

מגזר הביטחון



66



# Johnson



המנוע המשוכלל בעולם  
לכל תכלית ולכל מטרה  
לחובבים ולמקצועיים  
מ-2 כ"ס עד 235 כ"ס



**מוריס גרינברג בע"מ**  
**MORRIS GREENBERG LTD.**

דרך שלמה 83, תל-אביב  
טלפון 827572 . 824725





**ב ת ו כ ן :**

2 קנה-התותח חלק-הקדח — רינמטל 120 מ"מ  
ר. מלר

9 חיבורי דבקים

18 מערכות ירי ובקרה בטנקים  
ר. מ. אוגורקיביץ

27 תהליכי הריתוך של נתכי-האלומיניום  
ד"ר מנחם גבע

**מ ד ו ר י ם**

22 אצלנו בחיל

14 צבאות-עולם

32 מענין ומועיל

העורך: **רס"ל נסים נפתלי**

עיצוב השער ואיורים: **אפי**

הצילומים במדור "אצלנו בחיל" נעשו  
עלידי צלמי מפקדת-החיל.

**בשער** — טנק ג'יאופרד-2 חמוש בקנה-תותח חלק-קדח בן 120 מ"מ.

**מערכות**  
בית ההוצאה של  
צבא הגנה לישראל

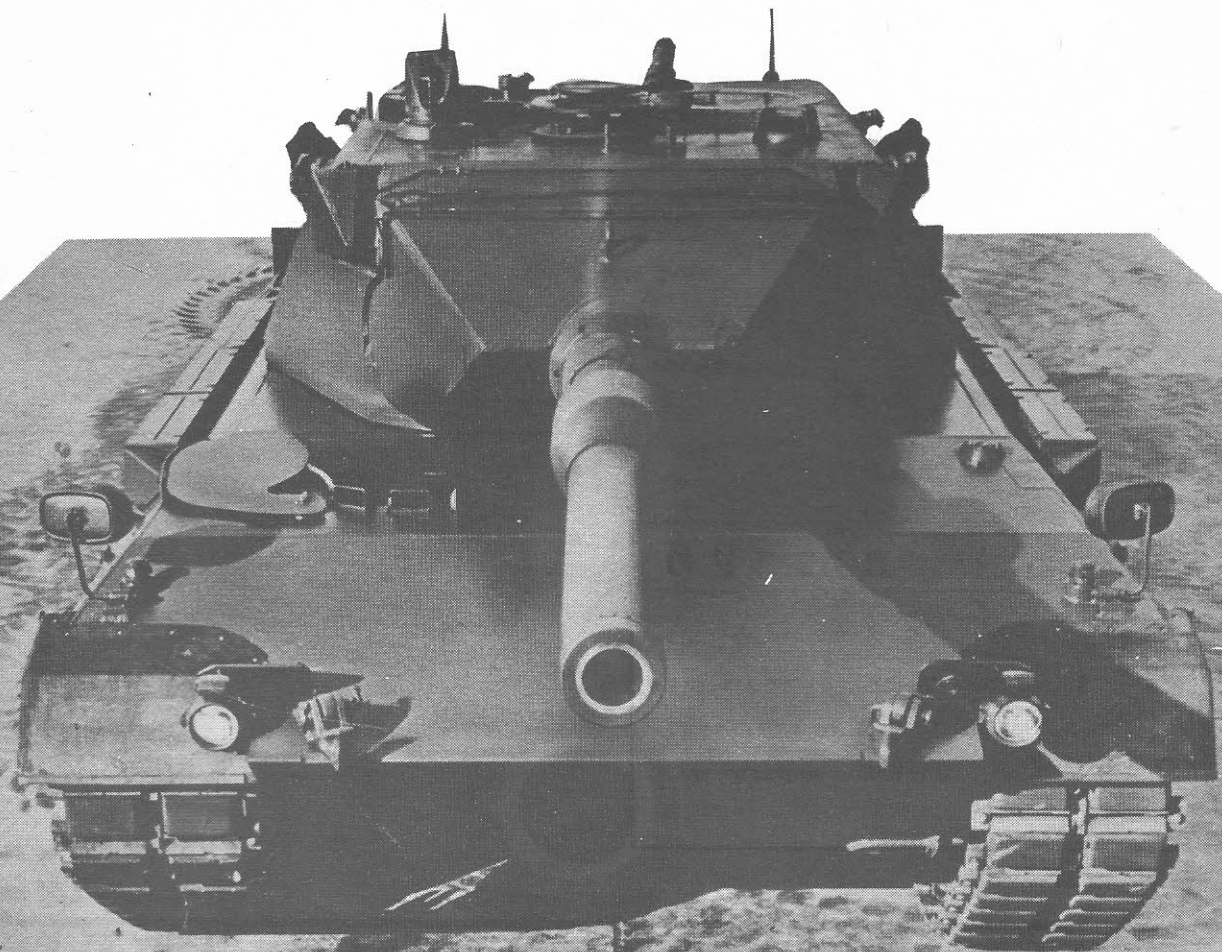
עורך ראשי: סא"ל יעקב זיסקינד  
סגן עורך ראשי: רס"נ מיכאל הירשפלד  
"מערכות": עורך — סא"ל יעקב זיסקינד  
"קשר ואלקטרוניקה": קצינת עריכה — לנה גרי

# קנה-התותח חלק-הקדח רינמטל 120 מ"מ (א')

קנה-התותח חלק-הקדח בן 120 מ"מ מתוצרת „רינמטל“ (מערב-גרמניה), הוא כיום התותח התקני בטנק ליאופרד-2. על מנת לקיים את עקרון האחידות בציווד של ברית-ההגנה הצפון-אטלנטית (נאטו), מתבצעים ניסויים השוואתיים בין קנה-התותח הזה ובין הקנה הבריטי המחורק בן 120 מ"מ (המורכב על הציפטיין) והקנה האמריקאי המשופר בן 105 מ"מ. הניסוי האחרון בין שלושת תותחי-הטנק נערך באברדין (ארה"ב) בדצמבר 1977, ותוצאות בלתי-רשמיות מצביעות על קנה-התותח הגרמני מתוצרת רינמטל כתותח בעל הביצועים הטובים ביותר.

בחלק זה של המאמר מוסברת המחשבה שהביאה לפיתוח קנה חלק-קדח בן 120 מ"מ וכן מתוארים בעיות הפיתוח של הקנה והפיתוח עצמו. בחלק ב' של המאמר, שיפורסם בחוברת הבאה, תואר מערכת התותח עצמה ותחמושתה, וכן תובא סקירה על השגות הבריטים בנושא בחירת הקנה העתידי.

מאת ר. מור





סמך המקורות, חדר התותח בן 120 מ"מ את המטרה המשולשת הכבדה של נאטו ממרחק של 2,200 מטר לעומת טווח מקסימלי של 1,800 מטר בתותח 105 מ"מ.

מקורות אחרים מציינים לעומת זאת, שיחס הטווח הקרבי בין התותח בן 120 מ"מ עם התחמושת הקינטית ובין התותח האמריקאי בן 105 מ"מ עם הכדור XM735E1 הוא גדול יותר באופן משמעי ואפילו הגיע ליחס של 2 ל-1 לטובת הרינמטל. רק הגירסה המשופרת E2 של הכדור XM735 יכולה היתה לעמוד בדרישות, אף כי הטווח הקרבי של הכדור הזה כנגד המטרה המשולשת הכבדה של נאטו עדיין נחות לעומת זה של התותח 120 מ"מ ועומד, בהתאמה, על יחס 1 ל-1.7.

מבין הארצות שצבאותיהן משתמשים בליאופרד, הרי ההולנדים לפחות הפגינו התעניינות בליאופרד-2 ובקנה-התותח חלק-הקדח בן 120 מ"מ. כמו כן, ידוע על שיחות עם צרפת בדבר הסכם על קליבר אחיד בן 120 מ"מ.

## המחשבה

מן השיחה עם ראש מחלקת הפיתוח בחברת רינמטל, ניתן לעמוד על הסיבות שהביאו להצלחה הניכרת של קנה-התותח חלק-הקדח בן 120 מ"מ וכן לחוות דעה על השאלה, אם הדגם של רינמטל עשוי להיות תותח-הטנק ב-20 השנים הבאות.

בהתאם לדרישה של נאטו ושל צבא מערב-גרמניה, שתותח-הטנק המתוכנן יחדור את המטרה המשולשת הכבדה של נאטו מטווחים קרביים גדולים יותר — מעל 2,000 מטר — החליטה חברת רינמטל לדון בבעיה, כאשר סדר הטיפול בנושאים היה — מטרה, תחמושת, נשק — ובסופו של דבר הגיעה להחלטה על קנה-תותח חלק-קדח בקליבר 120 מ"מ.

משימתו העיקרית של תותח-הטנק, היא לחדור את השיריון של טנקי האויב, ודבר זה אפשרי בעזרת שלושה סוגי תחמושת: כדור נפיץ פלסטי או מעיך; כדור נפיץ בעל מטען חלול; כדור חודר-שיריון/מינעל או בעל אנרגיה קינטית.

בהתחשב בשימוש ההולך וגובר בשיריון מרווח, אין עוד כל חשיבות לכדור הנפיץ/הפלסטי או המעיך, משום שהוכח, שפיצול פנים-החומר במטרה אינו אמין מספיק. זאת ועוד, בשם „שיריון מרווח“ נכללות ההשפעות הנובעות מתכנון המבנה של טנק המערכה (למשל, לוחות המגן המכסים את המזקו"ם, המזקו"ם עצמו ושיריון התובה). כדוגמה נוספת לשימוש בשיריון המסודר ברווחים, ניתן לציין את ה-T62, שהותקנו בו לוחות שיריון נוספים. התחמושת הנפיצה/פלסטית, לטענת ראש מחלקת הפיתוח ברינמטל, מתפוצצת מיד עם ההיתקלות בלוח השיריון הראשון או בשיריון

בעתיד הקרוב ביותר, עשויים מוסדות „נאטו“ וה„פנטגון“ להחליט על תותח-טנק, שייבחר מבין שלושת תותחי הטנק שהשתתפו לא מכבר בתחרות השוואתית — הבריטי בקוטר 120 מ"מ, האמריקאי המשופר בקוטר 105 מ"מ, והגרמני חלק-הקדח בקוטר 120 מ"מ. קנה-התותח שיבחר, יהיה בעתיד החימוש העיקרי בטנקי-המערכה של נאטו ושל צבא ארה"ב. ניסויי הירי, שהיו אמורים לפתור את השאלה הזו, החלו בתחילת 1976.

אף-על-פי שמקורות רשמיים לא פירסמו כל פרטים על הניסויים או המסקנות, נודעו כמה פרטים מעניינים הנוגעים לניסויי הירי של שלושת הקנים. לפי הפירסומים האלה, התמיד התותח הבריטי בן 120 מ"מ ביכולת פגיעה טובה מאוד, אך כוח החדירה של התחמושת חודרת השיריון/מינעל שלו היה נחות לעומת זה של מתחריו, שירו כדורים בעלי אנרגיה-קינטית ומיוצב-סנפירים.

ביצועיו של התותח האמריקאי המחורק בן 105 מ"מ הרשימו מאוד. תותח זה ירה את התחמושת המשופרת XM735E2, שהוא כדור תת-קליבר, מיוצב-סנפירים, בעל אנרגיה-קינטית, המצויד בטבעת אטימה מתפרקת. תותח זה עלה בדיוקו על מתחריו, אולם כוח החדירה שלו היה קטן בבירור מזה של התותח הגרמני חלק-הקדח בן 120 מ"מ, שתוכנן על ידי חברת „רינמטל“.

בין שלושת כלי-הנשק האלה, נודע, שהתותח הגרמני היה היחיד שעמד בכל הדרישות שנקבעו לתחרות למרות שבהשוואה לתותח האמריקאי הוא השיג דוגמת פגיעה בעלת פיזור ממוצע הגדול יותר ב-15%. עם זאת, אם מביאים בחשבון את הטעויות של כל המערכות, מתברר בהערכה כוללת, שהתותח רינמטל הוא הטוב ביותר.

לעומת הציפטיין הבריטי, המצויד בתותח מחורק בן 120 מ"מ מאז 1965 ולעומת הליאופרד-2 הגרמני המצויד בתותח חלק-קדח בן 120 מ"מ מתוצרת רינמטל, הרי ההשקפה האמריקאית — לפחות הרשמית — היא שהשארית התותח המחורק בן 105 מ"מ בשירות, על היתרונות הלוגיסטיים הנובעים מכך, ובצירוף התחמושת המשופרת בעלת האנרגיה הקינטית, היא דרך יעילה יותר, מבחינת יעילות ההוצאות, להגדיל את הערך הקרבי של שיריון נאטו בעתיד.

עם זאת, נמסר לא מכבר, שבארצות הברית הולכת וגוברת ההתעניינות בקליבר 120 מ"מ. קשה לקבוע עדי כמה קשורה התעניינות זו להופעתו של הטנק הסובייטי החדש T72/T64, החמוש בתותח חלק-קדח בן 122 מ"מ או 125 מ"מ. כן קשה להעריך את ההשפעה של התוצאות הטובות שהשיג התותח הגרמני בן 120 מ"מ במהלך ניסויי-ההשוואה, שבהם על

בשער — טנק ליאופרד-2 חמוש בקנה-תותח חלק-קדח בן 120 מ"מ.



המוסף, כך ששום תופעת פיזול אינה מתרחשת בעומק השיריון העיקרי. על כן, התחמושת היחידה המתאימה לטנק-המערכה החדש, היא המטען החלול או התחמושת הקינטית.

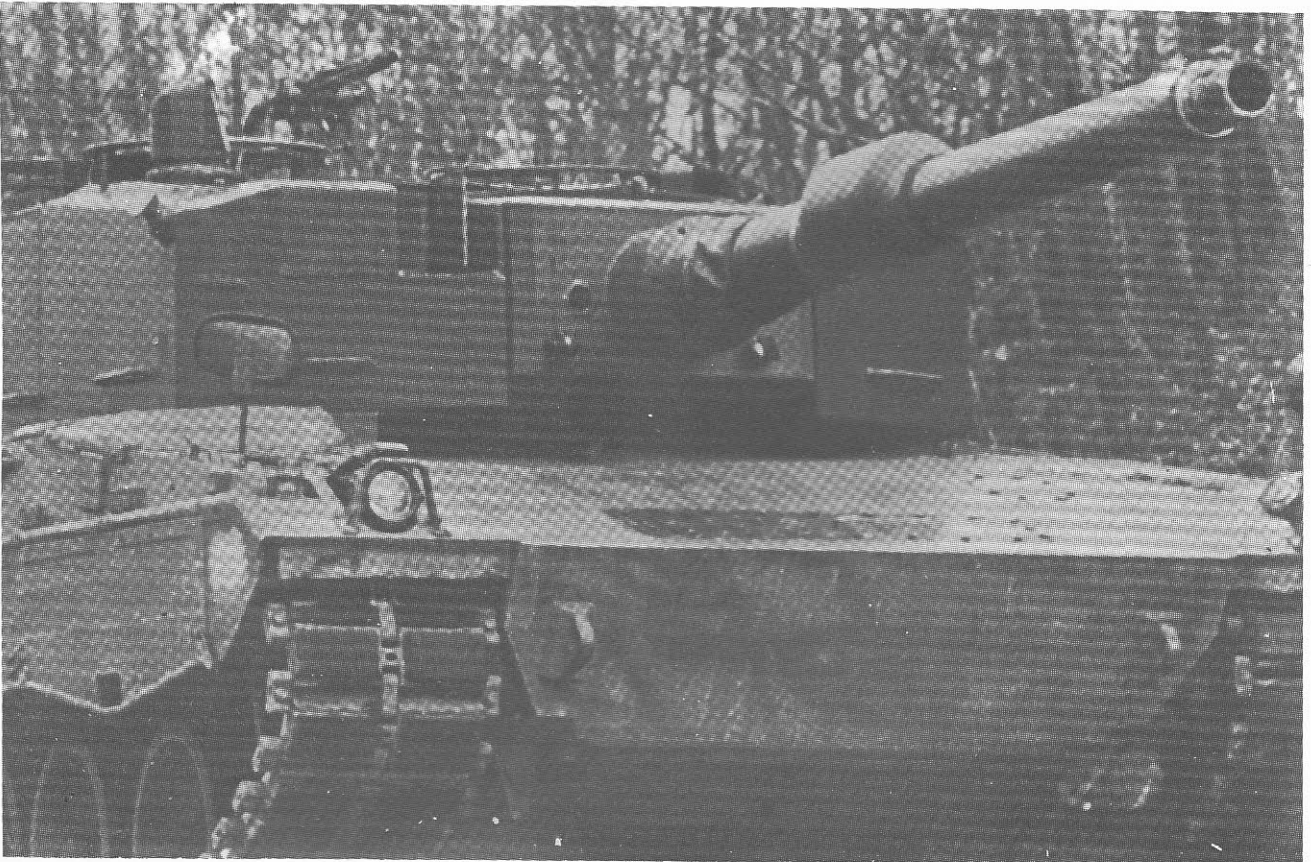
התחמושת חודרת השיריון/מינעל או התחמושת בעלת האנרגיה הקינטית היתה זמן מה מסוג תת-קליבר. סוג זה איפשר מצד אחד להגיע למהירות לוע גבוהה (v) ומצד שני לשמור על מצב, שבו ירידת המהירות לאורך מסלול התעופה תהיה מינימלית, על ידי צמצום קוטר הכדור וכתוצאה מכך, הקטנת העומס של התנגדות האויר על שטח החתך. בדרך זו, האנרגיה הסגולית של הכדור, זו האחראית לאפקט במטרה (כלומר, מסה גדולה בעלת קוטר קטן ומהירות פגיעה גבוהה), היתה יכולה להיות גבוהה ככל האפשר. אבל ידוע, שחלוקת המסה של כדור בעל קליבר נתון היא פונקציה של החומר שממנו הוא מורכב ושל אורכו, והמשתנים המכריעים הם, היחס בין האורך והקוטר, והצפיפות הממוצעת. לצפיפות הממוצעת יש גבול מוחלט במתכת כבדה ובמתכת קלה, יש להתחשב בעובדה שבנוגע לצפיפות החומרים נקבעו כבר גבולות ברורים. אפילו חומרים צפופים יותר פשוט אינם ניתנים להשגה (אורניום מדולדל — depleted uranium נדחה על ידי רינמטל בשל חוסר האפשרות להשיגו מסיבות פוליטיות). מה שנותר הוא לייצר כדורים ארוכים יותר, על מנת לשמור על המסה הגדולה של

הקליע. בכדורים מיוצבי-סיחרור, הגבול המעשי הניתן להשגה ביחס שבין האורך והקוטר, הוא 5 בקרוב, תוך שימוש באזיות חירוק גבוהות. לעומת זאת, כדורים מיוצבי-סנפירים, ניתן, עקרונית, לייצר בכל אורך נדרש, והיום היחס בין האורך והקוטר בכדורים בעלי אנרגיה קינטית ומיוצבי-סנפירים הוא 12 בקירוב. מחשבות אלה הביאו לבסוף את חברת רינמטל לאימוץ הכדור מיוצבי-הסנפירים ובעל האנרגיה הקינטית. וכאשר יש בידי הצבא תחמושת מיוצבת-סנפירים, אין עוד צורך בקנה מחורק וסיבה זו הובילה שוב לייצורו של קנה-תותח חלק-קדח.

הואיל ולפי דעת נאטו וצבא מערב-גרמניה, דרוש לתותח-הטנק סוג שני של תחמושת כדי לפגוע במטרות משוריינות רכות או קלות ומכיון שהאויב יכול לשפר בעילות את הגנת השיריון שלו כנגד התוצאות של תחמושת קינטית או של מטען חלול, צריך שהתכנון של תותח-טנק חדש יביא את שניהם בחשבון.

אם נדרש לחדור מטרה בעלת שיריון מרווח, או אפילו את המטרה היחידה הכבדה של נאטו, יש הכרח לעבור לקליבר גדול מתאים. לדעת חברת רינמטל, הכדור הנפיץ בעל המטען החלול בקוטר 105 מ"מ,

**בתמונה** — הטנק המערב-גרמני ליאופרד-2AV, החמוש בקנה חלק-קדח בן 120 מ"מ מתוצרת רינמטל. עיקר המיגון של הליאופרד-2AV מבוסס על שיריון מרווח.







**בתמונה** — הטנק הבריטי ציפטיין MK5. מרכיב העוצמה הגדול ביותר של הטנק הזה הוא הקנה המחורק בן 120 מ"מ המותקן בו. מערכת בקרת-הירי החדשה שבה מצויד הטנק מאפשרת לנצל בצורה יעילה את הפוטנציאל הגלום בקנה הזה.

הגזים המקסימלי הוא 3,600 בר ב-21° צלסיוס. כוח החדירה הנדרש מתחמושת נפיצה בעלת מטען חלול, מילא תפקיד מכריע בבחירת הקליבר 120 מ"מ משום שהאפקט של התחמושת הזו, הקשור לטיב המטען החלול, תלוי בעיקר בקליבר. אולם, גם השימוש המוצלח בתחמושת הרב-שימושית כנגד מטרות משוריינות רכות וקלות הושפע במידה ניכרת מן הקליבר, שכן, ככל שהקליבר גדול יותר, כן ניתן לארוז חומר רב יותר בתוך תרמיל הכדור, וכן להתאים טוב יותר את מטען חומר הנפץ לתפקידו הרב-שימושי.

בחברת רינמטל מבטלים את המסקנה, הנראית הגיונית לכאורה, כי הקליבר 120 מ"מ נבחר בעיקר בשל ביצועיו של הכדור בעל המטען החלול. התשובה לכך היא, שמהירות-הלוע הגבוהה יחסית של הכדור הנפיץ בן 120 מ"מ נובעת לא רק מרמת הביצוע הגבוהה יותר של הבליסטיקה הפנימית, אלא גם מהקליבר הגדול יותר. כדוגמה, מביאים את קנה-התותח חלק-הקדח בן 105 מ"מ, היכול לירות אותו כדור בעל אנרגיה קינטית הנורה מקנה-התותח בן

חסר כיום כוח חדירה מספיק, אפילו כאשר מדובר רק בקליבר שלו. גם עובדה זו רומזת בבירור על מעבר לקליברים גדולים יותר, ובנוסף לכך רגישותו של הכדור בעל המטען החלול לגבי קצב הסיחרור בעת המגע עם המטרה, כל אלה, הביאו לאימוץ כדור מיוצב-סנפירים.

לו היו מייצרים כדור נפיץ בעל מטען חלול, שתוצאת ההתפוצצות שלו היתה שווה לפחות לזו המושגת כיום בעזרת הכדורים הנפיצים, היה צורך, לדעת חברת רינמטל, רק בשני סוגי תחמושת: הכדור בעל האנרגיה הקינטית, והצירוף של כדור בעל מטען חלול/נפיץ (רב-שימושי).

בקליבר הגדול יותר — בקוטר 120 מ"מ — אפשר לארוז חומר רב יותר בתוך תרמיל הכדור הרב-שימושי ולסדר את חומר הנפץ כך, שאפקט ההתפוצצות, בצורת רסיסים והדף, כנגד מטרות רכות יהיה טוב לפחות כזה של הכדור בן 105 מ"מ. לדברי ראש מחלקת הפיתוח ב-רינמטל נבחר הקליבר 120 מ"מ משום שמתחילת פיתוחו של הקנה הזה היו בטוחים שבזירת הקרב העתידה הקליבר 105 מ"מ אינו מתאים עוד. מכל מקום, קרוב לוודאי, שהסיבה לאימוץ הקנה הזה, היתה התשובה לקנה חלק-הקדח בן 115 מ"מ המותקן בטנק הסובייטי T62. לעומתו, מייצג הקנה בן 120 מ"מ את שלב חמשת המילי-מטרים הגבוה יותר.

