יצירת מנגנון הפנייה המונע כמעט בצורה מוחלטת את הסב הרכב בפנייתו.

להלן עקרונות תיאורטים אחדים הנדרשים ממנגנון ההפנייה ומהאופנים, כדי לאפשר לרכב לנסוע במסלולים שונים ובמ-הירויות שונות, בהסב (החלקה או סטייה צדדית) מינימלי ועלי-ידי-כך להבטיח שליטה ברכב ולמנוע בלאי מוגבר של צמיגיו ובזבוזו של הספק המנוע.

בנסיעה במסלול ישר יהיה סיחור האופנים (סיבוב סביב צירם) ללא הסב, כאשר מישור הסימטריה של כל האופנים יהיה מקביל לכיוון הנסיעה.

בנסיעה במסלול עקום ניתן למנוע את ההסב-סטייה מקו הנ-סיעה — כאשר :

● מישור סימטריה של כל אופן ברכב משיק לעקמומיות מקומית (רגעית) של מסלולו.

● מהירויות זוויתיות של צירי האופנים לגבי מרכז העקמו-מיות הרגעי יהיו שוות ; במילים אחרות : לכל הקשתות שאליהן משיקים האופנים יהיה מרכז משותף רגעי אחד.

ניתן לבטא גיאומטריית תנאים אלו כך : ● צירי סימטריה של כל האופנים יחתכו בנקודה אחת ● נקודת החיתוך תהיה גם מרכז רגעי של עקמומיות המסלול.

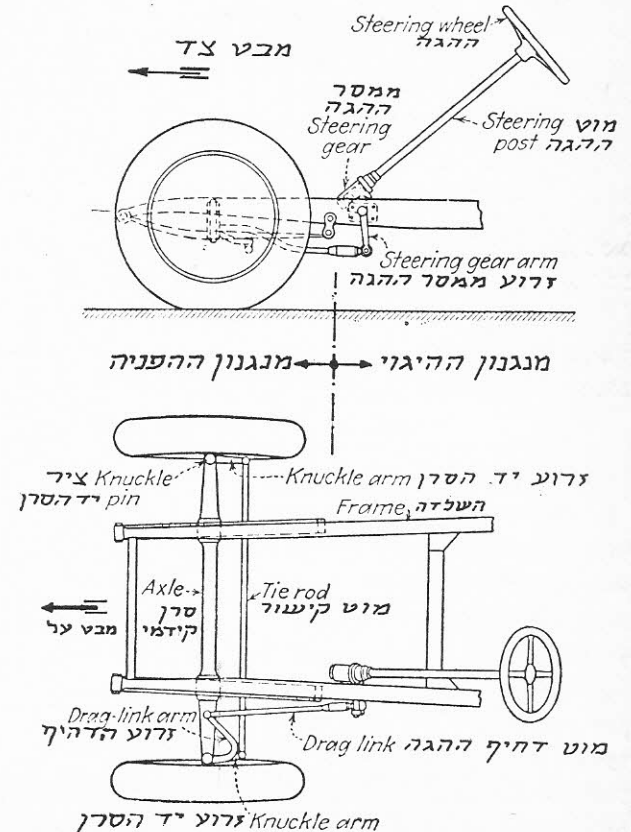
מסירה גבוה יותר. יחס העברה זויתי של מנגנון ההיגוי נע ברכב נוסעים בין 14 ל-20 וברכב-משא ואוטובוסים בין 22 ל-32.

להקלת ההיגוי רכב כבד משתמשים, בנוסף למימסר ההגה, במערכת הידראולית או פנאומטית — הגה-כח. במצב ניט-רלי (נסיעה בקו ישר) מערכת זו אינה פועלת. בעת סיבוב ההגה לצורך הפנייה, נפתח שסתום המספק לחץ, בדרך-כלל לבוכנה, המסייעת להמשך הפניית המערכת. מבדילים בין מערכות-עזר אינטגרליות, המותקנות כחלק של מימסר ההגה לבין מערכות-עזר חיצוניות בהן השסתום מותקן במוט הדחף והבוכנה פועלת רק להזזת אחד המוטות במערכת ההפנייה. בכל מקרה דואגים בעת התכנון להבטיח שגם כאשר אין לחץ שמן או אויר במערכת, ניתן יהיה לבצע את פעולת ההיגוי המכני, אולם הדבר דורש מאמץ פיזי גדול יותר מצד הנהג.

### מנגנון ההפנייה

מנגנון ההפנייה הנפוץ כיום הוא מנגנון הפנייה טרפזי — עקרון „אקרמן“. המנגנון הוא ארבע-פרקי, בצורת טרפז ; בדרך-כלל הבסיס הגדול הוא הסרן (או שווה-ערך), הבסיס הקטן הוא מוט-קישור (לפעמים מחולק לפרקים) והשוקיים הם זרועות-יד הסרן, הקשורים מצד אחד בפרק למוט-קישור והקצה השני מחובר חיבור קשיח עם האופנים (הטיית הזרועות גורמת להטיית האופנים — ראה ציור 1 מבט על).