אין להתעלם מכך שהקליבר הוא רק אחד הגורמים הקובעים את יכולתו של כלי-הנשק. גורם אחר הוא התיכנון של הכדור והבליסטיקה הפנימית\* הקבועה של התותח. באשר לבליסטיקה הזו, רינמטל כבר חרגה מעבר לרמת הביצוע הרגילה והעלתה את לחץ הגזים המקסימלי בקנה-120 מ"מ ליותר מ-5,000 בר ב-21° צלסיוס. לשם השוואה, בקנה-105 מ"מ, לחץ

\* **בליסטיקה**, הוא מדע העוסק בתופעות הקורות במערכת הנשק והתחמושת מרגע הירי ועד לגמר החדירה במטרה. הבליסטיקה מתחלקת ל-3 חלקים עיקריים:

**בליסטיקה מנימית** — עוסקת בכל התופעות, הקורות בקנה מרגע הירי ועד ליציאת הכדור מהלוע.

**בליסטיקה היצונית** — עוסקת בכל התופעות הקשורות למעוף הכדור, מרגע יציאתו מהלוע ועד לפגיעתו במטרה.

**בליסטיקה סופית** — עוסקת בכל התופעות הנוגעות למנגנון החדירה של הכדור במטרה.



## בעיות הפיתוח

העובדה שהתותח בן 120 מ"מ יכול, לפי מקורות רשמיים, לחדור את המטרה המשולשת הכבדה של נאטו מטווח של 2,200 מטר, הופגנה היטב בניסויי-ההשוואה. מכל מקום, עד לשלב הזה, היה צריך להתגבר על סדרה של בעיות פיתוח אשר במקרים רבים סללו את הדרך לעקרונות טכניים חדשים.

לגבי נושא התחמושת, צריך היה להתחשב בלחצי הגזים הגבוהים שבקנה-התותח — עד ל-5,400 בר בקירוב, וכן להתחשב בכך, שיש צורך להפנות את לחץ הירי, המתבטא בכמה מאות טונות, מסביב למינעל הכדור. בעיה נוספת, היתה בקרתם של כוחות הירי העצומים שהתפתחו בפגז עצמו, וזו נפתרה בעיקר על-ידי השימוש במעטפת פלדה ובגרעין העשוי ממתכת כבדה.

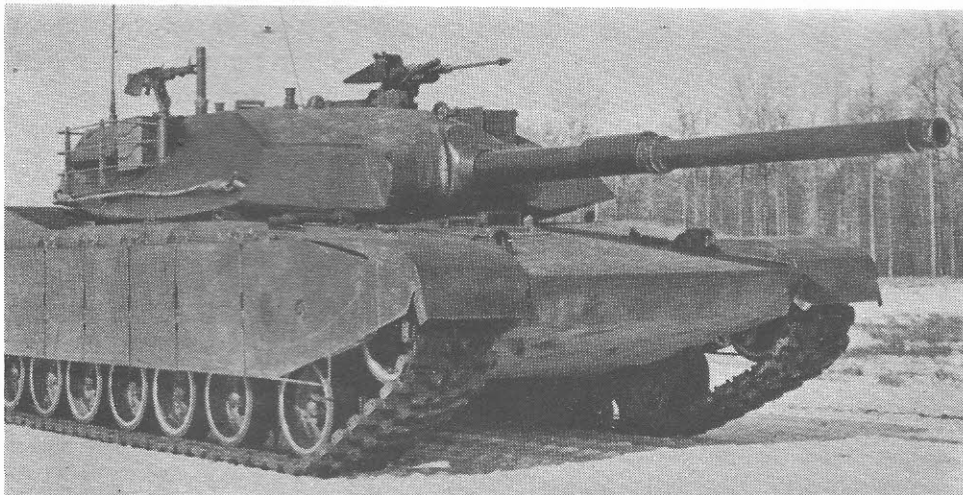
הקושי הגדול ביותר, היתה רגישותם של הסנפירים למאמצים תרמיים. על-פי חישובי עלות ועל-סמך הביצועים, לא ניתן היה להשתמש בסנפירי-פלדה, וכפיתרון עברו לסנפירי-אלומיניום. בלא טיפול מתאים למשטחים החיצוניים (טיפול שנעשה במהלך הפיתוח על ידי טכניקות חימצון שונות) בערו סנפירי-האלור מיניום בדומה לכדורים נותבים וכבר בתוך הקנה איבדו 2-1 ס"מ מהחומר. על כל פנים, גם בעיה זו נפתרה הודות להתקדמות בתחום הטיפול בסנפירי-אלומיניום.

הבעיה הטכנית הגדולה ביותר, לדברי חברת רינמטל, היתה טכנולוגית ההיפרדות של המינעל, כלומר, שחרורו מן הכדור בצורה חלקה. מיקומו של המינעל, שתוכנן ב-1964'5, נשמר למעשה עד היום, ורוב ארצות המערב אימצו עקרון-תכנון דומה מאוד. האמריקאים, למשל, משתמשים למעשה באותו מינעל בכדור XM735. חוץ מן השימוש בטבעת אטימה מתפרקת. קושי נוסף היה כרוך ביריית הכדור הרב-שימושי בעל הקליבר הרגיל מתוך קנה חלקי-קדה. כאן נודעה חשיבות מיוחדת להשגת הקבצה טובה של הסנפירים בתחום

120 מ"מ. רק מהירות-הלוע שניתן להשיג בקנה-105 מ"מ נמוכה יותר כתוצאה מהקליבר הנמוך יותר, והפרשה-מהירויות, לעומת הקנה בן 120 מ"מ, מתבטא ב-200 מטר לשניה בקירוב.

הפרשה-מהירות הזה, כבר מבטיח לתותח בן 120 מ"מ יתרון מכריע בטווח ובכוח החדירה על פני קנה-התותח חלקי-הקדה הסובייטי בן 115 מ"מ. שיטות הייצור של התחמושת הקינטית הסובייטית אינן מתקדמות כמו אלה של ה-רינמטל 120 מ"מ, לא רק באמצעים להשגת מהירות-לוע גבוהה, אלא גם בתחום הבליסטיקה הסופית. רמת הביצוע של הכדור הסובייטי בן 115 מ"מ כמעט זהה לזו של ה-רינמטל-105 מ"מ מיוצב-הסנפירים ובעל התחמושת הקינטית, שהוא עצמו זהה ל-XM735 האמריקאי, מחוץ למינעל. כן מאמינים בחברת רינמטל שבהתבסס על הערכה חיצונית של הטכנולוגיה הסובייטית בקנה-115 מ"מ, עדיפה התחמושת הקינטית בת 120 מ"מ על פני הכדור הקינטי הסובייטי החדש בן 122 מ"מ או 125 מ"מ, אף כי עד היום מעטים הנתונים שניתן להשיג על התחמושת הזו.

ראש מחלקת הפיתוח ב-רינמטל מאמין, שכל תותח-טנק חדיש, ובכלל זה התותח בן 120 מ"מ, יכול בעזרת מערכת בקרת-אש חדישה ובתנאי ראות נאותים ל"העסיק" מטרת שגודלן וניידותן כשל טנק-מערכה מטווחים של 3,000 מטר ואף 3,500 מטר. כאשר מדובר על התוצאה במטרה, קרוב לוודאי, שגם בעתיד, יהיה הכרח להתחשב בעובדה שיכולתו של הקנה בקוטר 120 מ"מ, במצבי לחימה רבים, לא תאפשר טווחים קרביים של יותר מ-2,000 מטר. ביצועיו של הקנה תלויים גם במצב המטרה ובזווית ההתקפה; זווית השיפוע של שריון המטרה עשויה להשתנות בקלות מ-70° למשל ל-75°. גם לגבי הטנק הסובייטי החדש T72/T64, אפשר שמצבי המטרה, בזווית התקפה מסוימת, יורידו את הטווח הקרבי מתחת ל-2,000 מטר, אפילו לגבי קנה-התותח חלקי-הקדה בן 120 מ"מ.

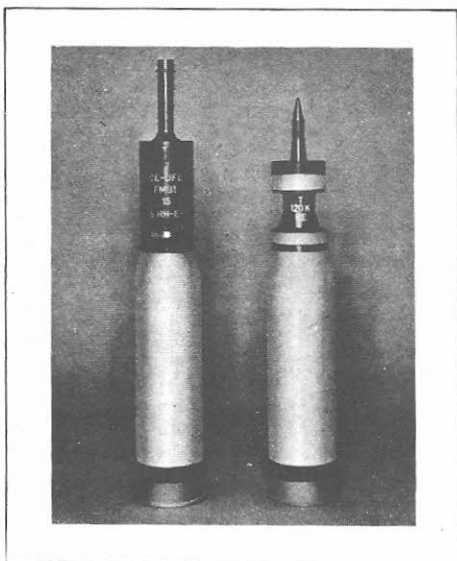


**בתמונה** — ה-XM1 האמריקאי מתוצרת חברת קרייזלר, החמוש בקנה מחורק משופר בן 105 מ"מ. התותח ותחמושתו נחשבים כיערי-לים ביותר כנגד כל הסוגים המוכרים של שריון ואף כנגד אלה שצפויה הופעתם בסוף שנות ה-80. למרות זאת, כבר בשנת 1976 תוכנן צריח הטנק הזה מחדש, על מנת שאפשר יהיה להתקין בו קנה חלקי-קדה או מחורק בן 120 מ"מ, בלא לבצע שינויים גדולים במבנה.



הפיתוח המלא והממשי של קנה-התותח חלק-הקדח ושל תחמושתו החל בשנת 1969, שבה הוטל תכנון כלי-הנשק על חברת רינמטל בלבד; רק לאחר שהוחל בפיתוח, שולבו חברות אחרות בתוכנית. הפיתוח התקדם למרות הקשיים שהוזכרו קודם ובאמצע 1974 נסתיימו ניסויי היצור בכדור 120 מ"מ בעל האנרגיה הקינטית. בעקבות הניסויים האלה, באו הניסויים הטכניים הרשמיים. במקביל להם, נערכו במערב-גרמניה ניסויים מבצעיים עד סוף 1974 ובשנת 1975, נערכו ניסויים מבצעיים במזג אוויר חם וקר בקנדה ובארה"ב.

בימים אלה, עוסקים בחברת רינמטל בשיפור מערכת התותח והתחמושת וכן בפיתוח הסופי של כמה פרטים חשובים, כגון, הבטחת האיכות של הכדור הנשרף ושילוב הרכיבים בכדור הרב-שימושי. עבודה זו אמורה להסתיים במחצית 1978, עם קבלת הרשות להכנסה לשימוש מבצעי. ראשיתו של הייצור-הסדרתי מתוכננת למחצית 1979.



**בתמונה** — תחמושת 120 מ"מ לקנה חלק-הקדח של רינמטל. מימין — הכדור הקינטי, ומשמאל — הכדור הרב-שימושי מיוצב-הסנפירים.

## עלויות

הוצאות הפיתוח לתוכנית (תותח ותחמושת) שמומנו במידה רבה על ידי ממשלת מערב-גרמניה הגיעו ל-83 מיליון מרק בקירוב, כאשר התפלגות ההוצאות היא 60% לפיתוח התחמושת ו-40% לפיתוח התותח. עד לתחילת הפיתוח המלא ב-1969, טוענת רינמטל, שלא היתה מסגרת כספית מקיפה למימוש התוכנית וזו נקבעה רק לאחר שתוכנית ה-ליאופרד-2 הוגדרה בבירור. אין בידי חברת רינמטל תשובה ברורה בנוגע לעלויות הייצור החזויות של התותח והתחמושת, אולם מחירה של מערכת הנשק בת 120 מ"מ, בכמויות סבירות, יעמוד ביחס ישר למערכת הנשק בת 105

הקליבר, מאחורי הגוף הקטום של הפגז. על כן, היה צורך להאריך את צינור סנפירי-הזנב ולבצע שיכולים אווירודינמיים במשטחי הסנפירים כדי להשיג את יציבות המעוף הדרושה לפגז הרב-שימושי.

באשר לכדור בשלמותו, היה צורך לפתח את הטכנור-לוגיה של הכדור הנשרף-בחלקו, לרבות הבעיה הכללית של חיבור הרכיבים העצמאיים — מבסיס הפלדה והצינור הנשרף וכן מהצינור הזה אל הפגז. כן היתה בעיה טכנולוגית נוספת שנפתרה בינתיים והיא השגת האחידות הבליסטית הפנימית בלחצי הגזים הגבוהים בתחום הטמפרטורות 40— עד 70+ מעלות צלסיוס. על הקשיים האלה השתלטו היום בלא מגבלות, למן השיפור הניכר של הבליסטיקה הפנימית ועד לפתרון בעיית העומסים על רכיבי הנשק ואורך החיים של המכללים.

## הפיתוח

בשנת 1964, עשרים שנה לאחר שעובדו היסודות הטכנולוגיים של פגז מיוצב-סנפירים לצורכי ארטי-לריה, החלו הניסויים בפגז הזה לצורך השימוש בטנקים. לאחר מלחמת העולם השנייה נשאר המערב בשלב הניסויים בפגזים מיוצבי-סנפירים, בו בזמן שבמזרח, כבר בשנות ה-60 הראשונות, הוכנס הפגז הזה לשירות מבצעי בטנק T62.

מומחי התחמושת המעטים שהיו במערב-גרמניה בעת שחברת רינמטל החלה לפתח פגז מיוצב-סנפירים (1964) הטילו אז ספק באפשרות להשיג דוגמת פגיעה סבירה על ידי פגזים בעלי מהירות גבוהה ומסכול תעופה שטוח (בעת ההיא לא שמעו על ה-T62 ועל קנה-התותח חלק-הקדח בן 115 מ"מ שהותקן בו). חרף התחזיות של כל המומחים, עברו רק שנתיים עד שאומתה עקרונית האפשרות לירות פגזים מיוצבי-סנפירים מתוך קנים חלקי-קדח, אף במהירויות-לוע גבוהות מאוד; יכולת הפגיעה עצמה הופגנה זמן קצר לאחר מכן.

לאחר קבלת ההוכחה הבסיסית הזאת אפשר היה להניח הצדה את המחקרים הבסיסיים שנעשו בקנים מחורקים בני-120 מ"מ והעבודה הצטמצמה למחקר רכיבים ולניסויים מעשיים בפגז בעל מהירות-לוע גבוהה.

בשנת 1966/7 החלה העבודה להשגת כוח החדירה הנדרש. בשלב זה, לא רק שהיה צריך לעבד מחדש את הטכנולוגיה של פגזים בעלי מהירות-לוע גבוהה וקנה-תותח חלקי-קדח, אלא להיענות לאתגר החדש שאותו ייצגה מטרת השיריון החדשה בעלת המרווחים הרבים. לאחר שהוכח שניתן לחזור גם את השיריון המסודר ברווחים על-ידי כדורים מיוצבי-סנפירים, חלה הפוגה מסוימת במימוש התוכנית כתוצאה מקשיים כספיים בתקציב הממשלתי.



הביצועים של הקנה בן 120 מ"מ. כחלק מתהליך השיפורים הצפוי, ניתן לציין את עבודת הפיתוח הרבה הנעשית בחברת רינמטל בקנה-התותח חלק-הקדח בן 105 מ"מ.

לדעת רינמטל, מצטיינת התחמושת בעלת האנרגיה הקינטית ברמת הביצוע הגבוהה ביותר שניתן להשיג ופוטנציאל החדירה שלה — לפחות בקליבר 120 מ"מ — ניתן בבירור להגדלה נוספת. קשה לחזות כיצד יושג השיפור הזה, אומר ראש מחלקת הפיתוח בחברה, אך הוא אינו מאמין שבמערב אירופה הפיתרון יהיה שימוש באורניום מדולדל לפגזים בעלי אנרגיה קינטית, אף כי אין הדבר מציג שום קושי מבחינה טכנית.

את הפוטנציאל הגדול יותר של התותח בן 120 מ"מ זוקפים ברינמטל גם לזכות השימוש בתחמושת המיוחדת בשדה, ובהקשר זה מציינים במיוחד את הפגז נגד-מסוקים הנמצא כעת בפיתוח. הפגז הזה ייצור את אפקט הריסוק האפשרי החזק ביותר במטרה או בסביבה ולכך יש קשר ישר לגודל הפגז ולמשטחו החיצוני ומכאן לקליבר שלו.

(המשך בחוברת הבאה)

מ"מ. באשר לעלות התחמושת, צוינו מחירים השווים תיים לתחמושת האמריקאית XM735 בת 105 מ"מ, בעלת האנרגיה הקינטית. בהתבסס על אלה, עשוי מחירו של הכדור בן 120 מ"מ בעל האנרגיה הקינטית להיות יקר יותר ב-10—12 אחוז בקירוב והכדור הרב שימושי בן 120 מ"מ יהיה יקר יותר ב-6 אחוז מהכדור האמריקאי XM735.

## פוטנציאל הפגיעה

לדברי חברת רינמטל, ניתן עוד לשפר את יכולת הפגיעה של קנה-התותח חלק-הקדח בן 120 מ"מ. קיימות בחברה תוכניות לצמצם את הפיזור הממוצע בירי כדורי-120 מ"מ, וזאת, בעיקר על-ידי שיפורים בתחמושת. כבר במהלך ניסויי-ההשוואה שנערכו באנגליה, היה הפיזור הממוצע של הרינמטל 120 מ"מ גדול מזה של התותח המחורק האמריקאי בן 105 מ"מ שירה את התחמושת XM735.

באשר לטווח וליכולת החדירה של התחמושת בת 120 מ"מ, קיימות הצעות מעשיות להגדילם ב-30%, מבלי להגדיל את הביצועים הבליסטיים הפנימיים. את התחמושת המשופרת הזו אפשר יהיה לירות מבלי לשנות את התותח הקיים בן 120 מ"מ. עם זאת, נראה, שב-10 השנים הבאות יהיה צורך לשפר עוד את



## G.C. ELECTRONICS (Israel) LTD.

רחוב החשמל 5, תל-אביב, טל: 625657

האירוסולים המעולים ביותר לתעשייה האלקטרוניקה  
מתוצרת: **KONTAKT CHEMIE** גרמניה



ממיס תחמוצות, לנקוי מגעים.  
מגן בפני קורוזיה, להגנה על מגעים חדשים.  
ממיס שומנים.  
לקה להגנה ולבידוד, מיוחד למעגלים מודפסים.  
ספריי צילום מעגלים בשיטת הפוזיטיב.  
לקה למעגלים, מונע הלחמות קרות, לנקוי.  
ספריי טפלון, לשימוש במקום ששמן מזיק.  
ספריי לנקוי ראשים לטייפים, וכן למחשבים.

קונטקט-60:  
קונטקט-61:  
קונטקט-WL:  
פלסטיק-70:  
פוזיטיב-20:  
ס.ק. 10:  
קונטקט-85:  
וידאו-90:

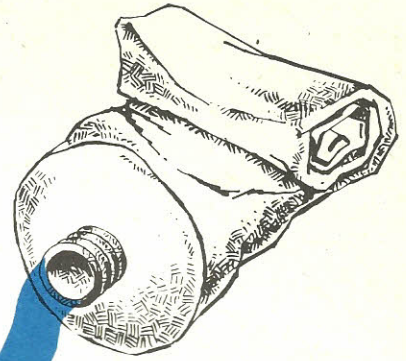
חברת טלביטון אלקטרוניקה בע"מ, רחוב בילטמור 9, תל-אביב,

הנציגים הבלעדיים של חברת BISHOP U.S.A. בארץ, שמחים להודיע על שיפור נוסף בשירות.

מעתה והלאה תהיה חברת G.C. ELECTRONICS המפיץ המורשה הבלעדי של מוצרי BISHOP למכירות מהמלאי בארץ. לקנייה מהמלאי נא לפנות לחברת G.C. ELECTRONICS רחוב החשמל 5, תל-אביב.



# חיבורי דבקים



באופן אחיד על כל פני-השטח של המחבר. השימוש בדבק מבטל את הצורך בחורים (לברגים או מסמרים) או בהרזים (לשגמים וכיו"ב) וכך מונעים אפשרות של היווצרות ריכוזי מאמצים. לעובדה זו חשיבות רבה במקומות שבהם העומסים הם מחזוריים, מכיון שהחיבור-הדבקי עמיד בפני התעייפות.

**קורוזיה** — העובדה שבחיבור דבקי אין, בדרך כלל, צורך בחורים או בהרזים מגדילה את עמידות החיבור בפני קורוזיה, שמתחילה בדרך כלל מחורים וחרזים.

**ריסון** — במקומות שיש לרסן תנודות, ניתן להשתמש בדבק בעל גמישות מסוימת. דבק כזה יספוג את אנרגיית התנודות וישחררה מבלי להזיק לחלקים המחוברים.

**התפשטות-תרמית** — בחיבור חלקים מחומרים שונים (מתכות שונות, או מתכות וחומרים אורגניים או פלסטיים), קיימת בעיה של מקדמי התפשטות-תרמית שונים הגורמים להתפשטות בלתי-אחידה של חלקים בחימום או בקירור. התפשטות בלתי-אחידה גורמת למאמצים נוספים במחבר והיכולת להעביר עומס קטנה. כאן ניתן להשתמש בדבק גמיש יחסית, היכול

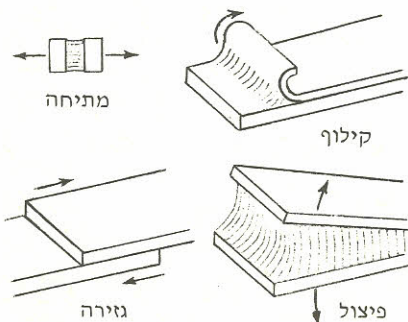
הדבקים שימשו את בני-האדם עוד לפני מאות שנים כאמצעי חיבור וסתימה. אז, מצאו את הדבקים בטבע — שיחים, עצמות, שרף עצים ואפילו דם-חיות. במשך השנים פותחו דבקים חדשים וגם נמצאו בטבע חומרים חדשים. טכנולוגיית הדבקים קיבלה תנופה בתחילת המאה ה-20 ושימוש תעשייתי נרחב בדבקים החל בשנות מלחמת-העולם השנייה, במיוחד בתעשיית מטוסי-הקרב.

כיום, ישנם אלפי סוגים של דבקים ורובם מורכבים מחומרים סינתטיים שפותחו במעבדות. היסודות העיקריים המרכיבים את הדבקים האלה הם: פחמן, חמצן ונתרן. קיימים גם יסודות אחרים, כגון נחושת, עופרת וטיטניום, המשמשים כמזרזים וכמשפרי-תכונות של הדבק. במאמר זה, נסקור בעיקר את השימוש בדבקים בהנדסת-מכונות.

## יתרונות

מטרתם של הדבקים בחיבורים מכניים היא, בדרך כלל, להעביר עומס מחלק אחד למשנהו. העברת העומס יכולה ליצור בדבק מאמצי לחיצה, מתיחה, גזירה, קילוף או פיצול (ציור 1). מאמצי קילוף או פיצול נוצרים כאשר קיים ריכוז של עומס לאורך הקו. מאמצים אלה הרסניים, בעיקר כאשר אחד המחוברים עשוי מחומר גמיש. רוב הדבקים הם בעלי עמידות גבוהה בגזירה ועמידות נמוכה יחסית בפני קילוף או פיצול; על כן, רצוי להשתמש בדבקים לצורך העברת מאמצי גזירה, במקומות שבהם כוחות הקילוף קטנים. שכבת-דבק דקה טובה למאמצי גזירה, בעוד ששכבה עבה טובה למאמצי קילוף והולם (אימפקט).

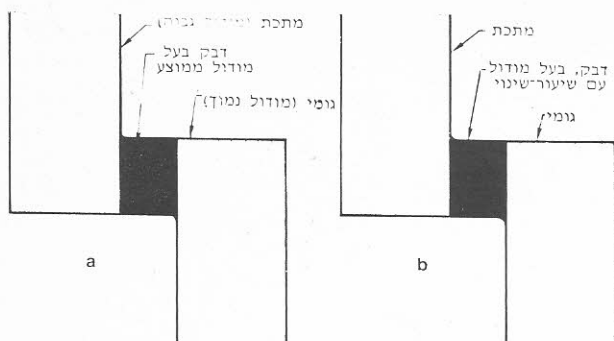
**התעייפות** — העומס המועבר בחיבורי-דבקים מפוזר



ציור 1



### ציור 3



הדבקים התעשייתיים בהנדסת-מכונות מסווגים בארבע משפחות עיקריות, בהתאם לתכונות החוזק, הגמישות, העמידות בטמפרטורות שונות, משך-זמן ההתקשות ומנגנון ההתקשות וכן לפי אורך-החיים של הדבק מרגע הכנתו ועד לשימוש בו :

#### אקריליק-תרמוסטי (THERMOSETTING ACRYLICS)

הדבקים במשפחה הזו בנויים על בסיס אורגני. הם אינם רגישים לסוג החומרים המתחברים והם טובים לשימוש רצוף עד לטמפרטורה של 120 מעלות צלסיוס, ולזמן-קצר גם עד 170 מעלות. תחום החוזק של הדבקים האלה רחב (1200—3500 פס"י, 85—245 ק"ג/סמ"ר) וניתן להתאימו לשימושים שונים. הדבקים האלה אינם ניתנים לשימוש חוזר, כלומר, לא ניתן להתיכם לאחר שהתקשו ולהשתמש בהם שוב.

משפחת האקריליק-התרמוסטי מתחלקת לשלוש קבוצות: הדבקים האנארוביים; הדבקים האקריליים המורכבים מתערובת של דבק ומזרז; והאקריליק המשופר.

הדבקים האנארוביים (Anaerobics). הם דבקים שנס-ארים במצב נוזלי גם לאחר בואם במגע עם האויר. ההתקשות מתחילה רק כאשר הדבק נלחץ בין שני משטחי החיבור. ההתקשות נעשית בטמפרטורת החדר והיא איטית, מ-15 דקות ועד 48 שעות. הדבקים האלה זולים מכיון שאין צורך להוסיף להם מרכיבים אחרים, אך החיסרון שלהם, היא עובדת היותם נוזליים ויכולתם לסתום פתחים חיוניים. הדבקים האלה מתאימים למילוי מירווחים בתחום 0.075 עד 0.25 מ"מ.

הקבוצה השנייה, היא קבוצת הדבקים המורכבים מתערובת של דבק וחומר מזרז (two-part Acrylics). את המזרז מוסיפים לפני השימוש. ההתקשות, הנעשית ברוב המקרים בטמפרטורת החדר, מתחילה מיד עם הוספת המזרז ואורכת כ-3—5 דקות. מכיון שההתקשות מהירה, אין חשש לנזילה וכך ניתן להשתמש בדבק למילוי מירווחים גדולים יותר. הדבקים האלה טובים לחיבורי מתכת ופלסטיק, מתכת וגומי וכן פלסטיק ופלסטיק.

לספוג את הבדלי ההתפשטות מבלי לפגוע בכושר המחבר.

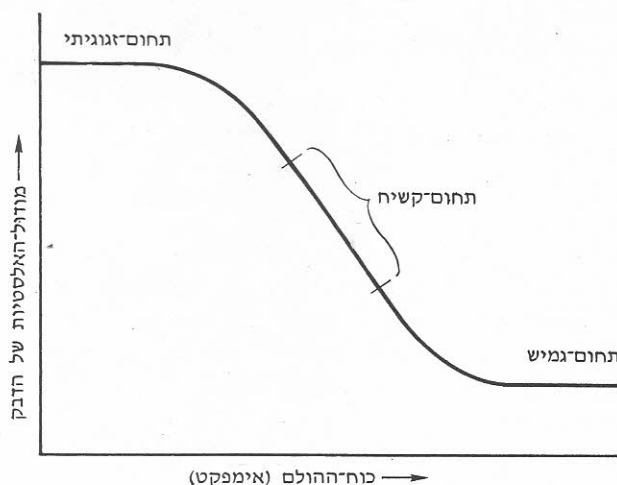
**בידוד ואטימה** — הדבק משמש ברוב המקרים כחומר מבודד בין מתכות שונות וכך מונעים אפשרות של השפעות גלווניות. חיבור-דבקי יכול לשמש גם כאטם ובכך חוסכים ביצור פריטים נוספים.

**קיבול כוח** — על ידי תכנון תרכובות שונות, ניתן לשנות במידה מסוימת את יכולת נשיאת העומס של החיבור-הדבקי. ניתן להגדיל את יכולת העברת העומס גם על ידי הגדלת שטח החפיפה בין החלקים או על ידי שינוי העובי של שכבת-הדבק. רצוי שגבול הכניעה של הדבק לא יעלה על גבול הכניעה של החלקים המחוברים.

### סוגי דבקים

שכבת-הדבק היא חלק בלתי-נפרד מן המחבר, ולכן תכונות הדבק צריכות להתאים לתפקידו של המחבר. מקדם-הגמישות של הדבק ניתן לשליטה בידי היצרן על-ידי ערבוב תרכובות שונות בכמויות שונות. כך ניתן לקבל דבקים לאורך כל תחום החוזק (ציור 2). הדבק הנמצא בתחום הקשיח (באמצע העקום) הוא בעל תכונות טובות בנשיאת עומס, גמיש, ועומד בפני התעייפות והולם.

### ציור 2



על-מנת לחבר שני חומרים בעלי מודול-אלסטיות שונה, כגון מתכת וגומי, אפשר להשתמש בדבק בעל מודול-אלסטיות ממוצע בין שני המודולים, או בדבק בעל מודול-אלסטיות, המשתנה באופן כזה שהוא מתאים למודול-האלסטיות של החומרים בכל צד של החיבור (ציור 3). כעיקרון בשימוש בדבקים, בוחרים בדבק חזק למקומות שבהם אין צורך בפירוק תקופתי של המחבר; במקום שיש צורך כזה בוחרים בדבק חלש.

הקבוצה השלישית, היא קבוצת האפוקסי המשופר (modified Epoxy). שבה נכללים הדבקים החדשים ביותר. הדבקים האלה מכילים תרכובות כימיות המבדילות אותם מהאפוקסי הרגיל; הם בעלי חוזק מכני גבוה ביותר ועמידים בטמפרטורות גבוהות. רוב הדבקים בקבוצה זו עשויים ממרכיב אחד, וההתקשות נעשית בחום. ככלל, דרושה מומחיות בביצוע ההדבקה. כן יש להבטיח שהשטחים המודבקים יהיו חלקים ונקיים, ולפעמים, אף יש למרוח אותם בחומר ראשוני.

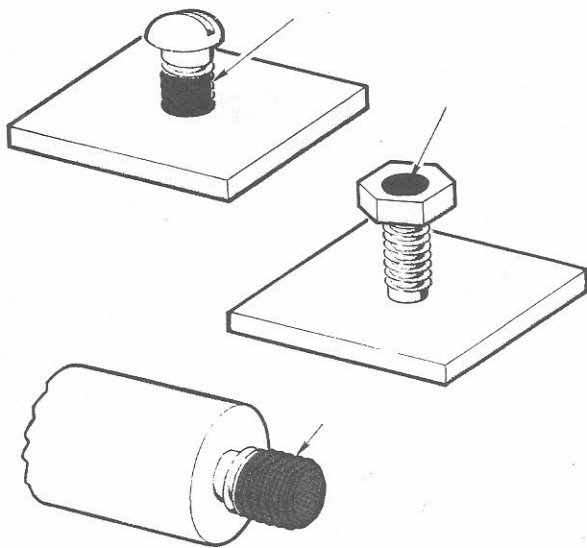
### שימושים

בהנדסת-מכונות משתמשים בדבק לצורך חיבור חלקים במקומם, בדומה לשימוש הנעשה בברגים, מסמרות, שגמים, גלי-כוכב וגלים מחוספסים. ניתן להבחין בחמש קבוצות תכנון כלליות, שבהן הדבק מחליף אביזרים מכניים:

#### נעילת-הברגה

ברגים או חלקים המחוברים על-ידי הברגה משתחררים במצבים של עומס-מחזורי או תנודות. הפיתרון באמצעות אבטחה-מכנית הוא יקר, ולעומתו הפיתרון

ציור 4



באמצעות דבק הוא אמין וזול יחסית (השימוש בצבע ופלסטיק במקרים כאלה אינו תחליף לדבק, כי מקבלים מערכת מכנית ולא הדבקה). בציור 4 ניתן לראות שימושים בדבק בנעילת הברגה; החיצים בציור זה ובציורים הבאים מציינים את מקום הדבק. הדבקים המתאימים ביותר לכאן הם הדבקים האנ-ארוביים. ניתן לבחור בדבקים חזקים המתאימים לשימוש לפרק-זמן ארוך, כגון בבורג-חף, ולעומת זאת ישנם דבקים חלשים יותר המתאימים למקומות שבהם קיים פירוק תקופתי של המחבר. לאומים משתמשים בדבק בעל תכונות ממוצעות.

הקבוצה השלישית, היא קבוצת האקריליק המשופר (modified Acrylics). גם הדבקים האלה מורכבים מתערובת של דבק ומזרז, אלא שכאן הכמויות אינן קריטיות והחומר המזרז משמש יותר כשכבת-יסוד. משך ההתקשות של הדבק איטי יותר ונעשה בטמפרטורת החדר. הדבק אינו נוזלי וניתן למלא בעזרתו מירווחים מ-0.075 עד 0.75 מ"מ.

### ציאנואקריליק (CYANOACRYLICS)

הדבקים במשפחה זו מתקשים במהירות רבה, כחצי שניה. משתמשים בהם בעיקר לתיקון מהיר של אטמים-טבעתיים, מכיון שלאחר ההתקשות הופך הדבק לגומי. הדבקים האלה אינם עומדים בטמפרטורה שמעל 80 מעלות צלסיוס והמירווח המכסימלי שניתן למלא בעזרתם הוא 0.025 מ"מ. הם אינם עומדים בלחות ובהולם ונדבקים לעור. תהליך ההתקשות של הדבקים האלה הוא בלתי-הפיך.

### סיליקונים (SILICONES)

הדבקים במשפחה זו עשויים ממרכיב אחד, שמתחיל להתקשות כאשר הוא נחשף ללחות שבאוויר. הם אינם חזקים במיוחד ומשתמשים בהם בעיקר כאטמים. תכונות הדבקים האלה נשמרות גם בטמפרטורות גבוהות (200—230 מעלות צלסיוס); גמישות הדבק נשמרת גם בטמפרטורה נמוכה.

### אפוקסי (EPOXY)

הדבקים במשפחה זו הם בעלי החוזק המכני הגבוה ביותר, 2000—7000 פס"י, 140—490 ק"ג/סמ"ר. הם מתקשים במהירות ולהכנתם דרושה תערובת מדויקת. משפחת האפוקסי מתחלקת לשלוש קבוצות: אפוקסי העשוי ממרכיב אחד; אפוקסי משני מרכיבים; ואפוקסי משופר.

בקבוצה הראשונה, שבה נכללים אלפי סוגים, עשוי הדבק ממרכיב אחד (one-part Epoxy). התקשות הדבק נעשית בתנור בטמפרטורה גבוהה. ההתכווצות בזמן ההתקשות היא מינימלית ולכן הדבק טוב לחיבור חלקים דקים וגמישים. הדבקים בקבוצה זו עמידים בטמפרטורה של 200 מעלות צלסיוס, ולזמן קצר אף בטמפרטורה של 260 מעלות. הם מאפשרים חיבור טוב בין מתכת ומתכת ומתאימים למילוי מירווחים בין חלקים.

בקבוצה השנייה, שאף בה נכללים אלפי סוגים, עשוי הדבק משני מרכיבים (two-part Epoxy). המרכיבים יכולים להיות נוזל ונוזל, נוזל ומשחה, משחה ומשחה וגם שתי אבקות המותכות יחד; לאחר הכנת הדבק יש להשתמש בו מיד. התקשות הדבק נעשית בטמפרטורת החדר, והתכווצותו לאחר מכן היא מינימלית. לאחר התקשות הדבק בטמפרטורת החדר ניתן להגדיל את חוזקו על-ידי חימום. בטמפרטורות גבוהות, מאבד הדבק את תכונות החוזק שלו.

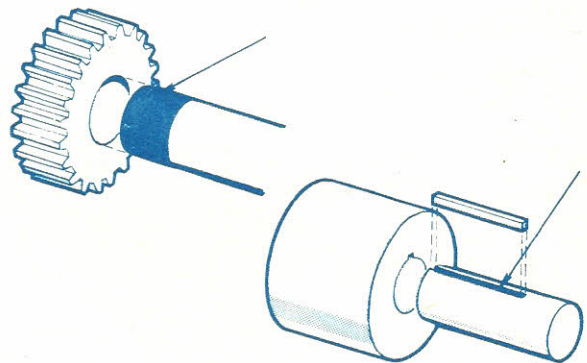


## הרכבת-גלגל

בקבוצה זו כלולים חיבורים של אלמנטים גליליים לצורך העברת מומנט דרך החיבור. הדוגמאות האופייניות הן, גלגלי-שיניים, גלגלות, צירים-מניעים — ולצידם הפתרונות המכניים — בורגי-הידוק, שגמים, גלי-כוכב, הרכבה בלחץ או בחום. הפתרונות הללו אינם מושלמים, הם דורשים עיבוד מדויק וכאשר הם משתחררים הם גורמים נזק לחלקים. הדבקים, לעומת זאת, אינם דורשים עיבוד מדויק והם בעלי עמידות גבוהה במאמצי גזירה, מאמצים הנוצרים בעקבות פיתול (ראה שימושים בציור 5).

בחירת סוג הדבק תיעשה בהתאם לצורך: למקומות שבהם מחליפים את החלקים ואין חשש לנזילה, מתאימים הדבקים האנארוביים; עבור מירווחים גדולים וכאשר קיים חשש לנזילה — אקריליק משופר; למאמצים מקסימליים בטמפרטורות גבוהות — אפוקסי; ולשימוש זול — אקריליק העשוי משני מרכיבים.

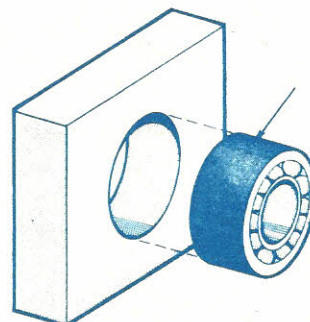
ציור 5



## הרכבת מיסבים

חיבורים מסוג מיסבים או שרוולים אינם מעבירים מומנט, וכאן מחליף הדבק פתרונות מכניים, כגון הרכבה בלחץ, שגמים וכו' (ציור 6). את החלקים בקבוצה זו מחליפים מדי-פעם, ולכן אין כאן צורך בדבק חזק במיוחד. הדבקים המתאימים לכאן הם מסוג אקריליק-תרמוסטי.

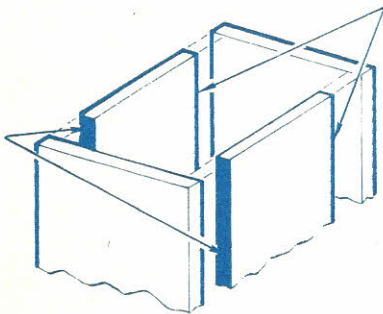
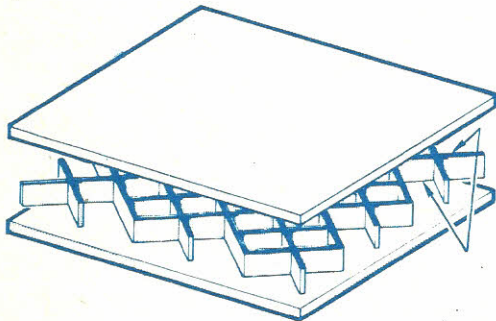
ציור 6



## חיבורי-מבנים

כאן הכוונה למשטחים, קורות, מבני-צינורות, מיכלים, זיוד אלקטרוני וכל מבנה שאינו מסתובב, ממחזיק-מראה ברכב ועד לכנף-מטוס (ציור 7). בקבוצה זו הדבקים מחליפים ברגים, מסמרות, ריתוכים והלחמות ויתרונם כאן, ביכולתם לפזר מאמצים טוב יותר ולמנוע את ריכוזם. לשימושים האלה צריכים הדבקים להיות חזקים ועמידים בחום; המתאימים לכאן הם, האפוקסי — לחוזק מקסימלי, והאקריליק — לשימוש זול.

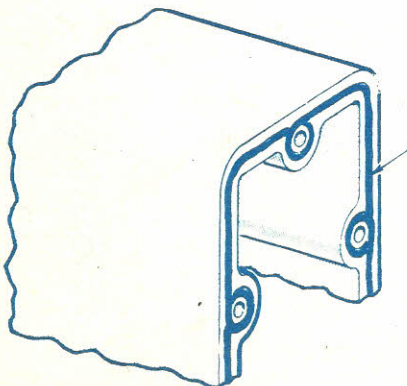
ציור 7



## אטימה

בקבוצה זו אין צורך בהעברת עומס. כאן חשובות תכונות המילוי והאטימה של הדבק ולא חוזקו (ציור 8). בין הדבקים בקבוצה, ישנם כאלה המיוצרים ישירות במירווח המיועד (FIP — Formed In Place): הם זולים יותר ואוטמים טוב יותר. לכאן מתאימים הדבקים ממשפחת הסיליקונים.

ציור 8

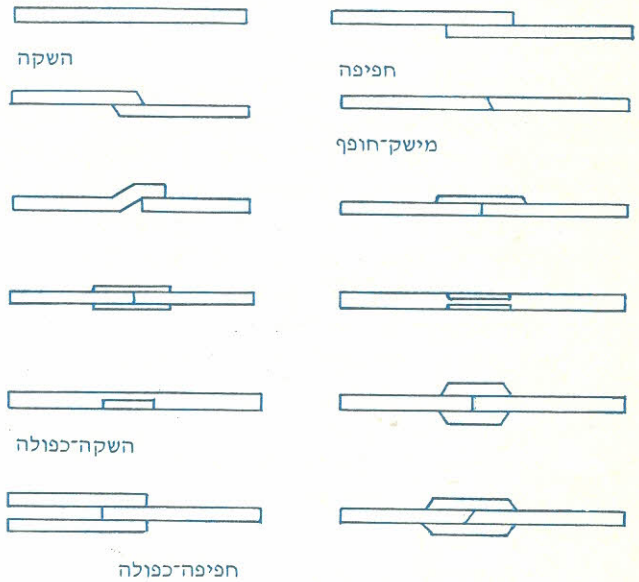


## תכנון חיבורי-מבנים

בתכנון חיבורי-מבנים באמצעות דבק, צריך לתכנן את החיבור כך שתכונות הדבק ינוצלו עד תום. כן יש לבחור בדבק, שחוזקו יתאים עד כמה שאפשר לחוזק החלקים המחוברים.

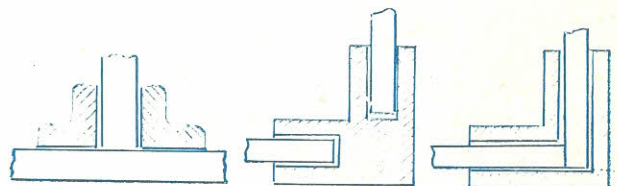
אפשרויות חיבורים שונות מתוארות בציור 9. החיבור

ציור 9

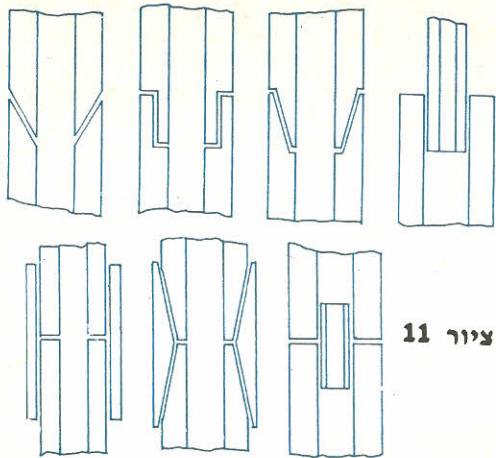


הפשוט ביותר הוא חיבור השקה, אולם חיבור זה אינו עומד בכוחות צידיים ולכן מומלץ לעשות חיבור-השקה כפול. אפשרויות אחרות הן חיבור עם רצועה חיצונית בודדת, כפולה או משוקעת, או חיבור של חריץ ושגם. כל החיבורים האלה טובים לעומסים צידיים ובאותה מידה הם טובים גם למאמצי גזירה בולטים. במחברי פינה (זוית-ישרה), משתמשים בצורת שונות של מחברי-השקה ומחברים העומדים במאמצי גזירה (ציור 10).

ציור 10



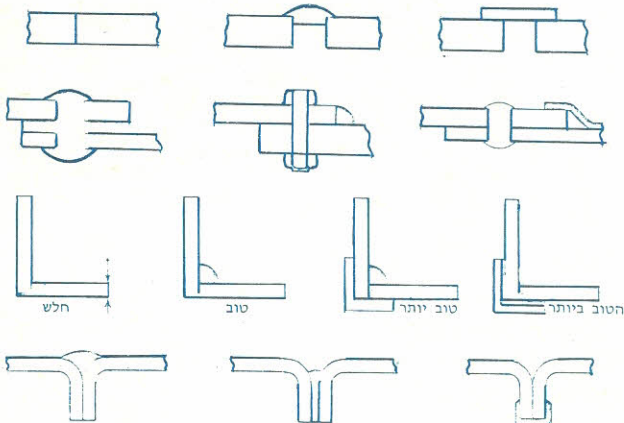
חיבורי-צינורות באמצעות דבקים (ציור 11) נעשים בדרך כלל בהנחה שעיקר המאמץ הוא גזירה טהורה הפתרונות השונים לגבי צורת המחבר נובעים משילובם של מחברים למאמצי גזירה באלמנטים גליליים. הפתרונות 1 ו-2 בציור מונעים נזילת אויר בלחץ כאשר הדבק „בורח” בחיבור.



ציור 11

כאשר יש לבצע אטימה בחיבורי-מבנים, ניתן לעשות זאת באמצעות דבק. דוגמאות לשימוש הזה מתוארות בציור 12.

ציור 12



לסיכום, מן הראוי לציין בצד היתרונות של החיבור הדבקי גם את חסרונותיו:

החיבור-הדבקי אינו ניתן לבדיקה חזותית, בדומה למסמרה למשל, אלא אם כן הורסים את החיבור. לצורך ביצוע ההדבקה זקוקים לציוד מיוחד, כגון תפסניות מתאימות, תנורים לצורך הקשיה בחום ומכשבים; בנוסף לכך, ההדבקה עצמה מחייבת פני-שטח נקיים וחלקים ויש לבקרה. חסרון נוסף הוא שהדבקים המצויים כיום אינם עומדים בטמפרטורות שמעל 300 מעלות צלסיוס.

### מקורות:

- 1) "Handbook of Adhesives Bonding", C.V. Cagle, McGraw-Hill, 1973.
- 2) "Adhesives For Metals — Theory and Technology", N. J. Delollis, Industrial Press Inc., 1970.
- 3) J.C. Bittence: "Engineering Adhesives", Machine Design, Vol. 48, No. 14, 1976, pp. 92—96.
- 4) J.A. Graham: "Structural Adhesive Bonding", Machine Design, Vol. 48, No. 23, 1976, pp. 118—123.



# צבאות-עולם

## XR311 - רכב יעודי לטיל טאו

צבא-ארה"ב מגלה עניין ברכב המהיר ובעל כושר התימרון הגבוה - XR311, שתוכנן ויוצר על-ידי חברת F.M.C. ה-XR311 שהוא עדיין רכב נסיוני, יוצר לראשונה בשנת 1970 כגירסה משופרת של רכב-מירוץ. עד כה יוצרו כ-15 כלירכב כאלה, הנמנים עם שלושה דורות של דגמים. כלירכב נוסו בתנאי מבחן קשים לאורך 300,000 ק"מ והפגינו ניידות מצוינת.