ציור 1: מערכת ההיגוי

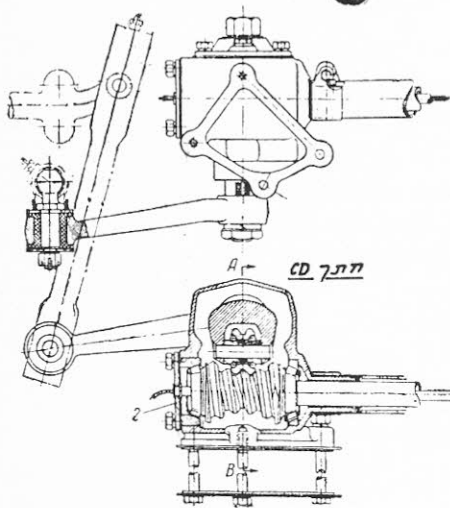
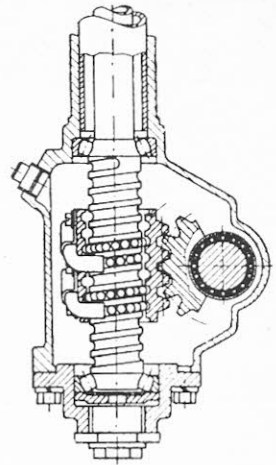
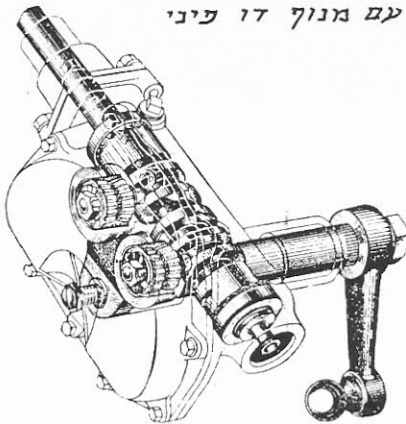
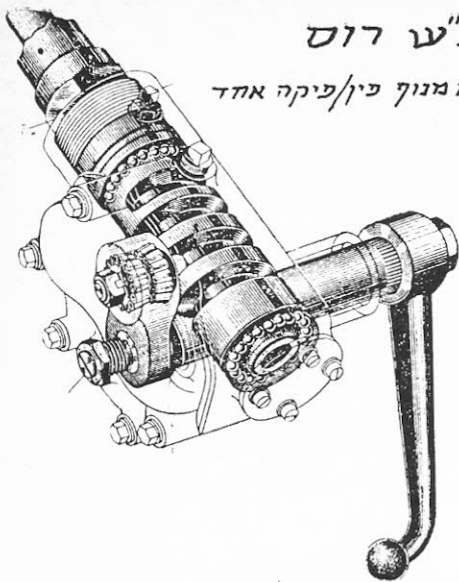


## ממסרים ע"ש רוט

ממסר בורג+אוז ממוסב  
עם גיזרת גלגל שיניים

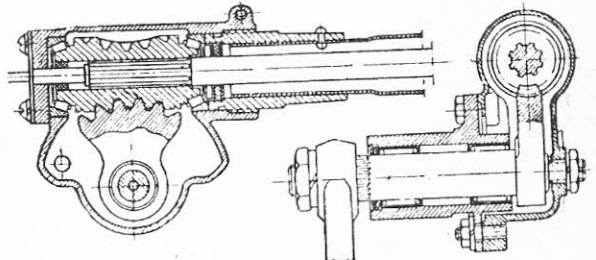
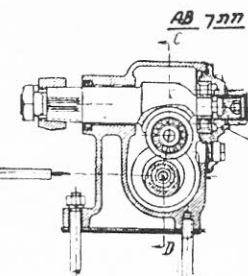
עם מנוק פין/פיקה אחד

עם מנוק דו פיני



ממסר חלזוני  
עם גלילון

ממסר חלזוני עם גיזרת גלגל שיניים



ציור 3: מימסרי הגה — סוגים שונים

סימטריה של הסרן האחורי C. מכך יוצא שהקו MC הוא מקום גיאומטרי של נקודת חיתוך זווית הפניית האופנים ללא הסב רכב בנסיעה.

מנגנון טרפזי של אקרמן, אינו עונה במדויק לתנאים התיאוריים האמורים לעיל. סטיותו הינן קטנות ולמעשה גורמות להסב קטן ביותר בפנייה.

### בדיקת מנגנון טרפזי

בדיקת מנגנון ההפניה הטרפזי וגילוי סטיותו מהתאורטי, אפשרית בדרך גרפית: משרטטים מצבים שונים של הפניית האופן החיצוני  $\alpha$  על-ידי מנגנון ההפניה הטרפזי הנתון, כתלות בזווית שונות  $\beta$  של האופן הפנימי (בדרך-כלל כל  $5^\circ$  או פחות מזה, כשהמנגנון משורטט בקנה-מידה. ככל שמשרטטים את המנגנון בקנה-מידה גדול יותר, כן גדל דיוק הבדיקה). מוצאים בכל זווית את סטיות המנגנון מהתיאורטי ומשרטטים עקום הסטיות — ראה ציור 5 ג'. בהתאם לסוג הרכב שעליו נעשתה בדיקת המנגנון, יודעים את שכיחות זווית

את האמור לעיל אפשר לבטא בצורת זהות טריגונומטרית:

$$\text{Cotg } \alpha - \text{Cotg } \beta = \frac{R+a}{l} - \frac{R}{l} = \frac{a}{l}$$

כאשר:

- a — המרחק בין צירי יד הסרן
  - l — הרוחק בין הסרנים
  - $\alpha$  — זווית הפנייה של האופן הפנימי
  - $\beta$  — זווית הפנייה של האופן החיצוני
  - R — הרדיוס הפנימי הרגעי של עקמומיות המסלול
- תלות טריגונומטרית, כאמור לעיל, ניתן לבטא גרפית על תרשים הרכב בצורה הבאה:

- ישירים היוצאים מצירי יד הסרן AB יהיו עם הסרן הקידמי זווית  $\alpha, \beta$ , הוהות לזווית הפניית האופנים.
- ישירים אלה יחתכו על קו MC, המחבר את מרכז הסרן הקדמי M עם נקודת השלך ציר יד הסרן הקדמי על ציר

צירי על פין יד הסרן (לחיצת האופן בכיוון אחד — אל בסיס יד הסרן), ולהקטנת השפעתם של החופשים במיסבי האופן.

● קדם האופן  $\delta$  (זווית הקדמה, זווית הזריקה  $3^\circ \div 0.5^\circ$  Caster Angle) בין השלכת יד הסרן על מישור אנכי וניצב למישור המגע של הדרך, באה להקל על החזרת האופנים, לאחר הפנייה, למצב ניטרלי על-ידי מומנט נגדי להפ-נייה, הנוצר מתגובות הדרך על האופנים (כמו בעגלת-תה שם הגלגלים נמשכים אחרי ציר הרגלית ו"מסתדרים" במקביל לכיוון נסיעת העגלה).