ה-XR311 מצויד במנוע V בעל 8 צילינדרים מתוצרת קרייזלר שהספקו 215 כ"ס, ובממסרת אוטומטית בעלת שלוש מהירויות. מהירותו המקסימלית היא יותר מ-90 קמ"ש ואליה הוא מגיע בתוך 12 שניות. כשהוא עמוס ב-1 טון בקירוב (אנשים וציוד) יכול ה-XR311 לנוע במהירות על פני קרקע חולית, להתגבר על מכשולי-מדרגה שעומקם 46 ס"מ, לצלוח מכשולי-מים בעומק 76 ס"מ ללא הכנה מוקדמת. לנוע קדימה או אחורה בשיפוע של 60% ולנוע בשיפוע-צדי של 50%. כל אופן מארבעת אופני הרכב קשור למתלה נפרד, ומערכות-דפרנציאל הקשורות לשני הסרנים מבטיחות

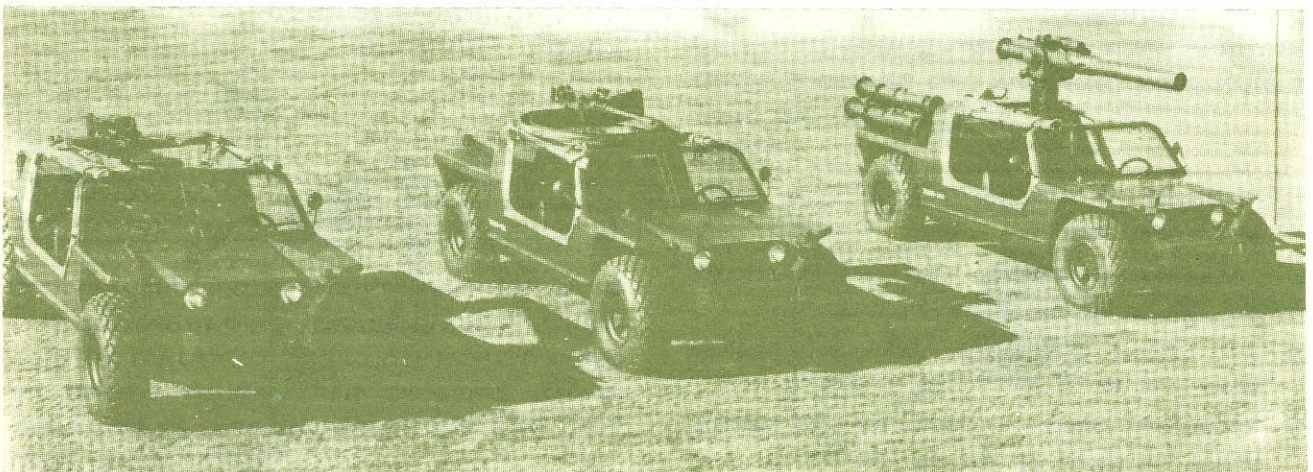
שכוח המנוע יועבר לאופן הנתקל בהתנגדות. צמיגי הרכב עצמם מצטיינים במבנה בלתי-ריגיל. למעשה בנוי כאן צמיג בתוך צמיג: הצמיג החיצוני נושא אויר בלחץ נמוך יחסית, 8-18 פס"י, וגורם ללחץ-קרקע של 7.7 פס"י; הצמיג הפנימי לעומת זאת, נושא אויר בלחץ של 50 פס"י ומאפשר את המשך תנועת הרכב לבסיסו כאשר הצמיג החיצוני ניזוק.

ניידותו הגבוהה של ה-XR311 נובעת משילוב של כמה גורמים: מהלך אנכי חופשי של האופן לאורך 22 ס"מ המתאפשר ע"י מתלה-A כפול, מוטות-הפיתול, בולמי-זעזועים לעומס רב ומידרס רחב של האופנים. ניידותו של ה-XR311 ויכולת נשיאת העומס שלו עושים אותו למערכת נושאת-נשק מעולה. במיוחד מתאים ה-XR311 לנשיאת טילי טאו, שכן ניתן להעמיס עליו 6 טילים כאלה בנוסף למערכת הקרקע של הטיל וכוונת הלילה שלו. בהשוואה למצב הנוכחי בצבא ארה"ב, שבו לשם הפעלת מערכת הנשק טאו זקוקים ל-4 אנשים, שני גיפים M151 ונגרר, הרי רכב אחד מסוג XR311 יכול לשאת 3 או 4 אנשים על ציודם, מערכת הפעלה של הטיל טאו, 6 טילי טאו, מגן משוריין מניילון בליסטי או קולר ורשת הסוואה.

טבעת ההתקנה של מערכת הטאו מאפשרת לירות שדה-אש מקסימלי. טבעת זו מתאימה גם להתקנת מקלעים שונים, רנ"טים ומאָפְן-ליזר GLLD (ראה תמונה).

משקלו הכולל של ה-XR311 מגיע ל-2.9 טון. עובדה זו מאפשרת את הובלתו באויר באמצעות המסוק CH-47 או המטוסים C-130 ו-C-141. אם יוכנס לשירות, יחליף ה-XR311 את הגיפ M151 וה"פרד" M274.

ARMOR, Sept.-Oct. 1977

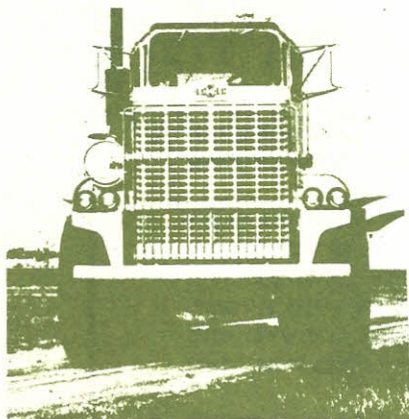




# צבאות-עולם

## VCL – רכב פיקוד וקישור

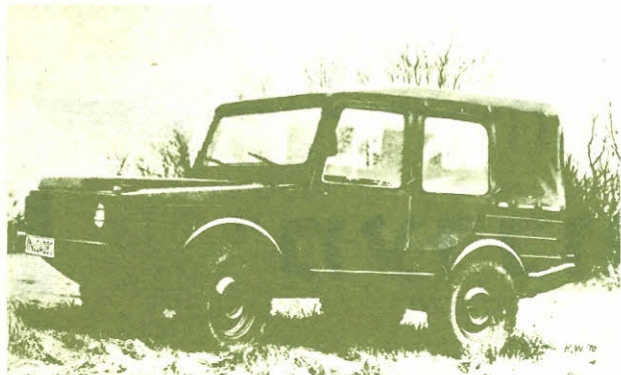
הצמיגים הן 14.00-24. הגורר החדש מצויד בשתי כננות של 20.5 טון המותקנות מאחורי תא-הנהג



ומיועדות לסייע בהעמסת טנקים חסרי כוח-הנעה. ה„אושקוש“ מסוגל לנוע גם בדרכים בלתי-סלולות. International Defence Review, 6/1976.

## רכב צבאי מתוצרת פולקסווגן

מפעל המכוניות „פולקסווגן“, מסר לידי הצבא המערב גרמני אבות-טיפוס ראשונים של רכב חדש המסוגל לנוע בכל סוגי שטח, לשם עריכת סדרת ניסויים. רכב זה, הוא תולדה של ניסיונות מקיפים שנרכשו במשך השנים בסוגי רכב שונים שייצר המפעל. הנעת הרכב נעשית על-ידי מנוע בנזין בעל הספק של 75 כ"ס המקורר על-ידי מים, וממסרת מסונכרת בעלת 5 הילוכים. את הינע הסרן הקדמי אפשר לנתק. הסרן האחורי מצויד בנועל דיפרנציאל הניתן לשילוב.



ברכב מותקנים 6 מושבים: 4 בכיוון הנסיעה ו-2 לרוחב. האפשרות לקפל את המושבים האחוריים מגדילה את שטח הטעינה. החלון הקדמי ברכב ניתן לקיפול וכמוהו גם תקרת הרכב. Soldat & Technik, July 1976

ה-VCL 0.5 טון 4X4, הוא רכב רב-תכליתי שתוכנן במשותף על-ידי איטליה (פיאט), גרמניה (מאן) וצרפת (סבאגאם). ה-VCL תוכנן במיוחד למשימות מהירות של פיקוד וקישור טקטיים. לשם כך הוא מצטיין בעבירות בכל סוגי-קרקע, הוא אמפיבי, וניתן לנוע איתו בכל מזג אוויר. ה-VCL הוא רכב מהיר וחזק; אפשר להובילו במטוס, לשאתו קתחת למסוק, או להצניחו. ניידותו הגבוהה של ה-VCL בסוגי-שטח שונים מתאפ-שרת על-ידי מירווח הקרקע הגדול שלו ומסייעים לכך גם ארבעת האופנים, המחוברים למתלים עצמאיים. בנסיעה על כביש מגיעה מהירותו המקסימלית של ה-VCL ליותר מ-100 קמ"ש; עם גרור של ¼ טון – 70 קמ"ש, ובמים – 7.6 קמ"ש. טווח הנסיעה של ה-VCL על פני דרך ישרה ובמהירות של 60 קמ"ש מגיע ל-800 ק"מ. ה-VCL תוכנן להיות רכב אמפיבי בלי הכנות מוקדמות; גוף הפלדה שלו, כיסויי הפתחים ויריעות-הצד – כולם אטומים למים. כושר ההנעה והתימרון במים מתאפשרים על-ידי סילוני מים מסתובבים, אפשרות תנועה נוספת, היא הנעת כל הגלגלים והיגוי באמצעות הגלגלים הקדמיים.



אורכו הכולל של ה-VCL הוא 4.05 מטר, רוחבו 1.6 מטר וגובהו עם כיסוי האברזין 1.93 מטר (עם חלון קדמי מקופל – 1.46 מטר). משקל הרכב מגיע ל-2 טון, ועם מטען תכליתי – 2.5 טון.

International Defence Review, 3/1977

## גורר-טנקים חדש לצבא-ארה"ב

צבא-ארה"ב העניק לחברה האמריקאית „אושקוש“ חוזה ליצור גורר-טנקים חדש. הגורר „אושקוש“, בהינע של 6 אופנים, נועד בעיקר לגרירת גרור הנושא עליו טנק-מערכה עיקרי. הוא מונע על-ידי מנוע דטרויט-דיזל 8V92T בעל 430 כ"ס, המחובר לממסרת אליסון CLBT-750 בת 6 הילוכים. סרן ההינע הקדמי הוא מתוצרת אושקוש ומשקלו כ-10.5 טון ונוספים לו צמד-סרנים, איטון DPRP-650, שמשקלם כ-29.5 טון וסרן אחורי, רוקוול, שמשקלו 9 טון בקירוב. מידות



## חיילים, אזרחים עובדי משרד הבטחון ו"צה"ל וכלל אזרחים

\* הצעת-ייעול היא פרי יוזמה ותושיה, מחשבה וידע, המעידים על תחושתו, עירנותו ואחריותו של המציע לנושא רעיונו.

\* הצעת-ייעול ניתן להגיש לגבי כל שטחי פעילותה של מערכת הבטחון, כגון: תכנון או שכלול של אמצעי לחימה והדרכה; ניצול יעיל של ציוד למיניהו, שכלולו והעלאת איכותו; שכלול ופישוט תהליכי העבודה והייצור; הגברת הבטיחות למניעת תאונות; שינויים בנוה-לים, שיטות עבודה וטפסים קיימים; כל הצעה אחרת שתכליתה ייעול וחיסכון.

\* הצעות-ייעול יש להגיש בכתב-יד, או בדפוס, כשהן מנוסחות ומבוא-רות בצורה ברורה ומובנת ומלוות בשרטוטים, תרשימים, דגמים, תמונות ו-כיו"ב.

\* כל הצעה — יהיו השגיה אשר יהיו — תתקבל בברכה ע"י וועדת הייעול, תיבדק על-ידיה ותוצאותיה תובאנה לידיעת המציע בהקדם.

\* הצעות-ייעול שנבדקו ונמצאו ראויות להפעלה — תזכינה את בעליהן בתעודות-הוקרה ו/או בפרסי-כסף עד — 3,000 ל"י.

\* המען להגשת הצעות-ייעול: —  
משרד הבטחון — הפקוח המשקי / הוועדה המרכזית להצעות-ייעול,  
הקריה, תל-אביב  
או  
וועדת הייעול היחידתית

אל תקנע להרגל — חשב! חדש! יעל!

חתום על  
"מערכות - חימוש"  
כתב-העת  
לאיש הצבא ולבעל-המקצוע

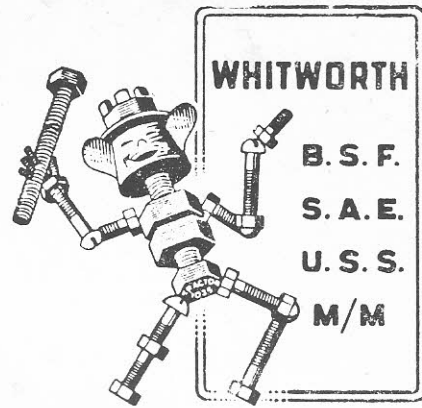
לוחות חשמל  
 לוחות פיקוד ובקרה  
 ציוד מיתוג: Klockner-Moeller, Sursum

ייעוץ ותכנון



קצנשטיין, אדלר ושות' בע"מ

טלפון 61 46 68 \* ת.ד. 20171  
 תל-אביב, דרך פתח-תקוה 37



חסר לך בורג ?!  
 פנה ל...

החברה הת"א לשווק וייצור ברגים בע"מ

תל-אביב, רחוב הגרא 17, טל 30819, 31194



"הידראוליקה"

מכשירים הידראוליים ומוצרי אטימה  
 ת"א קבוצ גלויות 73, גבעת הרצל (בנין התעשייה)

טל. 823564 - 821638

מערכות הידרוסטטיות

מערכות הגה

משאבות

בוחרים

אביזרים הידראוליים שונים

אטמי שמן מכל הסוגים

ייצור, תקון, יבוא, מכירה

LOCTITE

אמינות בזכות הטכניקה

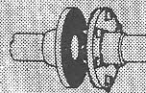
הטיפה של לוקטייט

שיטת

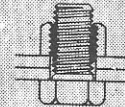
לוקטייט

הדרך הטובה יותר  
 לחיבור חלקים

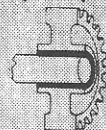
אטימה



הכטחה



הדבקה וקבוע



לקבלת כרטיס ייעוץ טכני מנה אל

רוטל תעשיית ומסחר בע"מ

ת.א. מדרמורק 21 מנת אבן גביר  
 תד 33106 טור 233735-23375





# מערכות ירי ובקרה בטנקים

(ב')

מאת ר. מ. אלגורקיביץ

ההתקדמות בנושא מערכות הירי והבקרה של תותח הטנק בולטת פחות מן ההתקדמות בנושאים אחרים של תכנון הטנק. במאמר זה, נבחנים השיפורים העיקריים שנעשו בשנים האחרונות בפיתוח מערכות ירי ובקרה בטנקים וכן האפשרויות לשיפורים עיקריים נוספים במרכיביהן. בחלקו הראשון של המאמר, שפורסם ב"מערכות-חימוש" מס' 65, תוארו המערכות הראשונות למדידת טווח ונסקרו הנושאים של מד-טווח לייזר ומחשבים בליסטיים.



## צורות-אש ובקרה בחוג סגור

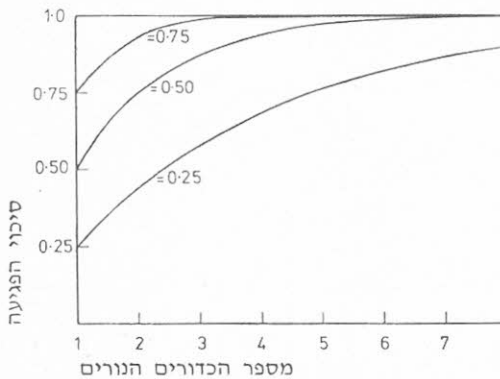
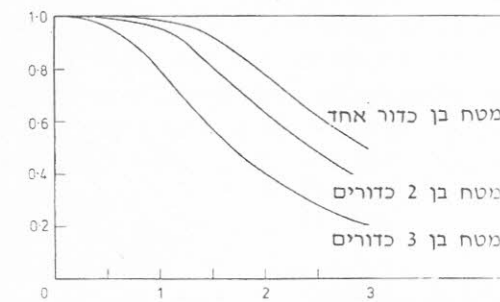
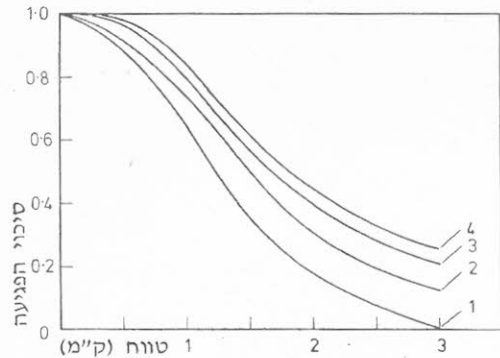
השיפורים שחלו בביצועים של תותחי-טנקים כתוצאה משילוב מדי-טווח ליזר ומחשבים בליסטיים אלקטרוניים, מתוארים בתרשים 1. העקומים שבתרשים מתארים את סיכויי הפגיעה בכדור הראשון באמצעות המערכות השונות לבקרת התותח, כאשר מדובר בתחמושת טנקים אופיינית והמטרה היא ניחת וגודלה  $2.3 \times 2.3$  מטר. העקום המתייחס לתותח המכוון על-ידי מדי-טווח ליזר ומחשב אלקטרוני נראה מעל העקום המתייחס לאותו תותח הנעזר במדי-טווח אופטי ומחשב מכני, וכמובן גם מעל העקום המתייחס לאומדן הטווח בראייה. למעשה, סיכויי הפגיעה המושגים בעזרת הצירוף של ליזר ומחשב אינם רחוקים מהערך המקסימלי התיאורטי שנקבע על-ידי שגיאות האקראי.

עם זאת, למרות כל השיפורים שהושגו על-ידי הליזרים והמחשבים, סיכויי הפגיעה של הכדור הראשון במטרות ניחות אופייניות הוא פחות מ-50 אחוז בטווחים של 1700 מטר או יותר. פירוש הדבר הוא, שבממוצע, נדרשים לפחות שני כדורים לפגוע במטרה, ואף זאת, בכמה תנאים. לפיכך, כדי להגיע לסיכויי פגיעה גבוהה, הכרחי לירות צורות של שניים או שלושה כדורים. סיכויי הפגיעה הנובע מירי צורות במקום כדורים יחידים (ראה תרשים 2) גדול מכל סיכויי העשוי לצמוח מפיתוחים חזויים שיחולו בעתיד במערכות בקרת הירי.

אפשרות ירי צורות של שניים או שלושה כדורים קיימת כבר למעשה בטנק השוודי "S", המצוייד במערכת טעינה אוטומטית המבטיחה קצב-אש גבוה ובמתלה הניתן לנעילה. בעתיד, אין ספק שטנקים נוספים יהיו מסוגלים לירות צורות טוב יותר. מכל מקום, הסיכוי של השגת פגיעה אינו גדל, כפי שניתן היה לצפות, באותה מהירות שבה גדל מספר הכדורים הנורים (ראה תרשים 3). אולם, אם תהיה אפשרות "לחוש" את הכדור המחטיא ולנצל את המידע הקשור בכך כדי לתקן את כיוון התותח לפני שיירה כדור נוסף, עשוי הדבר להגדיל את סיכויי הצלחת הפגיעה במהירות רבה יותר ביחס למספר הכדורים הנורים.

ירי על-ידי חישה של מרחקי ההחטאה עשוי לרמוז על מערכת בקרת-ירי בחוג סגור, הדומה בעיקרה למערכת הפאלנקס של הצי האמריקאי, בעלת קצב-האש המהיר. לצורך כיוון התותח, עוקבת המערכת הזו אחר הפגזים, ומזינה בחזרה את השגיאה הזוויתית הנמדדת אל תוך מחשב בקרת הירי. בטכניקה ניקה דומה אפשר להשתמש בתותחי טנקים המפעילים עוקב טלוויזיוני (וידאו) או מדי-היסטים. את הטכניקה הזו ניתן לשכלל עוד יותר, לא רק על-ידי מדידת מצבם הזוויתי של הפגזים אלא גם ע"י מדידת טווחם בעזרת מדי-טווח ליזר בעל רצף דפקים גבוה.

ההצדקה של מכשירי בקרת הירי והמעגלים הנוספים תהיה תלויה באופיה של מערכת התחמושת/התותח, וביחוד בגודלם היחסי של השגיאות האקראיות שלה. להלכה, אם לא היו בכלל שום שגיאות אקראיות, היתה מערכת הבקרה בחוג סגור יכולה, על-ידי חישת מרחקי ההחטאה, להגדיל את סיכויי הפגיעה של הכדור השני עד ל-100 אחוז. אולם, אם שולטות במערכת שגיאות אקראי גדולות יחסית, כפי שיש להניח שכך יהיה בכל מערכת בקרת-ירי מתקדמת, חישת מרחקי ההחטאה וכל הקשור בה עלולים אף



### הסבר לתרשימים מלמעלה למטה:

**תרשים 1** — סיכויי הפגיעה בכדור אחד לעומת הטווח בשיטות השונות; העקומות מתייחסות למערכת אופיינית של תותח ותחמושת טנקים, כאשר המטרה ניחת וגודלה  $2.3 \times 2.3$  מטר; עקום 1 — אומדן טווח בראייה; עקום 2 — מדי-טווח אופטי ומחשב מכני פשוט; עקום 3 — מדי-טווח ליזר ומחשב אלקטרוני; עקום 4 — מערכת בקרת ירי מושלמת (תיאורטית).

**תרשים 2** — סיכויי הצלחה של פגיעה אחת לפחות בעת ירי צורות של כדור אחד, של שני כדורים ושל שלושה כדורים.

**תרשים 3** — סיכויי הצלחה של פגיעה אחת לפחות לעומת מספר הכדורים הנורים עבור שלושה סיכויי פגיעה שונים בכדור יחיד.



הכיוון בכוונת התותחן או של התותח, דבר התלוי בסוג מערכת בקרת הירי שבשימוש.

טכומטרים, מורכבים כיום במספר מערכות בקרת-אש מודרניות כגון, ה-קוֹבְלֵה, ה-M60A1 (יוז) וה-מֶרְקוֹנִי SFCS600, שבהן מורכב טכומטר אחד המודד את שיעור צידוד הצריח, ומכאן, את המהירות הזוויתית של המטרה בצידוד (באזימוט). מערכת כזו מאפשרת לחשב את זווית ההיסט בצידוד, שהיא הנתון היחיד הנחוץ בשביל מטרות חוצות, הנעות בניצב לכיוון הירי. עם זאת, אם המטרה נעה שלא בניצב לכיוון, משתנה אף הטווח אל המטרה ועל כן יש צורך בתיקון זוויתי לא רק בצידוד אלא גם בהגבהה. לכן, מורכב טכומטר שני להגבהת התותח במערכות כמו ה-COTAC ובמערכת שפותחה על-ידי AGA לטנק השוודי IAV91. במערכות אחרות, כגון זו שפותחה על-ידי חברת "בֶּלְפֹּרְס" לטנק "S", מתקבלות שתי המהירויות מגירוסקופים סוכמים, שהם חלק ממערכת הייצוב של הטנק.

כיום, נעשה המעקב אחר מטרות נעות באמצעים אופטיים, בהפעלת יד. הפיתרון המבטיח יותר הוא מעקב אוטומטי באמצעות מערכת עיקוב אלקטרו-אופטית. חברה אמריקנית ידועה עבדה למעשה על מערכת מעין זו לפני זמן מה והעוקבים הטלוויזיוניים בעלי הפתיקה שעליהם התבססה המערכת הורכבו בכמה מערכות-נשק של מסוקים ואף בטילים בעלי הנחייה אלקטרו-אופטית.

לוי היו מפתחים מערכת עיקוב אוטומטית בשביל טנקים, כל מה שצריך היה התותחן לעשות הוא רק

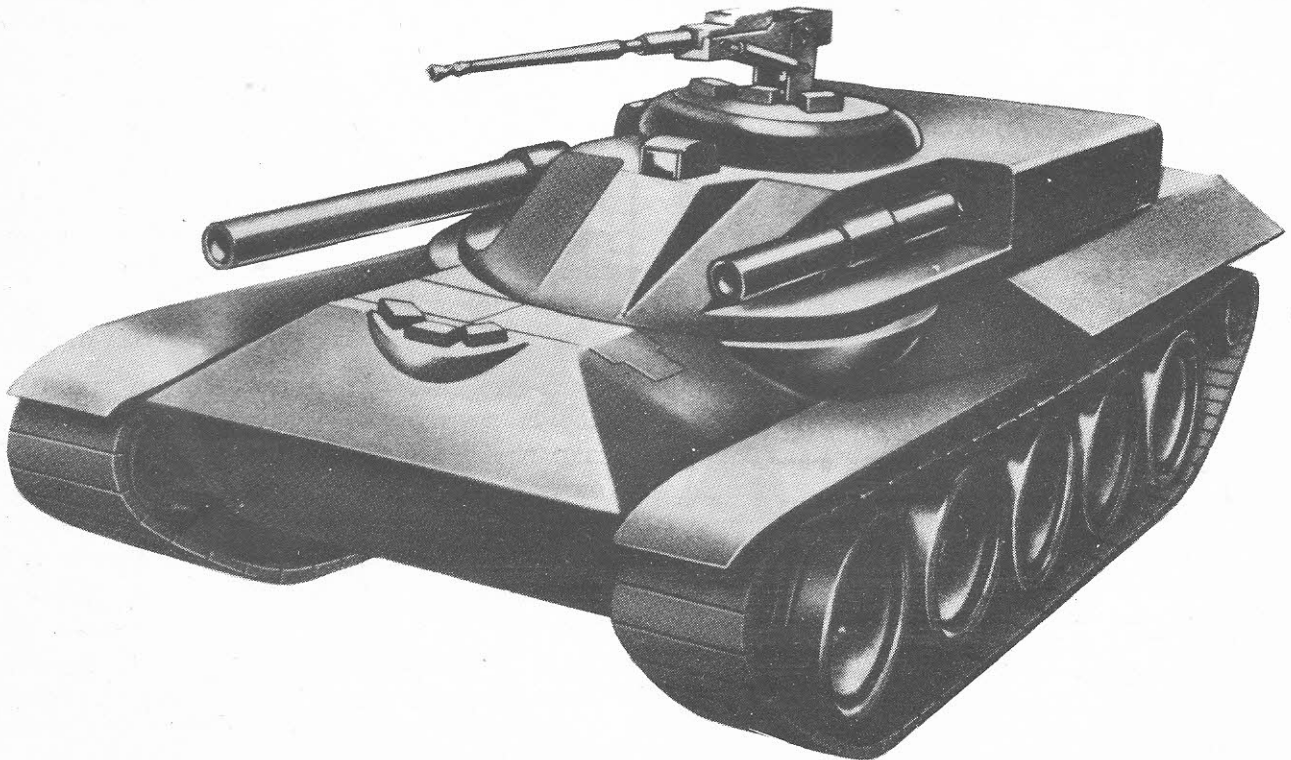
לצמצם את סיכויי הפגיעה לשיעור קטן מכפי שניתן היה להשיג בעזרת צורות אש ללא תיקוני ביניים.