● זווית הצידוד  $\sigma$  (זווית הטיית ציר יד הסרן:  $8^\circ \div 0^\circ$ , King Pin Angle) בין מישור ניצב לדרך בכיוון הנסיעה לציר יד הסרן וגורמת להקלה בהחזרת האופנים למצב ניטרלי, לאחר שבסיבובים חלה הגבהת מרכז הכובד של החלק הקדמי של הרכב. בירידת מרכז הכובד למצב הנמוך, שואפים האופנים להתיישר. כמו כן גורם הדבר להקטנת רדיוס תגובת הדרך על האופן  $r_z$  (off set) הקלת ההיגוי והקטנת השפעת הדרך על ההגה.

● התכנסות האופנים

$$\text{toe in/out} / \frac{1}{8} \text{ in} \div \frac{1}{16} = W - W_1$$

הבאה לישר סטיית מסלול סיהרור האופנים, בגללכלל הטיית האמורות לעיל.

זוויות הטייה הבאות להקל על החזרתו של רכב לנסיעה בקו ישר מקשות על הכנסתו למסלול עקום, במהירויות גדולות.

ההפנייה במהירויות גבוהות. בזווית אלה חייב המנגנון הנבדק לא לסטות מהתיאורטי כלומר, שעקום הסטיות במקום זה יחתוך את ציר זווית ההפנייה.

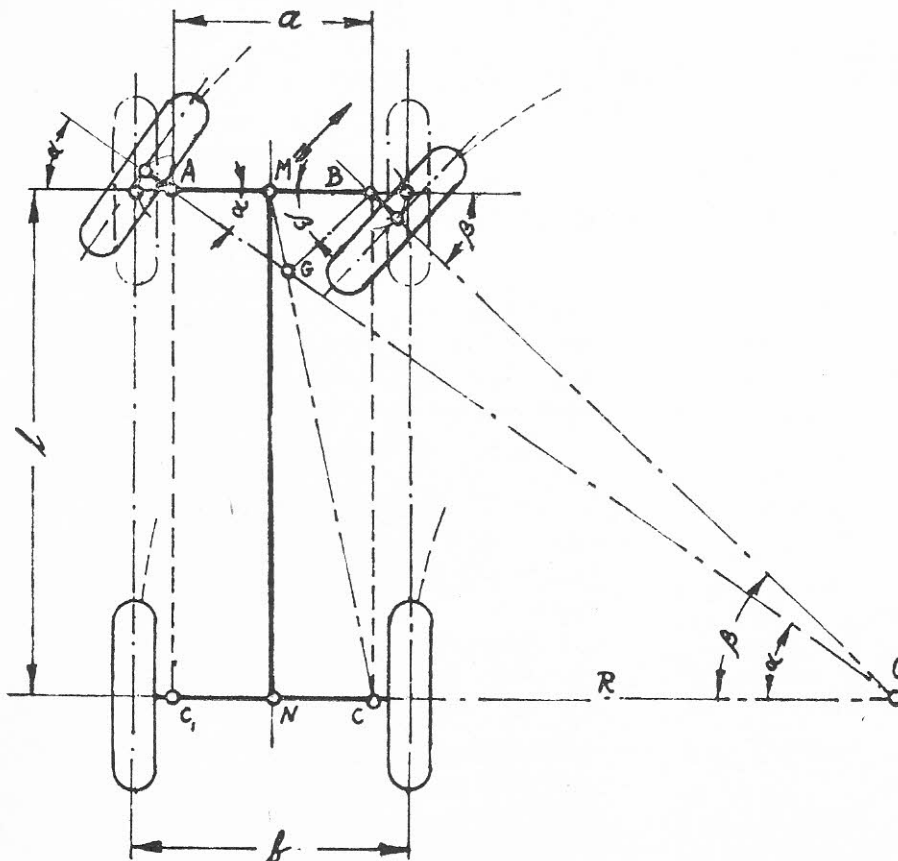
גורמים שונים "מקלקלים" את המצב האידיאלי הזה, וגורמים להסב הרכב. מתלה האופנים הגמיש משנה את מצב מישור הטרפו מהאופקי ועל-ידי-כך משתנה היחס בין השלכות זווית ההפנייה. הדבר מורגש במיוחד במוט-קישור קשיח אחד. חלוקת מוט הקישור לחוליות, מאפשרת שיפור שמירת הגיאומטריה האופקית של טרפו ההיגוי.

גורם נוסף נעוץ בתגובות הצנטרופוגליות הפועלות בעת הפ-ניית הרכב המגדילות את העומס על האופנים החיצוניים. כתוצאה מכך מתיישר קפיץ העלה החיצוני, יותר מאשר הפ-נימי ועל-ידי כך מזיז את קצה הסרן בכיוון נום הקפיץ, כאשר נום הקפיץ נמצא מאחורי הסרן גורם הדבר להפרעה בהפנייה (כאילו הסרן על המתלה מפנה את הרכב בכיוון הפוך לרצון הנהג).

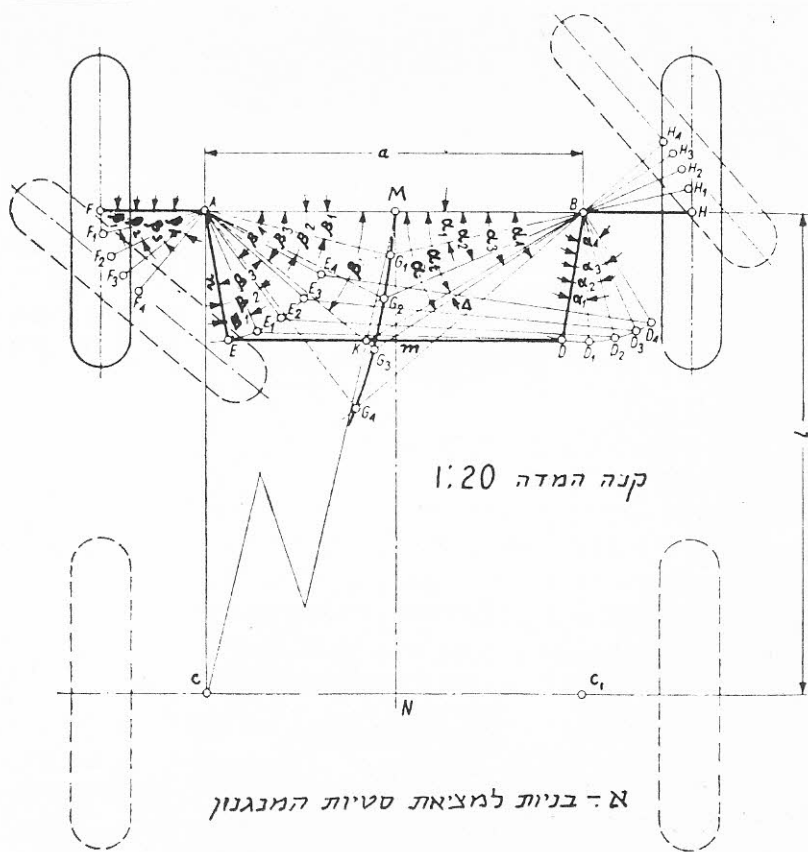
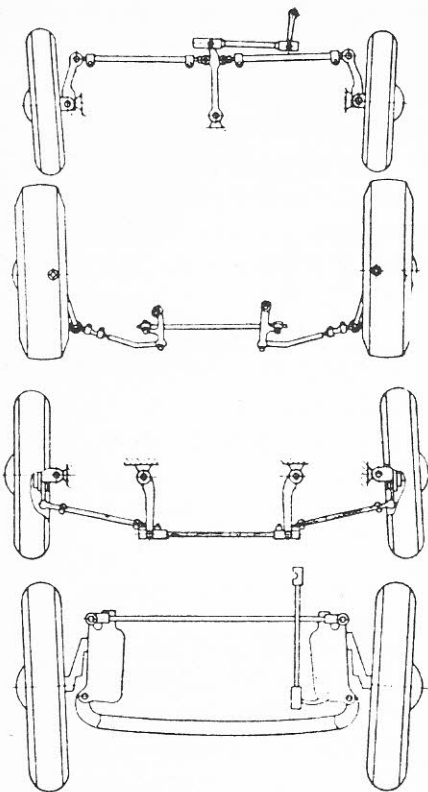
### הטיות האופנים וצירי-יד הסרן

כדי לשפר את ביצועי הרכב ולהקל על ההיגוי (קלות הפנייתו במסלול וקלות החזרתו לנסיעה בקו ישר) ושמירה על הנסיעה במסלול הישר — מטים את אופני ההיגוי וצירי-יד הסרן לזוויות הבאות:

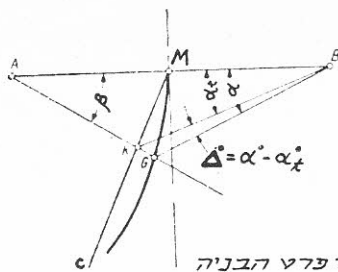
● שפיעת האופן  $\gamma$  (זווית הטיה, זווית הקימור: Camber Angle:  $1^\circ \div 2^\circ$ ) בין מישור סימטריה של האופן וניצב ממרכז שטח המגע בין הצמיג לדרך גורמת לרכיב כוח-



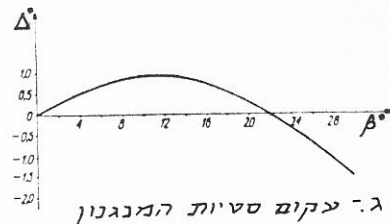
ציר 4: תלות תיאורטית של הפניית אופני ההיגוי



א - בניית למציאת סטיות המנגנון



ב - פרט הבניה



ג - עקום סטיות המנגנון

צויר 5: שיטה גרפית למציאת סטיות זוויתיות של מנגנון הפנייה טרפזי מהתאורטי

צויר 6: מלמעלה למטה: מנגנון "דובונט" - מתלה נפרד של האופנים. מוט קישור קשיח אחד. מוט קישור תלת-חולייתי, שתי זרועות הד-חזף, מתלה נפרד של האופניים. מוט קישור תלת-חולייתי. מוט קישור דו-חולייתי, זרוע דחזף אחד.

קדימה ממרכז העקמומיות הרגעית של המסלול, אך רדיוס ההפניה נשאר זהה. כאשר הסב אופני הסרן האחורי גדול מזה של הקדמי (חלקו האחורי "נזרק" החוצה מהמסלול), יקטן רדיוס ההפניה בהתמדה, ומתהווה תופעת על-היגוי (over steer). תופעה זו מורגשת על-ידי הנהג בכך שהרכב מגיע בעוצמה לכל הפניה קלה של גלגל ההגה, תכונת "על-היגוי" עלולה להיות מסוכנת ברכב נוסעים, במיוחד אם אין הנהג מורגל לכך. תכונה דינמית הפוכה, "לעל-היגוי" היא "תת-היגוי" (under steer).

במקרה זה שואף הרכב להתמיד בנסיעתו בקו ישר ותגובתו להיגוי איטית. רכב נוסעים בעל הנעה קדמית מתנהג בדרך כלל בתת-היגוי. רכב בעל תכונות "תת-היגוי" נחשב בדרך-כלל ליציב יותר.

התופעות הדינמיות בהיגוי של רכב מסוכנות מאד ולא נכנס כאן לפרטים.

כוונת המאמר היתה רק להציג עקרונות ומונחים בסיסיים הקשורים בהיגוי של רכב אופני.