דרך אפשרית אחרת, גם אם גסה במידת מה, לירי צורות היא לירות מטחים של שני כדורים או יותר, בריזמנית, דבר הדורש הרכבה של מספר תותחים במקביל על אותו מרכב. במקרה הזה, קיימת השפעה מידית על עליית משקל הרכב. הדוגמה האופיינית לכך היא ה-אונטוס M50 בעל ששת הקנים שפותח בשנות ה-50 המוקדמות על-ידי חיל הנחתים האמריקאי. קני ה-אונטוס היו תותחי לא-רתע בני 106 מ"מ שבנוסף למשקלם הנמוך אינם מעמיסים את המרכב בכוחות רתע. התקנת כמות דומה של תותחים בעלי קליבר גדול ומהירות לוע גבוהה על גבי טנק היא בלתי מתקבלת על הדעת, אך טנקים בעלי שני קנים הם בגדר האפשרות.

## מטרות נעות

"העסקת" מטרות נעות מחייבת לקבוע לא רק את זווית ההגבהה של התותח, אלא גם את זוויות ההיסט המתאימות למהירות תנועת המטרה. כאשר משתמשים במחשבי בקרת-אש, אפשר לבצע זאת בפשטות יחסית על-ידי הוספת טכומטרים למערכת, אשר תוך כדי עקיבה אחר המטרה הם מזינים את המחשב במהירות הזוויתית. נתון זה, יחד עם הטווח הנמדד וזמן המעוף של הקליע, מאפשרים למחשב לקבוע את זווית ההיסט שתבטיח פגיעה במטרה הנעה.

משפעם חושבה זווית ההיסט, ניתן יהיה להשתמש ביציאת המחשב כדי ליצור תזוזה נוספת של נקודת



מכן יוצבו צריחיהם של הטנקים האלה גם בצידוד. מאידך, המערכת הכלל-חשמלית לבקרת התותח בטנק סנטוריון הכילה מלכתחילה שני גירוסקופים בעלי דרגת חופש אחת שהורכבו על עריסת התותח, ויכלו לייצב את תותח הטנק הן בהגבה והן בצידוד.

הניסיון שנרכש בטנק סנטוריון שימש בסיס למערכת דומה מאוד, שעדיין משתמשת ביחידת בקרה תר-מיונית (שסתום), ואשר פותחה ב-1960 לטנק צ'יפטיין.

מערכת דומה מאוד לזו של ה-סנטוריון הוכנסה לשימוש גם בטנק ההודי וייאנאטה (דגם של טנק ויקרס) המיוצר מאז 1965. עם זאת, הטנק מאותו דגם שיוצר אחרי כן על-ידי חברת ויקרס בשביל כוויית צויד במערכת חדישה יותר — EC517 מתוצרת חברת מרקוני. מערכת זו, שלא כקודמתה, כוללת בתוכה יחידת בקרה טרנזיסטורית מסוג "מצב מוצק" וכן יש בה גירוסקופ אחד בעל שתי דרגות חופש במקום שני הגירוסקופים בעלי דרגת חופש אחת שהיו מקובלים במערכות הראשונות. מאז פיתוחה, בשנים 1966—1967, שמשה המערכת EC517 כבסיס למערכות מרקוני החדישות ביותר GCE576 ו-GCE581 שהותקנו בכמה טנקי סנטוריון במקום מערכת בקרת התותח המקורית.

חברת קדילק גייג', שיצרה מערכות אלקטרו-הידרוליות לבקרת הצריח והתותח עבור טנקים אמריקאים, התחילה בשנת 1958 לפתח מערכות ייצוב וב-1962 יצרה מערכת ייצוב מוספת (ADD-ON). בעלת שתי דרגות חופש. לאחר ביצוע תכנית ניסוי בת חמש שנים, החליט צבא מערב-גרמניה להתקין את המערכת בטנקי ה-ליאופרד שבידיו ושנה לאחר מכן הותקנה המערכת הזו גם בטנקי ה-ליאופרד בצבא בלגיה. מערכת הייצוב של חברת קדילק-גייג' נבחנה מאז 1964 גם על-ידי צבא ארה"ב בטנקי M60 וכיום היא מותקנת בדגם משופר של טנק זה. מערכת זו הוכנסה לשימוש גם בטנק M60A2 כעדיפה על המערכת הכל-חשמלית שנבנתה על-ידי חברת ג'נרל אלקטריק בשנים 1965—1966. בשנים 1968—1969, נתנה חברת SAMM הצרפתית מערכת בקרה אלקטרו-הידרולית בעלת שני גירוסקופים המורכבים על התותח. המערכת הזו הותקנה לניסיון בטנק השווצרי AMX30, וגם ב-Pz-61 אולם בסופו של דבר נבחרה מערכת ייצוב אלקטרו-הידרולית של חברת "הוניול" בשביל הדגם המשופר של הטנק Pz-61 — ה-Pz-68.

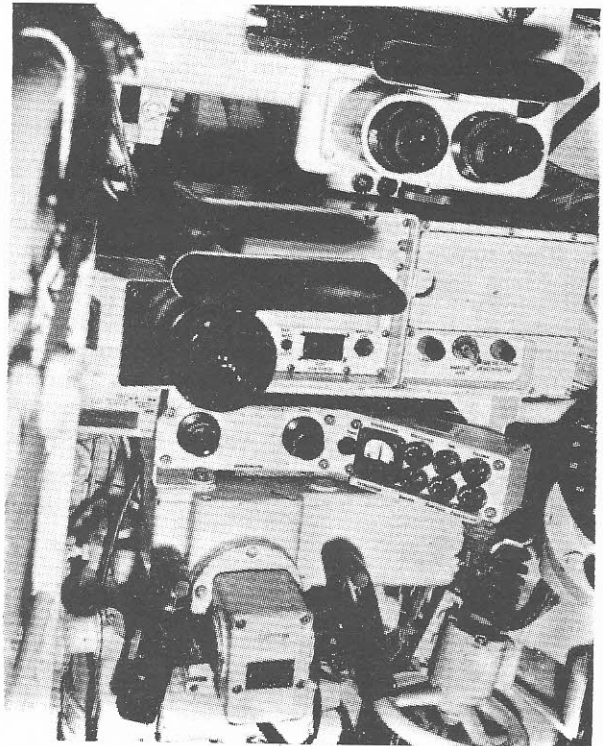
כל האמור לעיל רומז על עלייה ניכרת במידת ההתעניינות במערכות בקרת תותח מיוצבות בעשור האחרון ואכן, רמת הביצועים של מערכות הייצוב שפותחו עולה בהרבה על זו של המערכות המקוריות. אף על פי כן, ישנה ספקנות מתמדת בקשר לטיעונים (המשך בעמוד 36)

"לנעול" על המטרה בדרך אופטית, והעיקוב היה נעשה מעצמו. על כל פנים, נראה שמערכת עיקוב אוטומטית נחשבת כדאית רק אם קיימת דרישה חזקה "להעסיק" מטרת נעות תוך כדי תנועה, בעוד שהתותחן מתקשה במידה רבה יותר בעיקוב אחרי מטרת נעות מאשר בעיקוב מתוך טנק נייח.

## ייצוב של תותחים וכוונות

הנסיונות לספק לטנקים כושר ירי תוך כדי תנועה קדמו לכל השיפורים שנעשו במערכות בקרת הירי ב-25 השנים האחרונות. למעשה, מאמצע שנת 1941 והלאה, כמה טנקים מתוצרת ארה"ב כגון, הטנק הקל והטנק הבינוני M3, הטנק הבינוני שרמן 4, ואפילו השיריונית סטאגהאונד צוידו במייצבי ג'ירו, כך "שהתותחן יכול לכוון בדיוק ולירות בתותח בעת תנועה" (לפי ציטוט מתוך ספר הדרכה בן-זמננו בצבא ארה"ב). תקווה זו לא נתמלאה, והתקנתם של מייצבי ג'ירו בטנקים הופסקה לאחר תום מלחמת העולם השנייה. הטנקים היחידים שיוצרו וצוידו במייצבי ג'ירו לבקרת התותח עד לשנות ה-60 היו ה-סנטוריון הבריטי וה-T54 הסובייטי.

מערכות הייצוב האלקטרו-הידרוליות הראשונות שהופעלו בטנקים אמריקאיים כללו גירוסקופ יחיד לבקרת הגבהת התותח בלבד. זה היה גם תפקידה של המערכת הראשונה שהותקנה ב-T54, אף שלאחר



בתמונה — מבט על מערכת בקרת האש קובלדה ממושב התותחן. אמצעי הבקרה של מד-טווח הליזר ומד-טווח נראים מימין למרכז, כאשר אמצעי הבקרה לייצוב התותח ומחווני הסטייה נראים מתחת.



# יום חיל-החימוש-תשל"ח בסימן שנת ה-30 למדינת ישראל

יום חיל-החימוש תשל"ח נערך השנה בסימן שנת ה-30 למדינה ולחיל. את ארועי יום החיל פתחו מסדרים חגיגיים, שבהם הוקראה פקודת-היום של קצין החימוש הראשי, תא"ל דר' אלעזר ברק. האירועים המרכזיים שנערכו לאחר מכן כללו כנס קצינים סדירים בהשתתפות קצין החימוש הראשי, הרמטכ"ל וחיילים מצטיינים מיחידות החיל; מסדר סיום קורס קצינים סדיר ומילואים; אירוח קצינים וחיילים משוחררי הצבא הבריטי וחיל-החימוש; והרצאות בבתי-ספר על-ידי קצינים בכירים.

בכנס הקצינים שנערך בבית-החייל בת"א ייחד מפקד החיל, תא"ל דר' אלעזר ברק, את עיקר דבריו על תפקידיו של חיל-החימוש. תמצית דבריו מובאים בשורות שלהלן.

אל מול משאבי כוח-האדם המצומצמים פונה צה"ל אל המישור האיכותי; הוא מנייד את כוחותיו, משפר את אמצעי-הלחימה ומוסיף אמצעים רבת-כלתיים. כל אלה, אמר תא"ל ברק, מושתתים על תוספת מיכון ותיחום, ומחייבים שימת דגש חזק יותר על אחזקת הציוד. בעיה שניה, הם המשאבים הכלכליים המצומצמים של המדינה, ומולם המסקנה המתבקשת, שיש לשמר לזמן ארוך ככל האפשר כל ציוד קיים ולעדכנו מבחינה טכנולוגית במקום להחליפו. הבעיה השלישית הם המשאבים הטבעיים הדלים, התשתית התעשייתית החלשה והעומק האינטרטי הקצר של המדינה. מול אלה, אמר תא"ל ברק, מתחייבות שתי מסקנות עיקריות. האחת, כי יש לאגור במדינת ישראל מלאי ציוד-לחימה שיספיק למלחמה שלמה ויותר נוח להמשך הכוננות אחרי-כן. והשניה, כי הרווחים העיקריים בחידוש משק אמצעי-הלחימה יהיו בתיקון הציוד המתקלקל בעצם ימי הקרבות.

מלחמת יום-הכיפורים, אמר תא"ל ברק, משמשת דוגמה קלסית להוכחת התיזה הזו. עשרות אלפי התיקונים שבוצעו במרוצת שמונה-עשר הימים, שמן ה-6 באוקטובר ועד ל-24 בו, על-ידי מערך הסדנאות בלבד, תרמו למפנה דרמטי במאזן הכוחות שעמדו לרשות המפקדים מדי-יום ביומו. זאת, מבלי לקחת בחשבון את התיקונים שנעשו ברמת היחידה על-ידי דרג א'.

בדברו על המשימות הניצבות בפני החיל בשנת העבודה החדשה, קרא תא"ל ברק למפקדים לטפח את אוכלוסית משרת-הקבע, והוסיף, כי מקור-הכוח של המערכת האנושית בחיל היא אחדותה הפנימית, הנשענת על זהות היעדים.

תא"ל ברק סיים את דבריו באיחולי הצלחה למדינה ולחיל בשנת ה-30.

יעודו הראשוני של חיל-החימוש בצה"ל, אמר תא"ל ברק, הוא לסייע במתן שירותי אחזקה לאפסנית החיל בכל הדרגים. יעודים נוספים של החיל, הנגזרים מיעודו הראשוני, הם: שיפור ופיתוח אמצעי-הלחימה וארגון מערך האחזקה והכשרתו.

תפיסת האחזקה בחיל-החימוש, אמר תא"ל ברק, מושפעת ממבנה צה"ל ותורת-הלחימה שלו, מסוג הציוד ואופי פעילותו ומדרג התיקון של הציוד. כל אלה מכתבים חיל-החימוש נייד, הצמוד לכוחות כבר מרמת היחידה ומספק שירותי אחזקה בעדיפות ראשונה לדרגים הלוחמים. מבחנו של כל צבא, אמר תא"ל ברק, ומכאן מבחנה של כל מערכת אחזקה צבאית הוא במלחמה. משום כך מאורגנת כל מערכת האחזקה בחיל-החימוש מתוך ראיית מצב המלחמה ככלל, וכל מערכת הפעילות שבו מוכתבת על-ידי שיקולי היעילות והתיפקוד הנכון בעת-חירום. חיוני הוא, אמר תא"ל ברק, שמערכת האחזקה המתוכננת למלחמה תפעל כל הזמן, מתוך הנחה, כי מערכת ה"משומנת" היטב לאורך כל השנים תפעל היטב ביום מלחמה.

באשר ליעוד השני של חיל-החימוש — שיפור ופיתוח אמצעי-לחימה — כאן באים לידי ביטוי ההיזונים החוזרים מלקחי האחזקה ביחידות ומלקחי המשתמשים בציוד. בתחום זה, אמר תא"ל ברק, קיים מפגש מתמיד בין חיל-החימוש והתעשייה הישראלית ומפגש זה משמש כזרז, הן בתחום הכניסה לטכנולוגיות חדשות שלא נשלטו בעבר במדינת-ישראל והן בתחום האיכות שהיא יעד בפני עצמו במערכת צבאית, אך מהווה גם תנאי הכרחי לתעשייה המחפשת שווקים ליצוא.

יעוד נוסף של חיל-החימוש היא הכשרת המערך. זו בנויה על העקרונות של הכשרה טכנית מקדימה והתמחות צרה במסגרת צה"ל. תא"ל ברק ציין, שמערכת החינוך המקצועי הטרנס-צבאי אינה מעמידה כמות בוגרים התואמת את צורכי המערך הטכני, לא בכמות ולא במיגון ההתמחויות. לכן, חיל-החימוש מנחה מספר רב של בתי-ספר מקצועיים, מרכזי הכשרה של משרד העבודה ובתי-ספר תעשייתיים, כדי להבטיח שההכשרה הטרנס-צבאית תענה על הצרכים המידיים של מערך האחזקה עם גיוסו של הבוגר לצה"ל.

תא"ל ברק עמד גם על יחודו של חיל-החימוש לאור תנאיה המיוחדים של מדינת-ישראל, תנאים המחדדים את התלות של כלל המערכת הלוחמת בחיל-שירותים טכני עוד יותר מאשר מקובל בצבאות אחרים:





# חיילים מצטיינים - תשל"ח

## סמל פרץ דוד

משרת כמכונאי-גנרטורים בפיקוד-צפון. מעולה במקצוע, מתבלט במסירותו לעבודה, מסור ובעל-יוזמה, משמש דוגמה אישית לחיילי יחידתו.

## סמ"ר פרגון עוזי

משרת כמכונאי-נגמ"ש בפיקוד-צפון. בעל-מקצוע מעולה, משמש כסמל חוליה-טכנית בגדוד, מסור, יעיל ומשמש דוגמה אישית לחיילי היחידה.

## רב"ט אלוק אייל

משרת כחשמלאי-נגמ"ש בפיקוד-צפון. מבצע בהצטיינות את כל המשימות המוטלות עליו, מגלה יוזמה ותושיה תוך כדי עזרה לבעלי-מקצועות אחרים.

## סמל דימטרי רובין

משרת כמסגר-אחזקה בסדנה בפיקוד-צפון. עלה לארץ מברית-המועצות לפני כ-5 שנים. מתפקד ביעילות רבה, נקלט היטב מבחינה חברתית ומשמש גורם חיובי ביחידתו.

## סמל מלול יוסף

משרת כמכונאי-רכב ביחידת חימוש מרחבית פיקוד-צפון. מסור, ממושמע, מסודר ושקט. משמש דוגמה אישית לחיילי היחידה.

## סמל קופרמן דניאל

משרת בפיקוד-מרכז כמחסנאי יחידתי בגדוד-צנחנים. בעל-מקצוע מעולה, מבצע תפקידו על הצד הטוב ביותר. מגלה עצמאות, מסירות ואחריות רבה.

## סמ"ר טיטלמן עירן

משרת כחשמלאי-טנקים בפיקוד-מרכז. מבצע עבודתו למופת במסירות וחריצות רבה. משמש דוגמה אישית לחיילי היחידה.

## סמל שטרן יוסף

משרת כחמש-טנקים בסדנת פיקוד-מרכז. ממלא תפקידיו בהצלחה מרובה. מגלה כושר פיקודי, בעל-רצון, יוזמה וכושר אילתור גבוה.

## סמ"ר גרחדרי יוסף

משרת כנשק בגדוד פיקוד-מרכז. בעל-מקצוע מעולה. הקים נשקיה גודית לתפארת. מבצע ביקורות יזומות ותורם רבות לרמת-אחזקה גבוהה של הנשק.

## סמל כהן אלי

משרת כמכונאי-טנקים בפיקוד-מרכז. בעל ידע מקצועי רב, חרוץ, מסור, אחראי ודייקן. באימוני החטיבה עסק לילות כימים בתיקוני טנקים תוך גילוי תושיה רבה, כושר אילתור והתמדה.

## סמל וקנין ציון

משרת ביחידת חימוש מרחבית בפיקוד-דרום. התמנה לאחראי ניהול מחסן כלי-עבודה של כל היחידה. ממלא תפקידיו ביעילות ומשמש דוגמה לשאר חיילי היחידה.

## רב"ט אלברט שמחון

משרת כמכונאי-טנקים באוגדה בפיקוד-דרום. מעולה במקצוע, מתבלט במסירותו לעבודה וליחידתו, ובעל יוזמה רבה.

## רב"ט ג'אן כהן

משרת כמחסנאי באוגדה בפיקוד-דרום. במלחמת יום-הכיפורים הגיע כמתנדב מארה"ב לעבודה בקיבוץ. התגייס לצה"ל, ומשמש כאחראי לנושא חלקי-חילוף. בעל-מקצוע מעולה, מבצע המוטל עליו ביעילות מירבית.

## סמל לוינגר בועז

משרת כמכונאי תותח-מתנייע בפיקוד-דרום. ממלא תפקידו ביסודיות ויעילות ומשקיע ממצו בעבודה אף מעבר לשעות המקובלות.

## סמל כהן אברהם

משרת כמכונאי-נגמ"ש באוגדה בפיקוד-דרום ומשמש בתפקיד סמל-טכני בחוליה. בוגר הפנימיה הטכנית של חיל-החימוש; משמש דוגמה אישית במסירותו ויעילותו.

## רב"ט בן-סירא דוד

משרת כמכונאי-רכב באוגדה בגייסות-שיריון. בעל יוזמה וממושמע. פועל היטב בעתות-לחץ, משמש דוגמה אישית לחיילי היחידה.



# חיילים מצטיינים - תשל"ח



## רב"ט רחמים יצחק

משרת כמכונאי-נגמ"ש בסדנת גייסות-שיריון. מבצע תפקידיו על הצד הטוב ביותר, בעל-מקצוע טוב, ממושמע ומסור לתפקידו. בעת תרגיל חטיבתי ואוגר-דתי, שימש כמפקד חוליה-טכנית וביצע בצורה מושג-למת את תפקידיו.

## סמל כהן יחזקאל

משרת כמאחזק הידרוליקה לכלי-גישור אמפיביים ביחידת הנדסה. ממושמע, עוזר לחברים, מסור ביותר לעבודתו, בעל תושיה וכושר אילתור בהתגברות על תקלות טכניות בלתי-צפויות.

## סמ"ר יחיאל יאיר

משרת כבוחן-תחמושת במפקדת גייסות-השיריון. ממלא תפקידו במסירות ואחריות רבה, בעל יוזמה לביצוע תפקידים שמחוץ לתפקידו. השתלב היטב בחוליית-הביקורת, שמרבית אנשיה הם אנשי-קבע ותיקים.

## סמל בן-שטרית פרוספר

משרת כחמש-צריח בגדוד שירותי-חימוש בגייסות-השיריון. בעל אופי נוח, ממושמע. בעל ידע מקצועי רב, מגלה יוזמה ומסירות רבה.

## רב"ט כהן עובדיה

משרת כמכונאי-רכב בבסיס אימונים של גייסות-השיריון. מגלה מסירות מעל ומעבר למקובל, בעל-מקצוע מעולה.

## סמל עדי באום

משרת כבוחן מכשירנות רכב-קרב משוריין בחוליית-ביקורת חילית במפקדת-החיל. ממושמע, שוקד בהתמדה על פיתוח ידיעותיו המקצועיות והעברת הידע הזה לאחרים. בעל-מקצוע מעולה.

## סמ"ר שמואל אברהם

משרת כמכשירן-טנקים בבסיס ההדרכה החילי. סיים קורס מכשירנים בהצטיינות ועוסק בהדרכה. בעל יוזמה ותושיה, שואף לבצע תפקידים מעבר למקובל, נוח, ישר, ממושמע ואחראי.

## סמ"ר שאולי אילן

משרת כמכונאי-גנרטורים במרכז ציוד-לחימה וחלפים. במסגרת עבודתו מועסק בשיקום גנרטורים; מגלה ידע מקצועי רב, דייקן ומסור לעבודה, ממושמע ומשמש דוגמה אישית לחיילים ביחידתו.

## רב"ט כהן סימונה

משרתת כמפעילת תקשורת במרכז ציוד-לחימה וחלפים. מגלה מסירות והתמדה במילוי תפקידה, הכרוך בעבודת משמרות. מוכיחה בקיאות ורצון-התקדמות מתמיד, ממושמעת וחברותית.

## סמ"ר זרמינסקי יעקב

משרת כמסגר במרכז שיקום ואחזקה. מועסק כמפעיל כרסומות-ענק מתוחכמות במפעל טנק המרכבה. בעל כושר-טכני מעולה, בעל תפוקה רבה בעבודה תוך הקפדה על דיוק, מבצע עבודתו באופן עצמאי ואחראי.

## סמל אשואל ישראל

משרת כמסגר-תותחים בבית-הספר לתותחנות. הועסק בהחזרה לכשירות של נשק-כבד ביחידות שונות וביצע עבודתו על הצד הטוב ביותר.