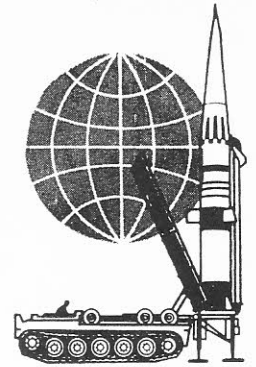
לכן משתדלים להקטין, ברכב חדש, את זווית ההטייה. ברכב מהיר חשובה יותר קלות הכנסת הרכב לפנייה במהירות גדולה ואילו החזרתו למסלול ישר יכולה להיות קשה יותר מפאת הורדת המהירות בסיכוב ונכונותו מראש של הנהג לישור הרכב. אזי עושים קדם אופן שלילי (כמו למשל באופנים).

### תופעות דינמיות

יציבותו של הרכב בנסיעה תלוייה לא רק בפתרונות גיאומטריים של מערכת ההיגוי והטיית האופנים, אלא גם בגורמים דינמיים. הגורמים הדינמיים הם: כוחות תגובה, מיקום מרכז הכובד, היאחוזות הצמיגים, צורתם ועוד, המקבלים מישנה תוקף במהירויות גדולות.

לכל רכב בהפניה יש, בדרך כלל, הסב בגלל תגובות צנטרי-פוגליות. בגלל ההסב הדינמי נוצרת זווית בין מישור האופן למישור משיק למסלול ההפניה. זווית זו הקרויה זווית ההסב (Drift Angle). כאשר זווית ההסב של סרן קדמי ואחורי זהות, יוזו מרכזו העקמומיות הרגעית של ההפניה קצת

# חידושים בצבאות העולם



## רכב סיור בעל ניידות גבוהה

הצבא האמריקני עורך עתה סידרת ניסויים ברכב סיור בעל מהירות וניידות גבוהה. אחד מכלי הרכב הללו מצויד בערכת-שריון הכוללת דלתות שריון צדדיות, אך עם זאת עדיין נותרת טבעת הצריחון של המקלע "בראונינג" — כפי הנראה, בצילום. משקל הרכב 2,500 ק"ג והוא מונע על-ידי מנוע "V" בעל 8 צילינדרים המפתח 215 כ"ס ומ-הירות נסיעתו מגיעה 120 קמ"ש. טווח פעולתו מגיע לכדי 480 ק"מ, מספר אנ-שי הצוות 3.

לרובה הרב-צלעות משך-חיים כפול מזה של קנה מקובל המצופה בכרום. אנרגיית הפגיעה של הקליעים שנורו מבעד הקנה הרב-צלעות היתה גבוהה ב-8 אחוזים מ-אשר ירי מבעד קנה מקובל בתום 30 אלף כדור.

מ"מ לעומת התותחים הישנים, הגיע ל-80%. אולם מחיר התחמושת החדשה, גבוה ב-30% מאשר בתחמושת הרגילה. כיום מצויים בשלבי פיתוח מתקדמים טילים בעלי מנוע הודף רקטי לקליברים בני 40 עד 203 מ"מ.

## טילים בעלי מנוע-הודף רקטי להגדלת הטווח

טילים בעלי מנוע-הודף רקטי, עבור תותחים אמריקניים נכנסו כיום כבר לשלב שימוש לקליברים של 105 מ"מ ו-155 מ"מ.

הטילים שבהם מותקנת מערכת הדיפה רקטית של מצב מוצק מגדילים את הטווח ב-33%, ועל-ידי ניצול חתיכות פלדה מגדילים הם את אזור הפגיעה ב-10%.

תודות לשימוש בסוגי טילים אלה, ניתן לבנות תותחים קלים יותר, משום שאלה יכולים ליטול על עצמם עומס קטן הנוצר בעת ירי על-ידי מערכת ההדיפה הרקטית. החיסכון במשקל בתותחים האמריקניים החדשים בעלי קליברים 105 מ"מ ו-155

החל מ-1780 ל"י

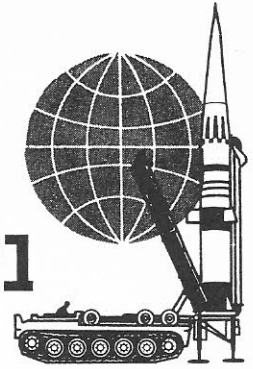
ממור

שלבי 16 יפו  
טל. 823165

## קנה חלק-קדח חדש

יצרן מערב-גרמני פיתח קנה לרובה המבטל את הצורך בחריקים. הקנה החדש הוא רב-צלעות-משושה-חלק-קדח ובעל יתרונות אחדים. הקנה הותקן ברוב בה הגרמני, G3 ונעשו בו ניסויים השוואתיים עם קנים מקובלים בעלי חריקים. לאחר 14 אלף כדורים, הראה הקנה המד-קובל סימני בלאי, בעוד שהקנים רבי הצלעות לא נתבלו לאחר 30 אלף כדור והראו דוגמת פיזור קטנה מאשר בהתח-לה. אש רצופה במקלע MG3 הוכיחה ש-

# חידושים בצבאות העולם

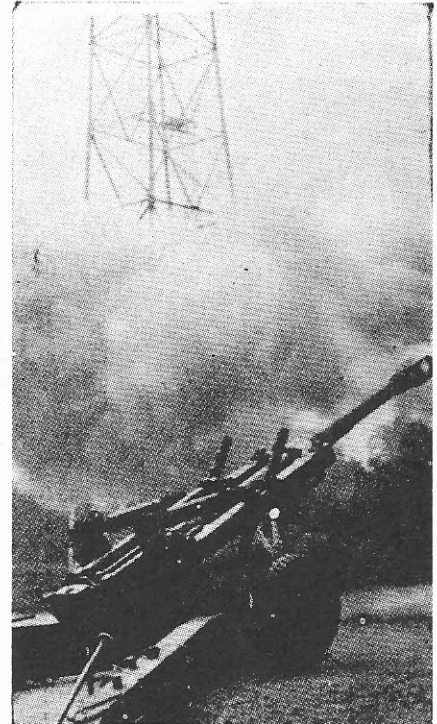
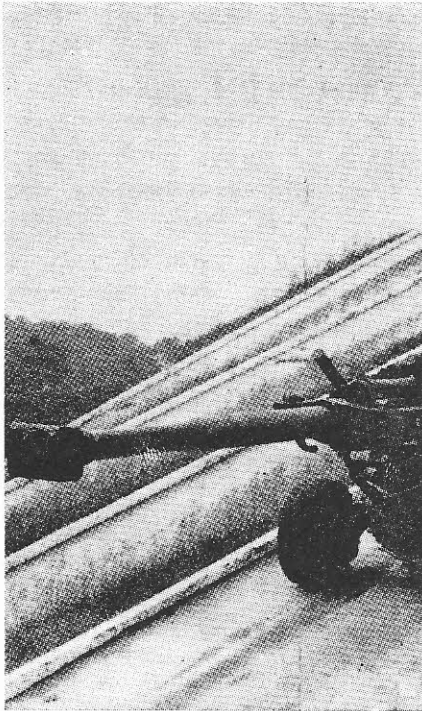


## הוביצר חדש

בצבא האמריקני עוברים עתה סידרת ניסויים שני דגמים של ההוביצר החדש XM-198 בעלי קליבר 155 ס"מ שיטת בקרת-האש בתוחח נחשבת למת-קדמת מסוגה. היא מנצלת תאורה עצמית, רדיו-אקטיבית לירי לילה. התקן זה, ה-ממוקם על המרכבה, מבטל לגמרי את הצורך בסוללות, בתילים וברכיבים ה-עלולים להפגע.

קנה ההוביצר גדול ב-8 רגל מזה של התוחח M114 A1. הקנה ניתן לצידוד מהיר ב-360° על-ידי התקן הידראולי. מנגנון-מכנס מסגנון חדש מאפשר שי-מוש בסדן טריזי-מחליק במקום סדן בור-גי.

מהירות-הלוע המקסימלית של התוחח מגיעה לכדי 2,700 רגל לשנייה. טווחו המתוכן הוא 28 ק"מ, כמעט כמו טווחו של ה-M114A1. התוחח מסוגל גם לירות טילים עם מנוע הודף רקטי.



כל שעה יפה לביטוח — כל שעה יפה לביטוח — כל שעה יפה לביטוח — כל שעה יפה לביטוח

\* כל שעה יפה לביטוח — כל שעה יפה לביטוח \*

בכטוח דירות מקיף — נגד גניבות, שריפות וכו' 30% הנחה וישנה חמישית חינם.

בכטוח רכב תנאים מיוחדים.

בכטוח כל הסכונים לתכולת הדירה, הנחה 20%.

כמו כן תנאים מיוחדים ליתר הביטוחים.

המשרד לשרותכם משעה 08.30 עד שעה 19.00 ללא הפסקה.

רחוב ויצמן 13, ת.ד. 60, גבעתיים

טל. 733-110 — 725-656

לשרותכם מזכירה אלקטרונית טל: 733110, מקבלת שיחות כל הלילה, כל הודעה תירשם, בצוע בשעות הבוקר.

**פרחי סוכנות לביטוח בע"מ**  
ל ש ר ו ת כ מ

**כוחות הביטוח  
עובדי צה"ל  
ומקבלי קיצבת צה"ל**

כל סוגי הביטוח

חיים \* דירות \* רכב \* וסכונים אחרים!

מקסימום ביטוח — מינימום תשלום

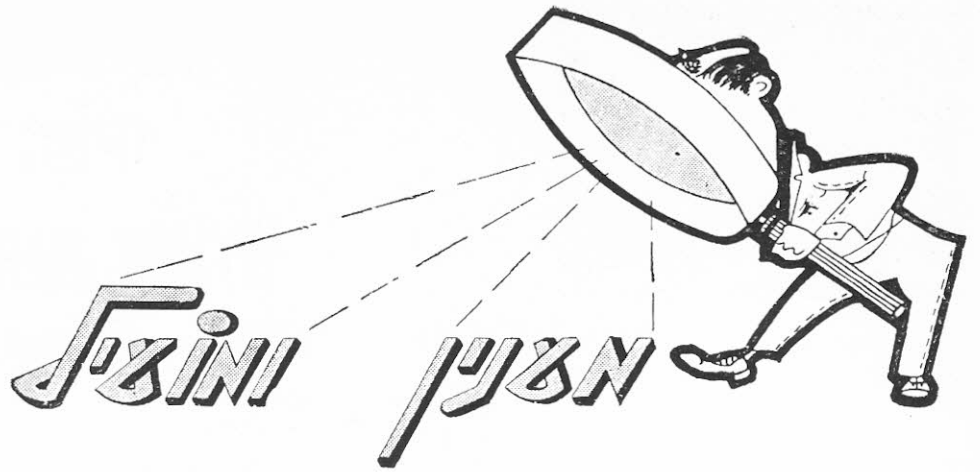
גם אתה הצטרף עתה!

**לביטוח המשפחה**

תשלומים חודשיים ע"י מת"ש

עשה ביטוח, "משלים" — עשה ביטוח, "משלים" — עשה ביטוח, "משלים" — עשה ביטוח, "משלים"





### בחירת משקפי-מגן

העיניים הינם אבר פגיע ורגיש לעוב"די מתכת על כל סוגיהם. אמצעי ההגנה הנפוץ והמוכר להגנה על העיניים הי"נם משקפי הבטיחות אותם מרכיבים הר"עובדים. אך גם אמצעי זה נחשב למסור"ן, אם אין יודעים כיצד לבחור את הר"משקפיים המתאימות לאופי העבודה. מר"עצת התעשייה של אוהיו, ארה"ב, הוציאה לאור טבלה מיוחדת (ראה ציור למטה) המ"אפשרת לכל עובד להתאים לעצמו את מר"קפי הבטיחות המתאימות לו. מאזר ש"אמצעי הגנת העיניים הינם אופטיים יש לבחורם ולהתאימם בקפידה. לצורך הגנת העיניים מפני גופיפים מעופפים, מצויים שלושה אמצעי הגנה והם: משקפי-מגן שעדשותיהם עמידות בפני פגיעה, משק"פיים גמישות מרופדים; ומשקפי-מגן בע"

לי זכוכית משורינת. משקפי-מגן גמי"שים או מרופדים הם, בדרך-כלל, בעלי עדשות-פלסטיק. הם תוכננו כדי לאפשר לעין הגנה מלפנים ומן הצדדים. את רוב הדגמים אפשר להתאים גם מעל למשק"פיראייה רגילים. הסוג הגמיש הינו זול וקל במשקל.