## סמל לטקה אריה

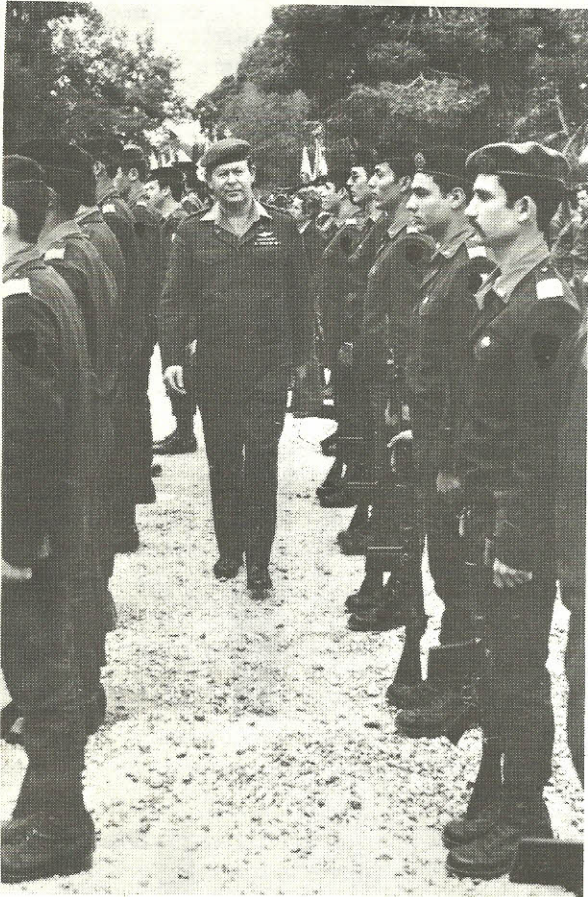
משרת כמכונאי-רכב ביחידת חיל-הים. מבצע תפקידו מעל ומעבר למקובל. מסור, משמש דוגמה לחבריו הן בעבודתו והן בהתנהגותו. מגלה יוזמה רבה ואף פיתח שיטה ליעול עבודתו.

## טוראי שטרית דוד

משרת כמכונאי-רכב במרכז הובלה. התגלה כבעל-מקצוע מעולה; ממושמע, בא לעזרת חבריו בכל מצב.







# חיילים מצטיינים - תשל"ח

## סמל נוריאלי מאיר

משרת כמכשירן בבית-הספר לחי"ר. שקט וצנוע, ממלא תפקידיו על הצד הטוב ביותר, מקדיש שעותיו הפנויות לשיפור נושאי עבודתו. השתלם בנושא הסימולטורים והיה לעזר רב בתערוכת עזרי-האימון של צה"ל.

## סמ"ר ירקוני יהושע

משרת כמכונאי בסדנת-מטכ"ל, משמש כאחראי מח-לקת תיקוני-דרך. ממלא תפקידו בהצלחה מרובה, בעל נכונות לסייע לחבריו, ממושמע ומשמש דוגמה ליתר חיילי הסדנה.

## סמ"ר אלקיים מאיר

משרת כבחון-תחמושת במרכז תחמושת. מצטיין בתפקידו כבחון תחמושת מוחזרת, בעל תושיה וכשר-ביצוע מעל המקובל, בעל רוח התנדבות לתפקידים קשים ומסוכנים הקשורים בהשמדת תחמושת וניסויי-ירי.

## סמל כהן אברהם

משרת כחשמלאי-רכב בסדנת גייסות-שיריון. למרות היותו נכה ברגלו ביקש לעסוק כחשמלאי-רכב ללא ידע מקצועי קודם. למד בעקשנות והשתלב במקצוע תוך התגברות על מגבלה גופנית קשה. מבצע עבודתו בצורה טובה, חרוץ, עצמאי ובעל רצון עז להתקדם.

## סמל דנינו אלי

משרת כמכונאי-גנרטורים בסדנת מרחב-שלמה. בעל משמעת עצמית למופת, מבצע המוטל עליו בנאמנות ודבקות. באחד מלילות החורף, נשלח לתקן גנרטור; למרות היותו חולה ולמרות מזג-האוויר הסוער, ביצע משימתו עד תומה.

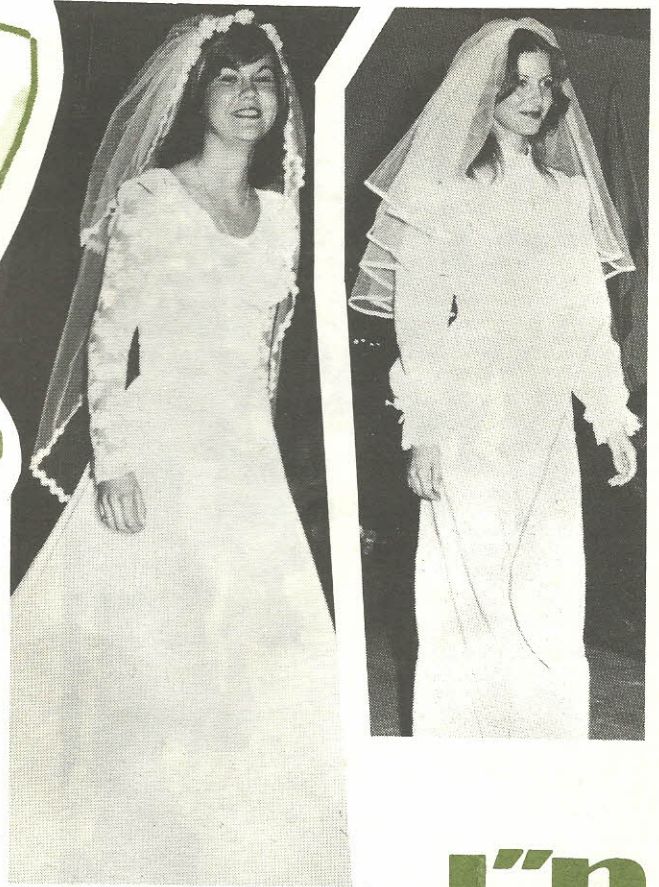
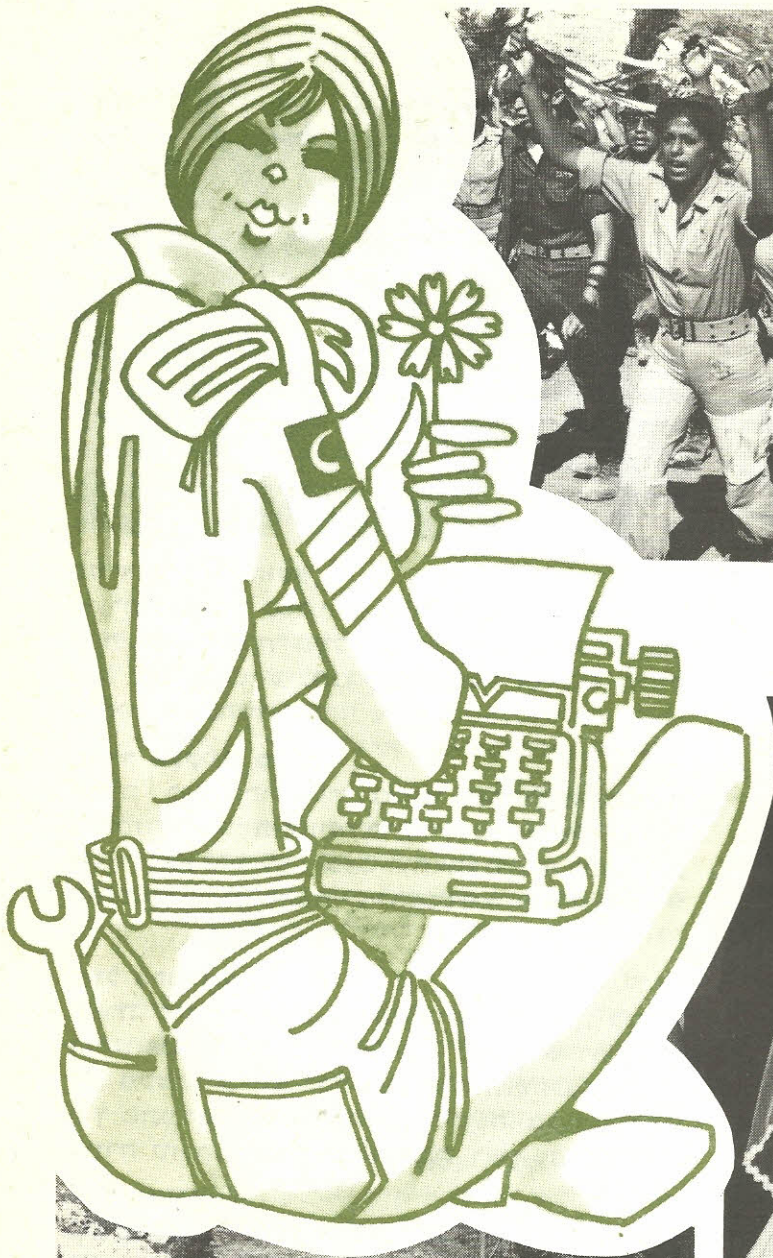
בתמונות — הרמטכ"ל, רא"ל מרדכי גור סוקר מסדרי סיום קורס-קצינים סדיר ומילואים שנערכו במסגרת אירועי יום חיל-החימוש — תשל"ח.







**בתמונות —** בנות מפקדת-החיל בצעדת-ירושלים תשל"ח, וכתדמוניות ביום הח"ן.



# ח"ן חימושי







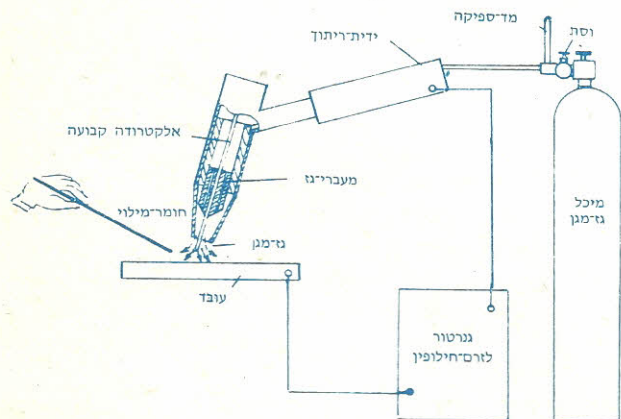
החלקים המרותכים גדולים, קיימת סכנה של פיזור-חום גבוה, ויש צורך בחימום מוקדם של העובד לטמפרטורה של 150—220 מעלות צלסיוס. כדי להקטין את סכנת העיוות, רצוי לדפון את העובד בקביעים ובמתקני ריתוך מתאימים.

עקב קצב-הריתוך הגבוה של נתכי-האלומיניום, יש להסיע את האלקטרודה בקו ישר, ולא במסלול קשתי כמקובל בריתוך חומרים ברזליים. כמו כן, מומלץ לוודא שאורך הקשת יהיה בין  $1/8$ " ל- $3/16$ ". קשת קצרה מדי גורמת לחורים ושקעים בתוך התפר, ואילו קשת ארוכה מדי גורמת לנתזים ולריתוך בלתי-יעיל. על-מנת לסייע לפעולת ההצתה של הקשת, שהיא קשה יותר באלומיניום מאשר בברזל, מומלץ למשוך את האלקטרודה על פני העובד בתנועה של הדלקת גפרור. את האלקטרודה יש להחזיק בניצב לעובד או בזווית משוכה לאחור בת 20—30 מעלות.

לאחר הריתוך, יש להרחיק מפני העובד את הסיגים של ציפוי האלקטרודה באמצעות מברשת העשויה מסיבים של פלדת-אלחלד. לאחר מכן יש לשטוף את אזור התפר במים חמים כדי להרחיק לגמרי את הסיגים.

### שיטת "טיג" (TUNGSTEN INERT GAS)

קשת הריתוך בתהליך "טיג" נוצרת בין אלקטרודה העשויה טונגסטן ובין העובד. אזור הריתוך מוגן במעטה של גז אינרטי המונע השפעות אטמוספיריות בעת הריתוך. הריתוך בשיטה זו יכול להיעשות עם הוספת חוט מילוי או בלעדיו, וזאת בהתאם לעובי החומר וצורת המחפר.



צור 1 — תרשים מערך-הריתוך בשיטת "טיג".

המרכיבים העיקריים של מערך הריתוך בשיטת "טיג" הם ספק-כוח לזרם-חילופין, זי-מגן, מכל גז-מגן (המצויד באמצעים לבקרת לחץ-הגז וספיקתו), וצנרת להספקת הגז לפיית הריתוך שבידית.

ספק-הכוח בתהליך הזה מספק זרם-חילופין ולפיכך, מתחלפת הקוטביות של האלקטרודה והעובד לסירוגין פעם אחת בכל מחזור. במחצית המחזור שבו האלק-

זיהום אחר, ובעת הריתוך, יש למנוע את היווצרות שכבת התחמוצת. לפני הריתוך, ניתן לעשות זאת מכנית, על-ידי ריטוש השכבה, או כימית — על-ידי המסתה, ואילו מניעת ההתחמוצות בעת הריתוך, נעשית באמצעות גז-מגן אינרטי העוטה את אזור הקשת.

### שיטת האלקטרודה המצופה

תהליך הריתוך בקשת-חשמלית באמצעות אלקטרודה מצופה הוא ה"וויטיק" בין תהליכי הריתוך של נתכי-האלומיניום. השימוש בתהליך הזה הולך ומצטמצם עם פיתוחם של התהליכים החדשים והספציפיים לריתוך האלומיניום ונתכיו השונים, והוא מוגבל כיום למקרים שבהם אין הצדקה כלכלית לרכישת ציוד מיוחד ויקר, או לבתי מלאכה קטנים שבהם מרתכים נתכי-אלומיניום לעתים רחוקות.

ריתוך נתכי-האלומיניום באלקטרודה מצופה נעשה באמצעות גנרטור רגיל לזרם-ישר (המקובל גם בריתוך חומרים ברזליים). החיבורים החשמליים נעשים ב"קוטביות הפוכה", כלומר, האלקטרודה משמשת קוטב חיובי, ואילו העובד — קוטב שלילי. בדרך זו, מנוצל רובו של חום התהליך להתכת חומר האלקטרודה ורק מקצתו מועבר לעובד דבר המבטיח קצב-ריתוך גבוה, מצד אחד, ומונע עיוותים והשפעות תרמיות ניכרות על חומר העובד מצד שני.

האלקטרודות השימושיות ביותר בתהליך הזה הן: AL-2 (העשויה מנתך 1100 שהוא אלומיניום טהור כמעט) ו-AL-43 (העשויה מנתך 4043 המכיל גם 4% צורן). בריתוך נתכים הרגישים לסדקים ולקורוזיה בייגבשיות, צריך להתאים את חומר האלקטרודה לחומר העובד באהירות רבה. ככל שיתקרב ההרכב הכימי של חומר האלקטרודה לזה של חומר העובד, כן יגברו הסיכויים להצלחת הריתוך.

העובי המינימלי של הפחים הניתנים לריתוך בשיטה זו הוא  $1/16$ " אך בעובי כזה מצריך התהליך מומחיות רבה. בדרך כלל, נוהגים לרתך פחים בעובי  $1/8$ " ומעלה. עבור פחים בעובי הקטן מ- $1/4$ " אין צורך בהכנת מדרים (שיפועי-ריתוך). עבור עובי גדול יותר, יש להכין מדרים בזווית כוללת של 60—90 מעלות, עם שורש של  $1/8$ "— $1/6$ ". כאשר ממדי

זרם הריתוך (אמפר)	קוטר האלקטרודה (אינץ')	עובי העובד (אינץ')
55—45	1/8	1/16
85—75	1/8	1/8
175—125	5/32—3/16	1/4
300—225	1/4	3/8

טבלה 1 — זרם הריתוך כתלות בעובי העובד וקוטר האלקטרודה בשיטת האלקטרודה המצופה.

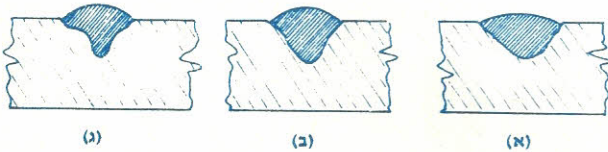


מקום ורק לאחר התייצבות הקשת מעבירים אותה אל העובד.

**ידית-הריתוך** (ציור 3) מכילה את אלקטרודת הטונג-סטן הקבועה (3) המהודקת אל עטיפת מיי-הקירור (5) באמצעות תפסנית (6) וכן את המוליכים החשמליים והצנרת להספקת גז-המגן ומיי-הקירור. גוף הידית (7) נתון בתוך ידית-אחיזה (2) ומכוסה במכסה (8) מצד אחד, ובפיית-ריתוך (4) מצד שני. מתג ההפעלה (1) מותקן בקצה ידית-האחיזה. את מידות האלקטרודה, פיית-הגז וחוט הריתוך, נוהגים לבחור בהתאם לעובי העובד.

**גז-המגן**, עוטף את קשת הריתוך ואת סביבת התפר ומונע על-ידי כך את התחמצנות החומר באמבט-הריתוך לפני התמצקותו. במערכות-ריתוך בהספק נמוך משמש גז-המגן גם לקירור ידית-הריתוך (במערכות בהספק גבוה מתבצע הקירור, כאמור, על-ידי תנועה מחזורית של מיי-קירור).

גז-המגן המקובלים ביותר הם הגזים האינרטיים ארגון, הליום ותערובותיהם. ברוב המקרים השכיחים, נוהגים להשתמש בגז-ארגון, שהוא זול, נקי ובעל התנגדות נמוכה להולכת זרם. לעומת זאת, ההליום, שהתנגדותו להולכה חשמלית גדולה יותר, יוצר קשת חמה וגורם לחדירה עמוקה.

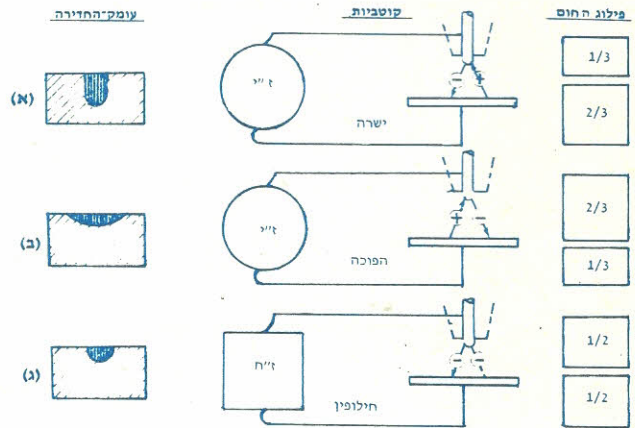


**ציור 4** — השפעת גז-המגן על אמבט-הריתוך: (א) — ריתוך בהליום; (ב) — ריתוך בתערובת של ארגון והליום; (ג) — ריתוך בארגון.

המרחק בין האלקטרודה ופני-העובד הוא גורם בעל השפעה רבה על טיב הריתוך. הרגישות למרחק זה גדולה במיוחד בריתוך עם הליום, שבו שינויים במרחק גורמים לשינויים חריפים במפל-המתח דרך הקשת. כתוצאה מכך, קשה לבקר את התהליך בצורתו הידנית, ולכן לא מקובל השימוש בו אלא רק במערכות האוטו-מטיות. הארגון לעומת זאת, מאפשר הצתת-קשת נוחה וריתוך חלק גם בתהליך הידני. אם מעוניינים בחדירה עמוקה במיוחד, בלא לפגום בנוחות ההצתה של הקשת וביציבותה, ניתן להשתמש בתערובת של שני הגזים האלה.

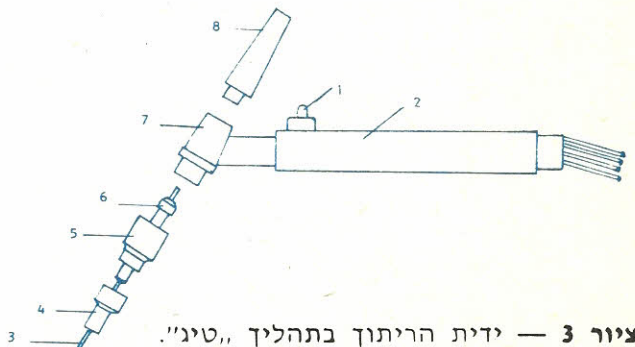
על-מנת לאפשר ריתוכים אחידים של פחים דקים וריתוך בייצור רבי-כמותי ניתן להפעיל מערך-עבודה אוטומטי. התהליך האוטומטי שונה במקצת מהתהליך הידני. כאן, ספק-הכוח מספק זרם-ישר בקוטביות ישרה (האלקטרודה שלילית והעובד חיובי), דבר המאפשר חימום אינטנסיבי של העובד, ושל חוט המילוי המוזן אוטומטית לאזור הריתוך. האלקטרודה

טרודה שלילית (קוטביות ישרה), נפלטים האלקטרונים מהאנודה לכיוון העובד ורובו של חום הקשת מנוצל לחימום העובד. במחצית השניה של המחזור מתחלפת הקוטביות (ק' הפוכה), ואנרגיית הקשת שואפת לחמם את האלקטרודה. כאן נעשית גם הפעולה החיונית של ניקוי פני-השטח באזור התפר. האלקטרונים הפורצים מהעובד מקלפים את שכבת התחמוצת המוצקה הנעה מהאזור המותך של „אמבט-הריתוך“ אל הגבולות המוצקים של התפר. בצורה זו תורם זרם-החילופין לקבלת תפר נקי, חזק ובעל חדירה עמוקה.



**ציור 2** — מנגנון התהליך, פילוג-החום ועומק החדירה בתהליך „טיג“: (א) — מחצית המחזור של הקוטביות הישרה; (ב) — מחצית המחזור של הקוטביות ההפוכה; (ג) — תיאור מחזור שלם.

על-מנת להקל על הצתת הקשת וייצובה, נוהגים לצייד את ספקי-הכוח לזרם-חילופין ביחידה מיוחדת לתדר גבוה. היחידה הזאת מאפשרת להצית את הקשת גם ללא מגע ראשוני עם חומר העובד וכן היא מקטינה את השפעת אורך הקשת על תנאי הריתוך, דבר המקל על פעולת הריתוך הידנית. את המעגל לתדר גבוה ניתן להפעיל ולהפסיק כרצוננו באמצעות נותג המורכב על ידית-הריתוך, או על-ידי מפסק המופעל ברגל; לאחר התייצבות הקשת נוהגים לנתק את המעגל הזה. בספקים שבהם אין יחידה כזאת נוהגים להצית את הקשת על פח נחושת או אלומיניום המונח בקרבת



**ציור 3** — ידית הריתוך בתהליך „טיג“.



הנתונים בטבלה מבוססים על הכנה נאותה של מדרים וניקוי יעיל של פני-השטח.

עבור פחים שעובים אינו עולה על  $1/8$ " אין צורך בהכנת מדרים. עבור פחים בעובי  $1/8$ " עד  $3/8$ " יש להכין מדרים מצד אחד; זוית המָדָר תהיה  $60^\circ$  עד  $110^\circ$ , בהתאם למצב הריתוך (ריתוך אופקי, "שולחן"; אנכי; מעל הראש). בריתוך פחים שעובים עולה על  $3/8$ " נוהגים להכין מדרים משני הצדדים בזוית כוללת של  $90^\circ$ .

נשאר קרה יחסית ואפשר לבחור באלקטרוודות דקות המבטיחות תפר נקי וצר. אולם, השימוש הזה בטכניקה של קוטביות ישרה אינו גורר פעולה של ניקוי פני-העובד, ועל-מנת להבטיח ריתוך יעיל וטוב יש להקפיד על הכנה טובה של פני-החומר. הניקוי יכול להתבצע באמצעים מכניים או כימיים, בהתאם לצורך.

נתוני ריתוך מעשיים בשיטת "טיג", מובאים בטבלה 2. נתונים אלה יכולים לשמש נקודות מוצא ראשוניות בלבד ואת הכוונון הסופי יש לעשות בהתאם למקרה.

טבלה 2 — נתוני ריתוך בשיטת "טיג".

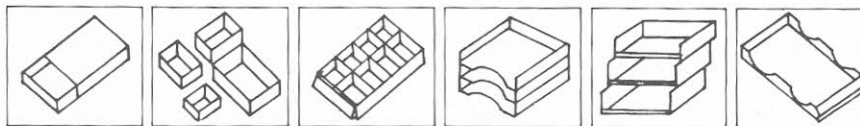
קוטר חוט-המילוי (אינץ')	קוטר אלקטרווד הטונגסטן (אינץ')	ספיקת-ארגון (רגל מעוקב לשעה)	זרם (אמפר)	מספר המעברים בתפר	עובי העובד (אינץ')
3/32	1/16	25—20	75—65	1	1/16
1/8	1/8	25—20	140—120	1	1/8
5/32	3/32	30—25	200—170	2	3/16
3/16	3/16	35—30	250—210	2	1/4
3/16	1/4	40—35	340—280	3	3/8
3/16	1/4	40—35	380—300	3	1/2

(המשך בחוברת הבאה)



# הצדעה ליקוה-פלסט

הצדעה לקוה-פלסט הינה אות הערכה לשיטת איחסון שפרושה סדר ויעילות. שיטת קוה-פלסט מבוססת על מערכת מושלמת של מגירות ותאים מודולריים. מוצרי קוה ניתנים להצבה בכל מקום כיחידות בודדות, ארונות, או על גבי מדפים. מגירות קוה ניתנות לחלוקה פנימית ע"י מחיצות ותאים בגדלים שונים. מוצרי קוה מיוצרים ע"י חוליות פלסטיק לפי הסכם ידע עם מפעלי C A W A בשוויץ. מוצרי קוה אינם שבירים, קלים לניקוי ובעלי עיצוב חיצוני מרהיב. שיטת קוה-פלסט — השיטה לסדר ויעילות.



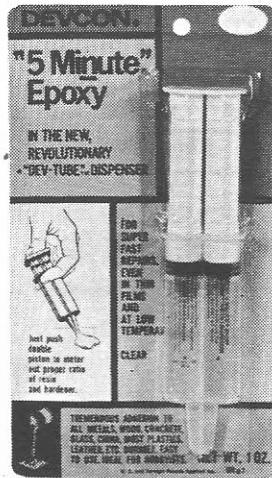
כיסום שפיי אליות

המפעל: קבוצת שדה נחמיה דב. הגליל העליון טל: 067-40736/37  
המחסן: ת.א. רח' המלך גורג' 18 ג' סמטה אלמונית 7 טל: 285464

קוה-פלסט

# מְזַרְכָּפוֹל\*

## DEVCON



**דבק אפוקסי  
מהיר  
לכל מטרה  
באריזת  
המזרק הכפול**

רוקל תעשיות ומסחר בע"מ  
ת-א חרמורק 21 ת.ד. 33106 טל. 220375, 233735



# אסקו

## חברה להספקה הנדסית

### בע"מ

תל-אביב, טלפון: 613472, 621792

רח' הרכבת 22, ת.ד. 45

# ESCO

ENGINEERING SUPPLIES LTD.

Tel-Aviv, phone 613472, 621792

P.O.B. 45 — 22 HARAKEVET ST.

ספקי ציוד ליטוש, ציוד מוסכים

ומשאבות מופעלות באויר דחוס

# פרסם

## ב- "מערכות - חימוש"

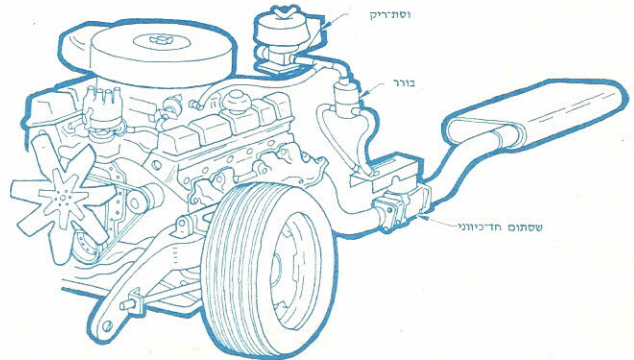
### כתב-העת

## המגיע לאלפי בעלי-מקצוע



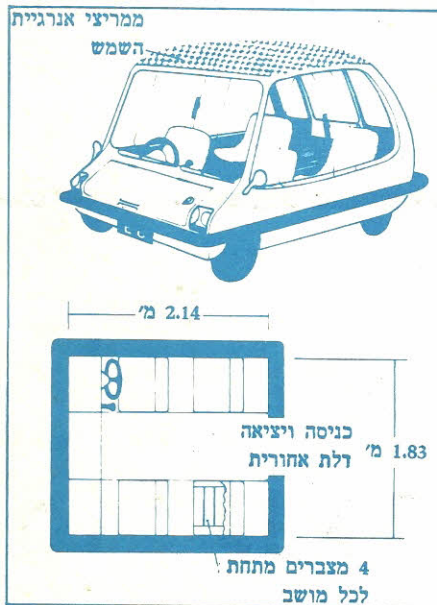
## האטת רכב בנזין על-ידי הפיכת המנוע למדחס

הפיכת המנוע למדחס לצורך הגברת הבלימה היתה שימושית עד כה במנועי זיזל בלבד; כיום, ניתן להשיג גם מנועי בנזין שניתן להופכם למדחס על-ידי מערכת של שסתום וסולנואיד.



מרכב הנוסעים באבטיפוס יהיה באורך 2.14 מטר וברוחב של 1.83 מטר ויכלול 4 מושבים. היעדרו של המנוע המקובל ברכב, מגדיל את השטח השימושי במכונית זו ב-33%. כמרכן נעדריק, גל ההינע, הדי-פרנציאל ומערכת הפליטה. משקלם של המצברים, הממוקמים מתחת למושבים, גורם להנמכת מרכז הכובד ועושה את המכונית ליציבה ובטוחה יותר. המכונית אמורה להגיע למהירות מקסימלית של 96 קמ"ש, טווח הנסיעה יהיה מ-80 עד 320 ק"מ, בהתאם למהירות הנסיעה. המערכת מסוגלת לספק כוח גדול יותר, בהתאם למצב התנועה בכביש, ובנוסף לכך, היא מצמצמת בזבז כוח ומשמרת אנרגיה הנובעת מהאטה ומנסיעה במורד. מעריכים, שכל חמש שעות שבהן המכונית אינה נוסעת, מצליחים המצברים להיטען בעזרת אנרגיית השמש, במידה המספיקה לאפשר נסיעה בת שעה אחת במהירות של 40 קמ"ש.

Design News, 9.6.'76



## ציפוי חלקים במנוע להקטנת החיכוך

שכבת ציפוי בעלת מקדם חיכוך נמוך, הנמרחת על חלקים פנימיים במנוע, נבחנה במשך השנתיים האחרונות במשאית זיזל. ביצועיה של משאית זו, שעסקה בהעברות סדירות של מטענים הושוה עם משאית-בדיקה זהה כמעט. המשאית שמנועה הוגן על-ידי שכבת הציפוי הפגינה שיפור בצריכת דלק בשיעור של 15.3%.

כאשר המנוע מקטין את מהירותו בצורה חדה, גורמת ההגדלה הפתאומית של הריק (ואקום) בסעפת לסגירת מתגריק; המתג פותח וסתריק הנמצא על סעפת היניקה וסוגר שסתום חד-כיווני בסעפת הפליטה. מכיון שהמנוע מונע באמצעות הגלגלים, הוא שואב אויר דרך וסת-הריק ודוחס אותו מבעד לפתח מתאים; פעולת דחיסת האויר, מאיטה את תנועת הרכב.

Machine Design, 30 Sep. 1976

## אנרגיית השמש כמקור כוח במכונית נוסעים

אבטיפוס של מכונית נוסעים חשמלית המונעת באמצעות אנרגיית השמש, עומד לפני השלמתו באוסטרליה. המכונית מונעת על-ידי ארבעה מנועי סרוו נפרדים, בעלי עוגן ממעגל מודפס. מנועי הסרוו מותקנים באופני המכונית, אחד בכל אופן, ומנועים על-ידי 16 מצברי רכב רגילים.

בתכנון האבטיפוס, נכללים ממריצי אנרגיית השמש היצוקים בגג המכונית ומיועדים להגביר את כוח המצברים. הגברת-כוח נוספת, ניתן יהיה להשיג מגנרטורים המופעלים על-ידי מנועי שריפה, אשר יספקו עד 60% מן הכוח הממוצע הנדרש בעת נסיעה. בקרת מערכת ההנעה נעשית באמצעים אלקטרוניים. מערכת ההנעה ואמצעי הבקרה האלקטרונית הקשור רים אליה אמורות להיות מערכת פשוטה, בטוחה, לא מזהמת וחסכונית יותר לרכב הנוסעים או לרכב המשפחתי המיועד לנסיעות קצרות יותר.

## קרן לייזר יוצרת זכוכית מתכתית

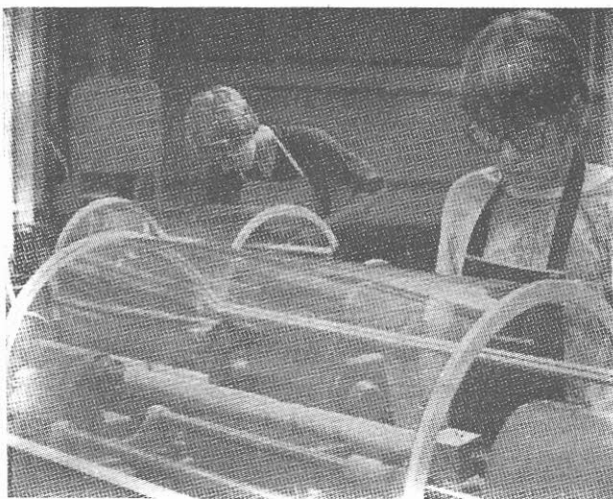
שכבות דקות של חומרים חזקים, המתוארים כ"זכוכית מתכתית", יוצרו באמצעות קרן לייזר במרכז אמריקאי לחקר טכנולוגי. במהלך הניסויים, נחשפו סגסוגות המבוססות על ניקל וקובלט לקרן ממוקדת ביותר של לייזר פחמן דו-חמצני. תוך כדי תנועה על פני החומר, המיסה קרן הלייזר שכבת-מתכת דקה וגרמה במהירות לעליית טמפרטורת פני השטח ל-1100 מעלות צלסיוס בקירוב. לאחר מעבר הקרן, התקררה המתכת במהירות כה רבה עד שנוצר בעקבותיה חומר הדומה לזכוכית.

הניסויים הראשונים הראו, כי ה"זכוכית" קשה יותר ובעלת יכולת עמידה בפני קורוזיה הטובה מזו של הסגסוגות המקוריות; נוסף לכך התברר, שקרן הלייזר השפיעה רק על פני השטח של המתכת. החומר החדש שנוצר, מתואר כחומר אמורפי דמוי זכוכית, בלא מבנה גרעיני בולט שלא הובחן אפילו בהגדלה חזקה — כלומר, המבנה הגבישי של הסגסוגת המקורית השתנה.

שימוש זה בקרן הלייזר פותח גישה חדשה לגמרי בתהליכי קירור מהירים של סגסוגות נוזליות ומנבאים לו עתיד מבטיח.

Machine Design, 30 Sep. 1976

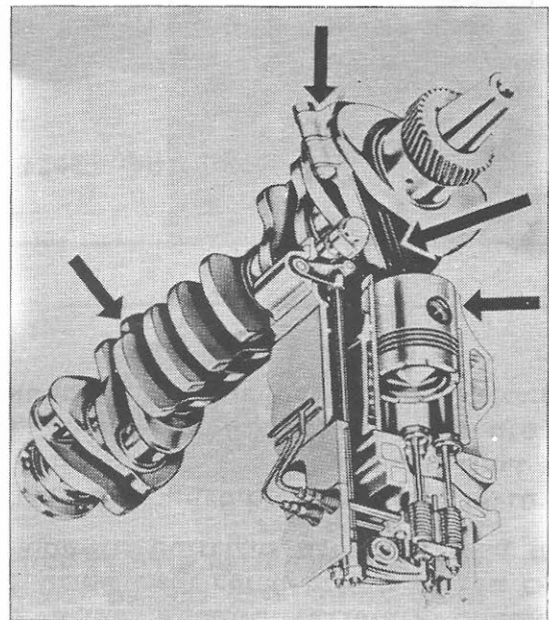
## מגן פלסטיק למחרטה



כאשר עובד נשבר במחרטה, עלול הדבר לגרום לפציעה קשה. ההתקן הבטיחותי שבתמונה הוא מגן-פלסטיק שקוף המותקן על פני המחרטה. את מגן הפלסטיק ניתן להרכיב בירכתי המתקן, על פניו או בין מרכזים סובבים.

Popular Science, Nov. 1976

במהלך המבחן, שהיה הממושך ביותר מסוגו, עברה משאית הבדיקה 98,830 מייל, בצריכת דלק ממוצעת של 5.56 מייל לגלון. באותו פרק זמן, עברה המשאית בעלת המנוע המוגן 167,274 מייל, בצריכת דלק ממוצעת של 6.41 מייל לגלון. גל הארכובה, תותבי המיסבים, הטלטלים וגופי הבוכנות במנוע בעל החיכוך הנמוך, הוגנו על-ידי שכבה של 1 אלפית מהחומר קסילן פלואורוכרובן (החיצים בתמונה מראים את השטחים שצופו). חומר הציפוי, מורכב מחלקיקי טפלון (PTFE) הנמצאים בתוך חומר מקשר תרמוסטי. הציפוי נעשה על-ידי התזה חד-פעמית והוא מתייבש במחזור הקשייה רגיל. פעולת ההכנה היחידה שיש לבצע לפני הציפוי, היא שטיפת פני השטח בממס.

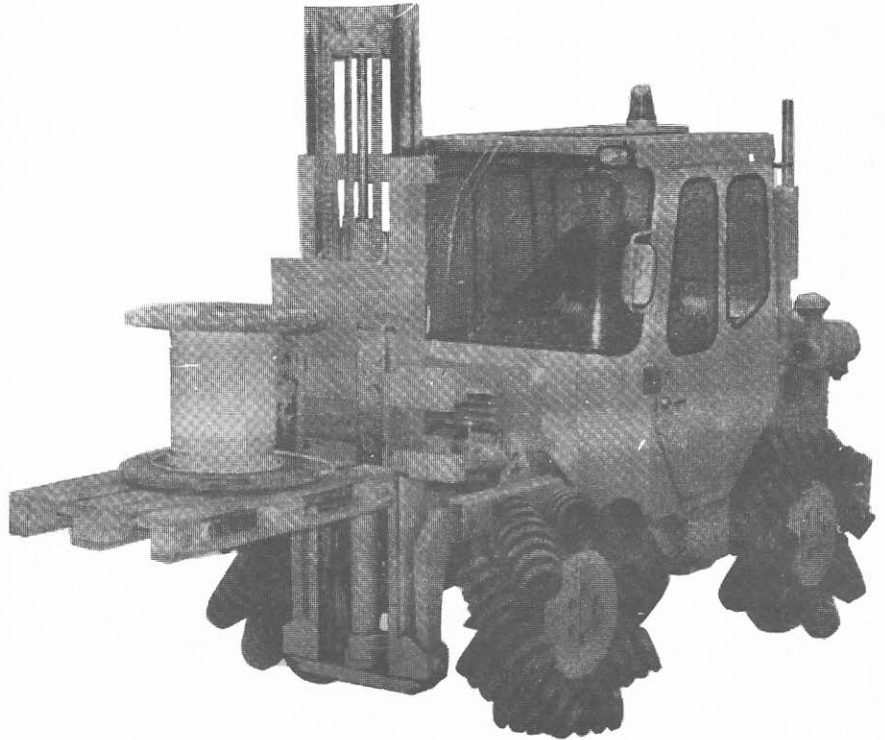
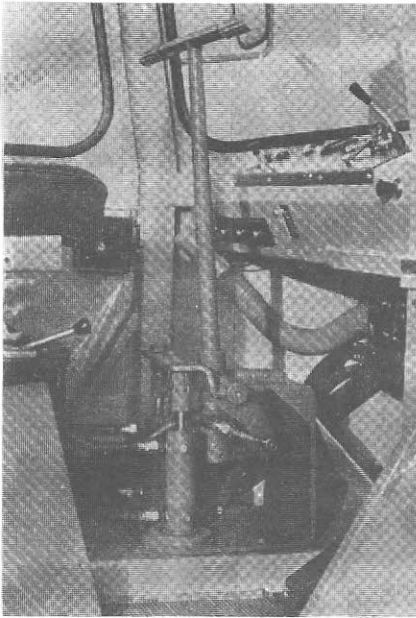


תכונות חומר הציפוי — מקדם חיכוך נמוך ודחיית-שמן — מצמצמות את ההפסדים באנרגיה המיועדת לסיבוב המנוע. בשלב המוקדם של המבחן נתגלו שרידי בלייה מועטים, אך התברר שאלה אינם יוצרים בעיות במסנן השמן ובמעברי השמן. החשש שתכונות בידוד החום של ציפוי הקסילן עלולות ללכוד חום-שריפה בבוכנות ולהביא לידי תקלות מוקדמות, הוכחו כלא מבוססות.

שני יתרונות בלתי-צפויים נתגלו במהלך המבחן. ראשית, הופחתו מכות הבוכנה והרעש שנבע מכך; ושנית, המנוע המוגן בשכבת ציפוי צורך בהתמדה דלק בשיעור קבוע, דבר המעיד ששכבת הציפוי נשארה במקומה וביטלה את ההתפרצויות הרגילות.

Machine Design, 12 Feb. 1976





### מלגזה הנעה לצדדים

זה את זה. לעומת זאת, בתנועה לצדדים מרכיבי-הכוח לאורך ציר התנועה האורכי (קדימה-אחורה) מבטלים זה את זה ונשארים ארבעה מרכיבי-כוח לאורך ציר התנועה הרוחבי הגורמים לתנועה מהירה הצידה.

את המשאבה ההידרולית של המלגזה מניע מנוע דיזל. חלוקת השמן למנועי הגלגלים מווסתת באמצעות שלוש שסתומים דו-כיווניים. השסתומים מבוקרים על-ידי מוט-ניווט הנמצא בתא הנהג (ראה תמונה). מוט הניווט, הדומה לזה המותקן במטוס, מצטיין בתפעולו הפשוט: לנסיעה קדימה, יש לדחוף את מוט הניווט; לנסיעה אחורה — למשוך אותו; לנסיעה לצדדים — להסיט אותו הצידה בזווית הרצויה, ועל מנת לסובב את המכונה במקום, יש לסובב את המוט.

המלגזה הזו מתמרנת בזריזות לאורך מעברים בעלי זוויות, נעה בצורה חלקה מסביב למכשולים וחונה בדייקנות לאורך קיר. הגלגל המיוחד המשמש את המלגזה, או כפי שהוא קרוי אילונטור, ע"ש ממציאו, יכול לשמש בהצלחה רבה בכסאות-גלגלים, במטאטאי רחובות ובכלי-רכב אחרים, הצריכים לנוע בזוויות בפניות סגורות.

Popular Science, Nov. 1976

את הרעיון לפתח רכב שינוע בדומה לסרטן — קדימה ואחורה, או הצידה בכל זווית — מימש ג'ונת אילון משבדיה. המלגזה שבתמונה, שהיא הרכב הראשון הנע גם לצדדים, מסוגלת לכל אלה מבלי שגלגליה יבצעו תנועת היגוי כלשהי, וזאת בשל המבנה המיוחד של הגלגל.

על כל אחד מארבעת חישוקי הגלגלים של המלגזה מותקנים שמונה גלגלי גומי קוניים בזווית של  $45^{\circ}$ ; בגלגלים הקדמיים הם מוטים פנימה ואילו באחוריים הם מוטים כלפי-חוץ. הגלגלים, שסרניהם יושבים על חישורים שטוחים, יוצרים על גבי החישוק חפיפה מלאה; כאשר הגלגל מסתובב נוגעים הגלגלים בקרקע בתנועה מעגלית רצופה ומאפשרים בכך תנועה חלקה. הגלגלים עצמם נמצאים על סרנים קשיחים ומונעים, כל אחד בנפרד על-ידי מנועים הידרוליים הפיכים. ה"סריק" כאן, הוא להניע את המנועים בצירופים כאלה, שזוגות של גלגלים, קדמיים ואחוריים יחד או שמאליים וימניים יחד, יתנגדו זה לזה או יגבירו זה את תנועתו של זה. דרך הנסיעה הנבחרת היא תוצאה של מרכיבי-כוח; המלגזה נעה קדימה כאשר כל הגלגלים מונעים באותה מהירות ובאותו כיוון, וזאת משום שהמרכיבים הגורמים לתנועה לצדדים מבטלים

איש חיל המוש! אנו מגיעים לכל פנה בארץ

## הובלת רהיטים

אנו מובילים רהיטים לכל חלקי הארץ  
ביעילות, מקצועיות ומחירות.

### אריזה חינם!



- \* בטוח מלא לכל הובלה
- \* פרוק והרכבת הרהוט
- \* מנהל עבודה בכל הובלה

ספק משרד הבטחון

מובילי הצפון טלפון 820316, 823996  
טלפון ערב 884708

## תכנן תקון כלים פניאומטיים



- \* תקון כלים פניאומטיים
- \* שיפוץ כל סוגי ציוד פניאומטי
- \* בדיקת כלי אויר בציוד משוכלל
- \* יעוץ בהתאמת כלי עבודה פניאומטיים

פריזון מוגבר והגדלת הייצור  
עם כלי אויר תקינים

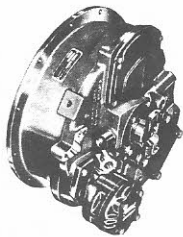
תל-אביב, רח' המסגר 33, טל' 32483

שרות וייצוג בלעדי ע"י:

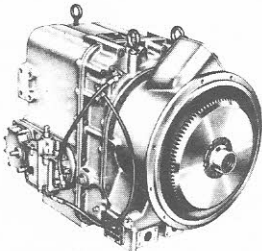
ערבה א.ט.י. בע"מ

ת.ד. 14051 — טלפון 30814  
תל-אביב

## Vehicle Torque Converters



## Power-Shift Transmissions



ממירי מומנט לרכב  
חברת TWIN DISC מציעה סדרה של ממירי  
מומנט במיוחד לרכב כבד. עם יציאות  
להנעת יחידות עזר.  
היחידות יכולות להיות עם או בלי  
LOCK-UP CLUTCH.

ממסרות ימיות:  
להתקנה בסירות שיט, דיג, גרר וכלי שיט  
צבאיים.  
כח מלא קדימה ואחורה.

ממסרות אוטומטיות  
נתנות בצורות שונות עם אפשרויות של  
1+4 או 1+5. הממסרות נתנות עם או  
בלי ממיר מומנט. חוברת 325.



## מערכות ירי ובקרה בטנקים

(המשך מעמוד 21)



**בתמונה** — הטנק האמריקאי M60A1E2. בדגם זה של ה-M60 מותקן תותח 152 מ"מ היורה טילי שיללה וכדורים רגילים. הטנק מצויד במערכת ייצוב-תותח מתוצרת קדילק-גיגי ובמערכת בקרת ירי משוכללת עם מחשב ומד-טווח לזר.

נעשה על-ידי מערכות הייצוב הקיימות אשר רק מחזיקות את התותח "צף" בכיוון קבוע במרחב. הדבר עשוי לשפר במידה רבה את כושר העיקוב אחר מטרות מתוך טנק נע בלא להיעזר במערכת עיקוב אלקטרוני אופטית אוטומטית שהזכרנו קודם לכן.

פיתוח נדרש אחר ודחוף יותר הוא זה המיועד להביא לייצוב ישיר של כוונת-התותחן. פירוש הדבר — כוונת פריסקופית בעלת מראה המיוצבת על שני צירים. כוונת זו עשויה לייצב את קו הראייה של התותחן בדיוק רב יותר מאשר הכוונת הנוכחית, המיוצבת באורח לא-ישיר על-ידי הצמדה או חיבור לתותחים מיוצבים; זאת משום שהמסה שאותה יהיה צורך לייצב תהיה קטנה יותר במידה רבה. הכוונת החדישות עשויות לשפר במידה רבה את כושר העיקוב אחר מטרות, תוך כדי תנועה. במקום לייצב את הכוונת באורח ישיר, אפשר יהיה לחבר את התותח אל כוונת התותחן המיוצבת באמצעות מנגנוני-סרוו המונעים על-ידי מחשב, ואף שדיוק התותח ישאר בהכרח קטן מדיוק הכוונת, ניתן יהיה להגדיל את סיכוי הפגיעה על-ידי מניעת ירי, עד לרגע, שבו יתלכד קדח הקנה עם ההטיה מקו-הראייה שנקבעה על-ידי מחשב בקרת-אש.