מגיני-פנים משמשים להגנה בפני הת"זת נוזלים, ואין הם מונעים פגיעה. אם יש צורך בהגנה בפני פגיעה יש להשת"מש במשקפי-מגן יחד עם מגן הפנים. טעות מקובלת היא להשתמש במשקפי"שמש כמשקפי-מגן. משקפיים אלה עלולות להשבר ולהסדק ורסיסיהם עלולות לפגוע בעיניים. בקנותך משקפי-מגן, וודא כי ל"עדשות אין עיוות והן מאפשרות ראייה ברורה ושיתאימו לתוי הפנים של המרכיב אותם.

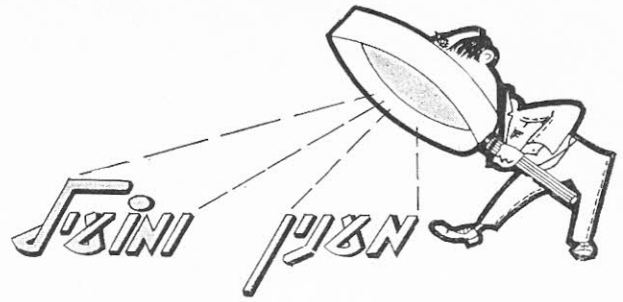
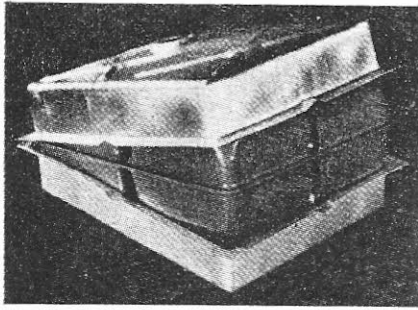
### זכוכית עמידה בפני כדורים

תרכובת חדשה של זכוכית שקופה ופלס"טיק, בלתי-מתנפצת העמידה בפני כדורים נחשבת כיום להידוש חשוב בתחום הב"טיחות. התרכובת החדשה הידועה ב"שם ARMAGLAS" סווגה כסודית, על"ידי הצבא האמריקני, אולם כיום ניתן להשיגה בשוק החופשי.

התרכובת החדשה עמדה בהצלחה בכל הנסיונות המעבדתיות והוכח כי היא אינה מתנפצת ואינה מעיפה רסיסים בעלי מהירות גבוהה אל תוך האזור שעליו היא מגינה. התרכובת קלת-משקל ואינה עבה בעלת תכונות אופטיות משופרות ואמינה מכל מערכת דומה.



מגן-פנים	מעפורה	משקפי-מגן מקומרים צבעוניים	מסכת ראש לריתוך	משקפי מגן מגומי	מסכה מרשה מתכת	משקפיים	משקפיים עם כגן צד	משקפיים מקומרים	
	דרוש עם משקפיים								עבודה קשה: ביקוע בטון או מתכת, פעולות סמרוך או שיבוב קשת, הברשה במברשת-תיל פעולות השחזה
									עבודה בינונית: חזוק מסמרים, טיפול בפסולת-תיל, השחזה וליטוש, קדיחה ניקוי ושמשוש באויר דחוס.
									עבודה קלה: פעולות מכונה-כלים, פעולות כבישה בכוח, גזירה והישול, מירוט וליטוש.
									פעולות ריתוך אוטוגני
									פעולות ריתוך בקשת-אור
									ריתוך נקודות וריתוך בהשקעה
									טיפול בנוזלים קורסיביים
									טיפול בחומר מותר.



קליפת החמרן החיצונית מאפשרת חזק מכני נגד נזקי פגיעות לרכב ומקלה על ההרכבה.

## מכלי דלק עמיד בפני התפוצצות

המתכננים, צרפתים במקרה זה, הגיעו למסקנה כי לצרוף החמרן והפלסטיק יהיו יתרונות חשובים אחרים:

קליפת החמרן החיצונית, מבטיחה הגנה מכנית ונוחות בעת ההתקנה נוכח משקלה הקל. המכל הפלסטי הפנימי הוא אטימ-דלק ואין קיימת בו סכנת קרוזייה. ניתן, בהעל-אה נמוכה במחיר המכל, לאפשר למתכנן גמישות בחיבור לחוות-רפש וצינורות מילוי בעת היווצרות החום. נוסף לתכונותיו אלה, הוכיחו הניסויים כי המכל החדש מצטיין גם בכושר ספיגת אנרגיה גבוהה יותר מאשר המכלים המ-קובלים והכבדים יותר.

ומעכבים את התלקחותו. לאחרונה נתבררנו על פיתוח חדש המשלב את שתי הגישות. המכל החדש עשוי קליפת פלסטיק פנימית המוקפת על-ידי קצף פוליאוריטן והסגורה כולה במעטפת חמרן. המכל מצא את שימושו הן ברכב והן בשימושים תעשייתיים אחרים הרגישים להתפוצצות. במקרה של פריצת דליקה בכלי-הרכב, ממיסה הטמפרטורה הגבוהה את קליפת הפלסטיק הפנימית ואת מעטפת הקצף, ומאפשרת לאדי הדלק לצאת מבעד נקבי-האורור של מכל החמרן החיצוני. שחרור אדי הדלק מונע את היווצרותו של לחץ גבוה ומפחיתה את סכנת ההתפוצצות הבאה בעקבותיה.