המיזוג של כוונת-תותח מיוצבת עם תותח המחובר אליה וסידור לירי רק במצב התלכדות כמתואר לעיל, עשויים להיות מערכת בקרת-אש הדומה בכמה בחינות למערכות הנמצאות כבר זמן מה בשימוש על אוניות

הקובעים שהמערכות הקיימות מאפשרות לטנקים לירות בעת תנועתם, כאשר הכוונה היא לרמת דיוק הקרובה לזו המושגת בירי מטנק ניח. למעשה, מודים בדרך כלל שהתועלת העיקרית שיש להפיק ממערכות הייצוב הקיימות אינה ירי של התותח בעת תנועה, להוציא מקרי חירום, אלא הכושר המוסף של התותחן, שהכוונת שלו קשורה לתותח המיוצב; כך יכול התותחן לשמור על קשר עין עם המטרות תוך כדי תנועה ולכוון את התותח כך שיידרש מינימום של תיקון וזמן בשעה שהטנק ייעצר לזמן קצר כדי לירות, והפעם בדרגת דיוק גבוהה יותר שהוא מסוגל לה אז.

כדי להתקרב לרמת-ירי בעלת סיכוי פגיעה גבוה, מטנק בתנועה, יש לאמץ מערכות ייצוב משוכללות יותר מאלו המבוססות על שני ג'ירוסקופים המורכבים בצריח. למעשה, מערכת הייצוב של חברת קדילק-גיגי כוללת כבר ג'ירוסקופ שלישי, המורכב בתובה, וג'ירוסקופ נוסף בצריח, וכך הדבר גם במערכת הכל-חשמלית שפותחה לאחרונה על-ידי ג'נרל אלקטריק לדגם הזחלי של רכב הסיור המשוריין XM800.

הצורך בג'ירוסקופים נוספים מופגן גם כן על-ידי מערכת הייצוב של ה"דור השני" שפותחה על-ידי חברת נשיונל-וטרליפט לתותח 20 מ"מ של ה-MICV. המערכת הזו כוללת ארבעה ג'ירוסקופים; שניים מהם, כרגיל להגבהה וצידוד והם מותקנים על עריסת התותח, והשניים האחרים הם, ג'ירו-הגבהה נוסף המורכב בצריח כדי לציין את שיעור נטיית הצריח במישור ההגבהה של התותח, וג'ירו-צידוד נוסף בתובה המגיב על סיבוב התובה במישור צידוד הצריח. יתר על-כן, שני הג'ירוסקופים המורכבים על התותח מכוונים כך שהם מגיבים על תנועת גילגול הצריח, שאם לא כן, היה הכרח להתקין ג'ירוסקופ חמישי.

תפקידם של הג'ירוסקופים הנוספים להגבהה ולצידוד הוא להזין פקודות מקדימות אל תוך מערכת בקרת-התותח והתוספת של ג'ירו חמישי — ג'ירו גילגול-צריח או שווה-ערך לו, מרחיב את תחום הייצוב, משני צירים לשלושה צירים. כל אלה מגדילים באופן משמעי את סיכוי הפגיעה, ביחוד כאשר הטנקים נעים בשטח מבוהר. מכל מקום, אפילו השימוש בחמישה ג'ירוסקופים אינו מייצג את כל מה שניתן לעשות עם מערכות ייצוב. למעשה, מערכת אלקטרוני-הידרולית משוכללת יותר מזו שפותחה לנגמ"ש XM701 כבר נבנתה על-ידי חברת ג'נרל מוטורס בשביל הטנק הניסיוני MBT70.

השימוש בחישנים רבים יותר ואפשרות ההשגה של מחשבי בקרת-אש, מגדילים את האפשרות לתיקון אוטומטי של מצב התותח כלפי המטרה, דבר שאינו

זה מפתיע לכן, שכוונות מפקד מיוצבות מורכבות בטנקים המשופרים ליאופרד-1A4 וליאופרד-2, שמצוידים בכוונת-מפקד פנורמית מיוצבת הדומה לכוונת שפותחה בתחילה לטנק MBT70. אבות-טיפוס של כוונת-מפקד מיוצבת M453 נבנו על-ידי חברת AMX-APX להתקנה אפשרית ב-M60A2 ואילו ב-AMX30, הותקן צריחון המיוצב בצידוד עם כוונת המיוצבת בהגבהה, בדומה לטנק השוודי "S".

התקנתן של כל מערכות בקרת-האש ובקרת התותח המתוחכמות של היום בטנק כלשהו, עשויה להגדיל ללא ספק את היעילות של חימושו באור-יום. הדבר עשוי להגביר בהרבה את היעילות בלילה, אם בנוסף לציוד זה, יותקן גם ציוד לראיית לילה, שיש להניח שיהיה מסוג ההדמאה התרמית.

לרוע המזל, המחיר של כל הציוד המתוחכם הזה יהיה כמעט כמחיר של יתרת הטנק. הבעיה עם מערכות בקרת-הירי והתותח אינה לכן, להרכיב בטנק את כל המכשירים והאמצעים הניתנים להשגה, אלא להחליט, כמה מהם יכולים באמת להיות מוצדקים מבחינת השפעתם השלילית, שאין להימנע ממנה, על אמינותם וכושר תחזוקתם של הטנקים, וכמובן, על עלותם. □

מלחמה. היסודות של מערכת בקרת-אש כזו היו קיימים כבר זמן מה בטנק השוודי "S" שבו המפקד, הממלא גם תפקיד של אחד משני התותחנים, מצוייד בכוונת פריסקופית שבה הפריזמה העליונה מיוצבת בהגבהה ומורכבת בצריחון המיוצב בצידוד עם התותח. יתר על כן, הירי מן הטנק "S" תוך כדי תנועה, כאשר כוונת המפקד מקבילה בצידוד עם התותח, נמנע, עד ל"התלכדות" התותח עם הכוונת גם בהגבהה. את הטכניקה הזו אפשר עקרונית להרחיב בקלות כדי להבטיח ירי-התלכדות בצידוד כמו בהגבהה; כך, יוכל טנק חסר-צריח בעל תותח חצי-קבוע המיוצב בהגבהה, לירות בעת תנועה לא רק על מטרות הנמצאות ישר לפנים, אלא גם על מטרות הנמצאות בקשת חזיתית רחבה למדי, תוך שהוא נע בפיתולים.

אם יש נימוק טוב לפיתוח כוונות תותחן המיוצבות באורח ישיר, הרי יש גם נימוק טוב לפיתוח כוונות מיוצבות בשביל מפקדים, המאפשרות להם בעת תנועה להגיע למטרות מהר יותר. למעשה, אפשר יהיה לטעון, מנקודת-מבט של צמצום זמן ההרג בתנאי קרב אקראיים, כי השקעה כספית בכוונת-מפקד מיוצבת עשויה להציע תמורה טובה יותר מאשר השקעה במערכות בקרת-אש בעלות כוונת-תותחן מיוצבת. אין

# להב בע"מ. ל.ה.ב.



**חמרי פצוץ / מכשירי חצוב / כלי יריה ותחמושת**

ת.ד. 36532, תל-אביב • חנות: דרך פתח תקוה 28 טל. 36423-4 • משרד: רח' החשמל 29 טל. 62 51 41  
 P.O.B. 36532, TEL-AVIV • Store: 28, Petach-Tikva Rd. Tel. 36423 • Office: 29, Hechashmal St. Tel. 625141



**הגיע משלוח חדש של אקדחי**

**P. BERETTA**

## אקדחים להגנה עצמית

אקדחים להגנה עצמית וקליעה למטרה, רובים זעירים, רובים ואקדחי אוויר, מתקנים ואביזרים. עזר לקליעה, רובי ציור, אקדחי גז ורקטות, זיקוקי דיגור ותחמושת לסיני הנשק השונים.

לרגל פתיחת מחלקה חדשה — ספורט, דיג ומחנאות,  
 תנתן הנחה של 10% לכוחות הבטחון כנגד הצגת מודעה זו.

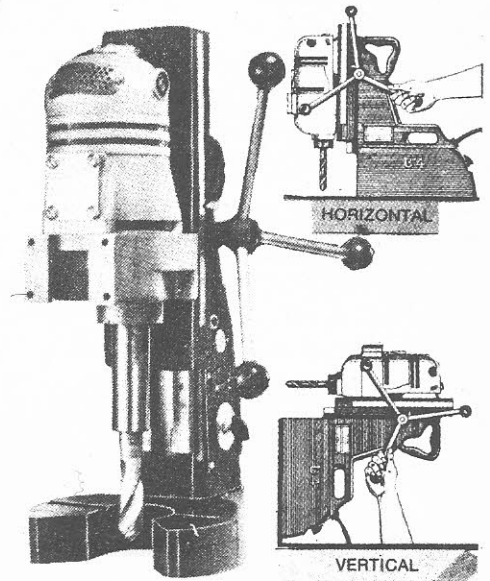


# חידושי אגפל



אגפל בע"מ סוכנויות כלליות יבוא ויצוא, החשמונאים 107, ת"א 67 001, ת.ד. 1891 טל': 25 55 44 טלקס: 41268

Portomag — מקדחות כח תעשיתיות עם בסיס אלקטרו-מגנטי.



**FENWAY**  
ארה"ב

Nibbler — כרסומות ניידות לכל סוגי הפח עבור עוביים שונים:  
א. עד 2 מ"מ ב. עד 4 מ"מ ג. עד 6 מ"מ ד. עד 10 מ"מ  
פועל ע"י אוויר או חשמל!!

שם _____	<input type="checkbox"/> מעוניין בפרטים נוספים
עיסוק _____	<input type="checkbox"/> מעוניין בביקור נציגכם
חברה _____	<input type="checkbox"/> כרסום <input type="checkbox"/> על אוויר <input type="checkbox"/> על חשמל
כתובת _____	<input type="checkbox"/> עד 2 מ"מ <input type="checkbox"/> עד 4 מ"מ
טל. _____	<input type="checkbox"/> עד 6 מ"מ <input type="checkbox"/> עד 10 מ"מ
חתימה _____	<input type="checkbox"/> מקדחה עם בסיס מגנטי



## א פ ע ל י ע. שנפ ושות' בע"מ

### נ ח נ י ה

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



המשרד הראשי: תל-אביב, דרך פתח-תקוה 64, טל. 03-34214  
סניף חיפה: חיפה, רחוב יפו 131, טלפון 04-510072  
בית-החרושת: נתניה, אזור התעשייה, טלפון 053-22544



## חנו רבינוביץ בע"מ

רח' ב' הירש 3, בני-ברק, טל' 700198, 700197

- סרטי חגור למיניהם
- סרטי אסבסט למיניהם
- סרטי ניילון ופוליאסטר
- פתילים — מאסבסט ומכותנה
- חגור צבאי
- חגורות בטיחות למכוניות
- חגורות בטיחות לחשמלאים
- אהלים — ברזנטים — ובדים
- חגורות הרמה מניילון עד 6 טון

# זה נדבק



אם אתה זקוק לדבק מיוחד, למטרה מאוד מיוחדת, דבק בעל כושר עמידות ואמינות גבוהים ביותר - לדבק און, יש את הדבק הנכון.

דבק און בע"מ, מציעה לך את מבחר מוצרי PANACOL-ELOSOL יצרן

הדבקים הטכניים, השוויצרי, המתקדם ביותר בעולם.

PANACOL-ELOSOL הוא יצרן

הדבקים הטכניים היחידים בעולם, המייצר מגוון כה עשיר של דבקים טכניים מתחכמים ואמינים ביותר, אשר ברובם הגדול נושאים את תו התקן הצבאי האמריקאי.

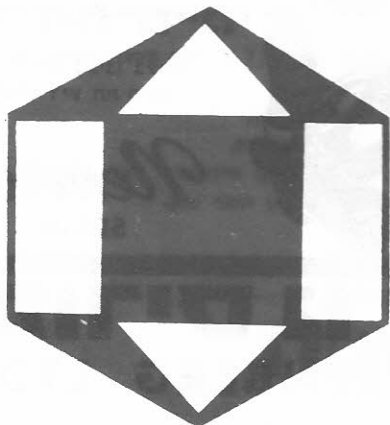
לא פלא איפוא, שצבא ארה"ב כמו גם כל חברות התעשייה הגדולות בעולם, מעדיפים את מוצרי PANACOL-ELOSOL

אם ברצונך להדביק כל דבר העולה על דעתך, בכל ספציפיקציה שהיא, ביעילות ואמינות מירביים, פנה עוד היום אל דבק און בע"מ.

דבק און בע"מ - נציגי PANACOL-ELOSOL בישראל - מבטיחה לך: \* מלאי עדכני בכל עת \* ייעוץ מקצועי שוטף \* שרות מסור ומהימן.

דבק און בע"מ - בוגרשוב 12 ת"א, טל. 285348

דבקים טכניים, חומרי בידוד ואטימה, ציפויים מוליכים, ציפויים מבודדים, חומרי סיכה מיוחדים, ממיסים כימיים, משחות הלחמה ומכונות פניאומטיות למיגון אוטומטי.



המדע בשרות הטכנולוגיה





סוכנים בלעדיים

# '76 EVINRUDE

המנוע המשוכלל בעולם  
לכל תכלית ולכל מטרה  
לחובבים ולמקצועיים  
מ-2 כ"ס עד 235 כ"ס

## מטוריים חשורי יד



הטובים בעולם  
לגננים ויערנים  
ניתנים להשגה בכל הגדלים.

## Pioneer Chain Saws

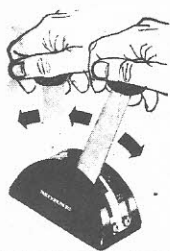
## מצתים צ'מפיון



המצת האורגינלי  
לכל סוגי מנועי הבנוזן בעולם.



בית ספר  
לצלילה  
טלפון 827572

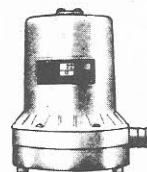


## בקרה מרחוק

בקרה הדואלית ומכנית  
לכלי שיט ולציוד מכני כבד.

**MORSE**  
CONTROLS INC.

## משאבות מים תוצרת ארה"ב



המשאבות לכל מטרה ולכל תכלית  
משאבות מיוחדות למנועים ימיים.

**JABSCO**



## ציוד צלילה

ציוד צלילה לחובבים  
ומקצועיים, ציוד מיוחד  
לעבודות תת מימיות.

La Spirotechnique France



## ציוד תת-ימי

ביחיד הידוע בטיבו בעולם  
כולו לציוד דייג תת מימי.

**Nemrod**  
SPAIN



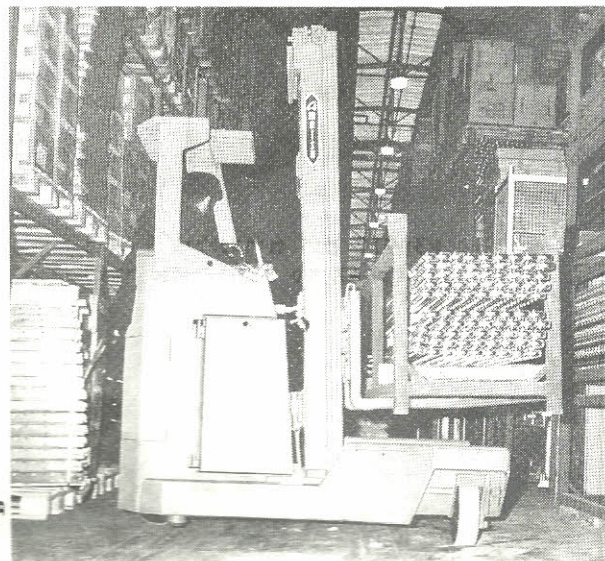
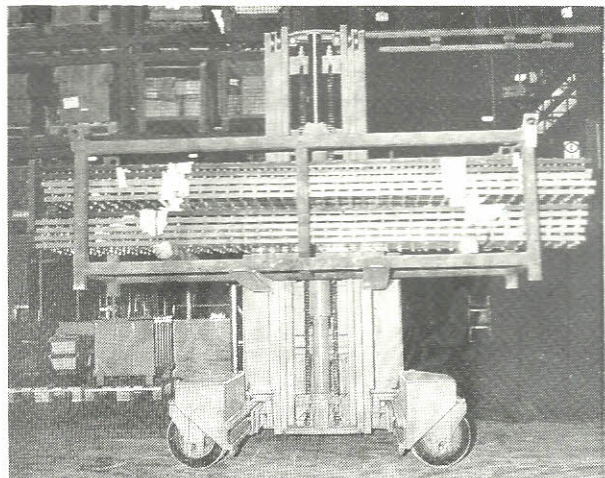
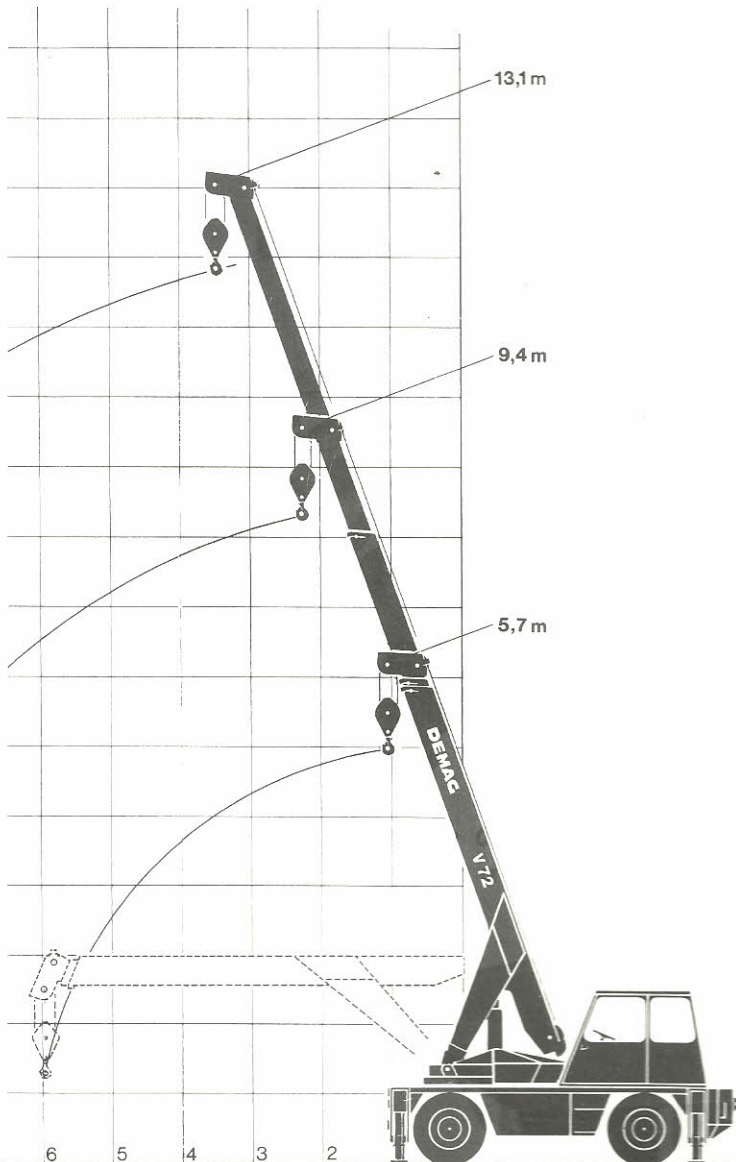
# מוריס גרינברג בע"מ

## MORRIS GREENBERG LTD.

דרך שלמה 83, תל-אביב  
טלפון 827572 . 824725

# הרמה ותובלה פנימית

DEMAG



עגורן נייד מודל V72 הנו שכלול ושפור של העגורן  
הנייד V70.  
כושר הרמה 12 טון.  
תמסורות הידראוליות.  
הארכת זרוע באופן הידראולי לכל האורך.  
יותר מהיר, תמרון יותר טוב.

מלגה חשמלית מתכנסת מודל ETVQ  
כווני נסיעה: קדימה/אחורה  
ימינה/שמאלה

בנוסף: תרון מתכנס, טלסקופי לגובה הרמה  
עד 5000 מ"מ. מיועדת להובלה ולהעמסת  
ציוד ארוך במיוחד במעברים צרים ללא  
סיבוב.

יעוץ, התקנה, שרות וחלקי חלוף מקוריים.

הור-טל חברה לשיווק ייצור ושרותים בע"מ

רחוב חיי אדם 11, ת.ד. 2085 תל-אביב. טלפון 251864 / 26516 / 265168



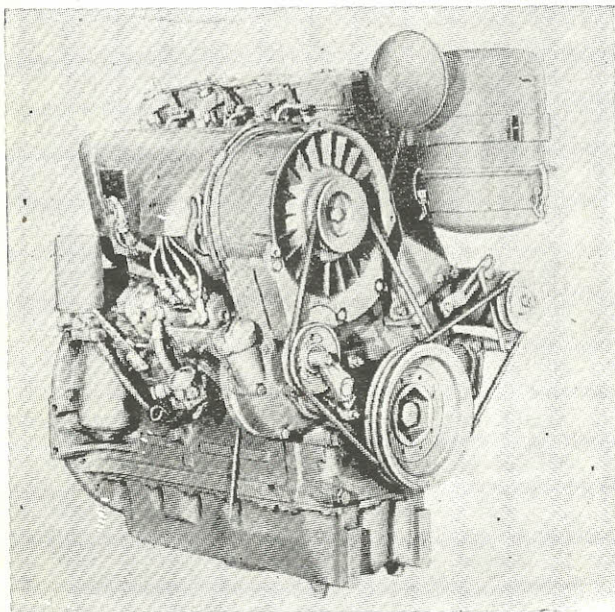




# גנרטורים ומנועי דיזל "דויטץ"

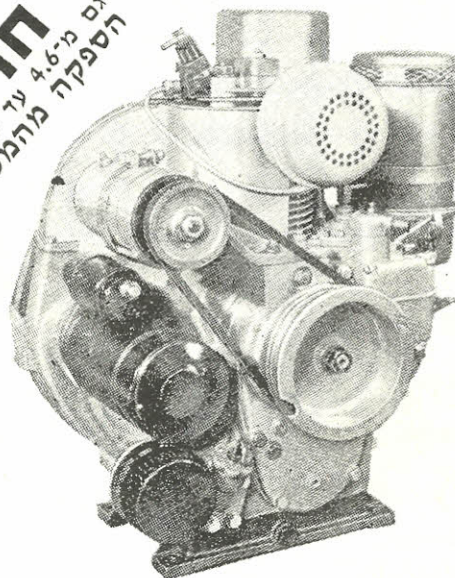
מנועים צינון אויר מ-8 — 500 כ"ס  
 מנועים צינון מים מ-60 — 5400 כ"ס

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

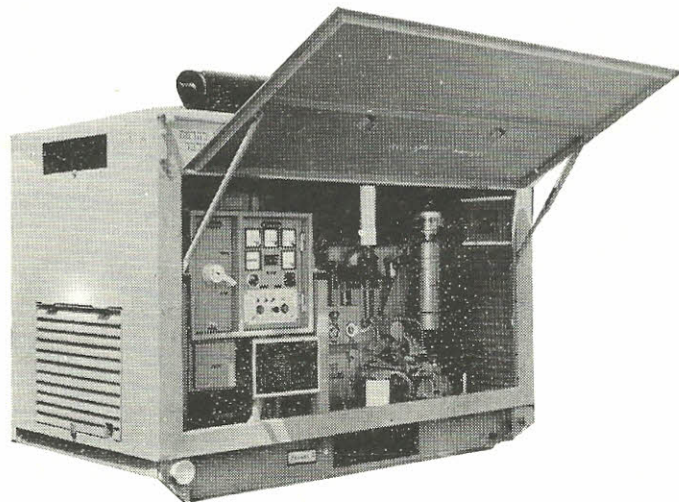


דיזל 3 צילינדרים דגם F3L912  
 קרור אויר מ-32 עד 47 כ"ס

**חדש**  
 גם מ-4.6 עד 8 כ"ס  
 הספקה מהמלאי



מנוע דיזל 1 צילינדר  
 קרור אויר מ-8 עד 14 כ"ס 1500—3000 סל"ד  
 מצטיין במשקלו הנמוך החל מ-60 ק"ג  
 הספקה מהמלאי



גנרטורים מ-5 קווא עד 8000 קווא

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