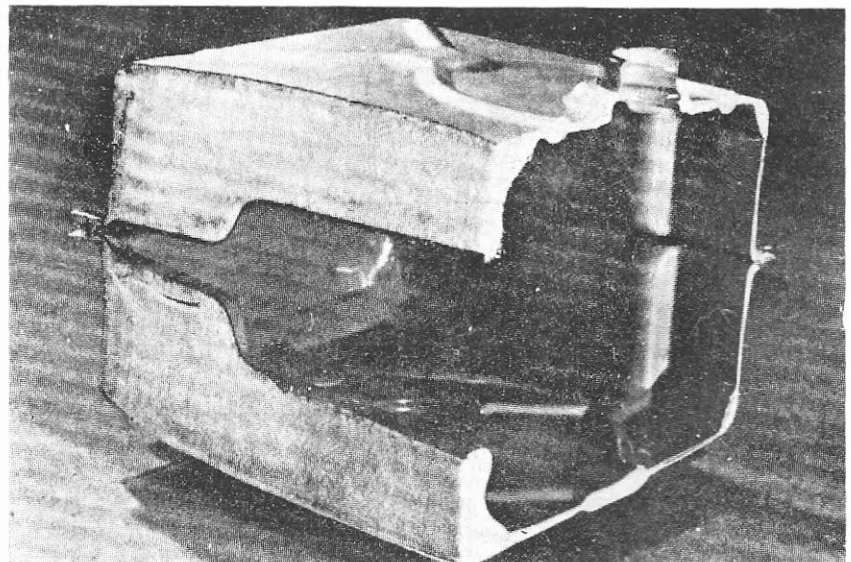
במערכות-חימוש מס' 45 עמדנו במסגרת המאמר „מכלי-דלק בטוחים“ על החידושים האחרונים בתחום התכנון של מכלי-דלק העמידים בפני התפוצצות. מלכתחילה פותחו מכלי הדלק הללו עבור נהגי מכוניות המירוץ הצפויים לסכנת התלקחות. יש לזכור כי לבד מדפנות חמרן שעוביין 1.5 מ"מ אין כל חציצה בין הנהוג במכוניות אלה לבין „אמבטי-יית הדלק“. אולם, לא רק נהגי מירוץ עלולים להתלקח עקב תאונה, ועל-כן נותנים המומחים את דעתם על פיתוח מכלי-דלק „בטוחים“. חלק מהפיתוחים החדשים שם את הדגש על תכנון מכל העמיד, בשל חוזקו, בפני פגיעה וחלק אחר מתרכז בפיתוח נוזלים לכיבוי-אש המתער-בים — בעת פגיעה במכל — בבניין

מנויים שתוקף מינויים השנים עומד להסתיים, מתבקשים לפנות בהקדם להוצאה לאור של משרד הבטחון, הקריה רח' ב' מס' 29 תל-אביב, ת"ד 7103, לחידוש-המנוי השנתי.

בעניני השלמת חברות חסרות, הודעה על שינוי מעון, אי-קבלת הביטאון, יש לפנות להוצאה לאור של משרד הבטחון, הקריה, רח' ב' מס' 29 תל-אביב, ת"ד 7103.

מידע נוסף על מאמרים שנת-פרסמו, ניתן לקבל על-ידי פנייה בכתב למערכת „מערכות-חימוש“ ד"צ 2128 צה"ל.

החלל בין המכל הפנימי לבין קליפת החמרן החיצונית מלא בקצף פלסטי. במקרה של פריצת דליקה נמסים החומר הפלסטיים ומשחררים את אדי הדלק מבעד הנקבים שבמכל החמרן ומונעים, על-ידי כך, לחץ העלול לגרום להתפוצצות.

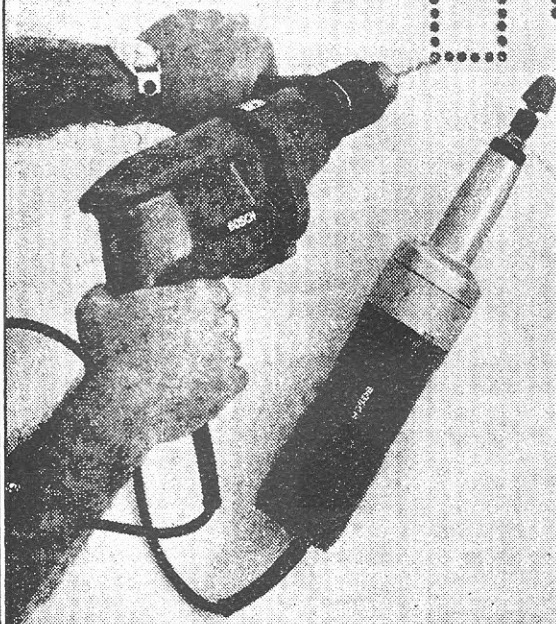


BOSCH

כלי עבודה

הענלים

המאומסים



למלאכה לתעשייה ולבניה.  
**בוש** - כאשר האיכות קובעת.  
מבחר מגוון של כלים לכל סוגי עבודה.  
**בוש** - מוויטיק עולמי לכח, בטיחות ואורך חיים.

**BOSCH לדיקו בע"מ**

תל-אביב, רח' החשמלאים 91 טל 268857  
חולון, רח' המלאכה 15 (נ"י טמבו) טל 841975, 840920  
חיפה, המפרץ, רח' שוקר (כביש 44) טל 72201

# "מאיר"

חברה למכונניות ומשאיות בע"מ

בבעלות מאיר קז ובניו,

הסוכנים הבלעדיים בישראל של

# VOLVO

תל-אביב, רח' קרליבך 23, טל. 289191

חברתנו מפעילה עתה גם מכונניות בשיטת

LEASING

בתנאים נוחים

תל-אביב, רח' אבן גבירול 9, טל. 222205

מוסד מרכזי מודרני לשרותים  
"מאיר" בע"מ

פתח-תקוה, קרית מטלון, טל. 911133

טרקטורים ומנועים

## בולינדר - פנטה