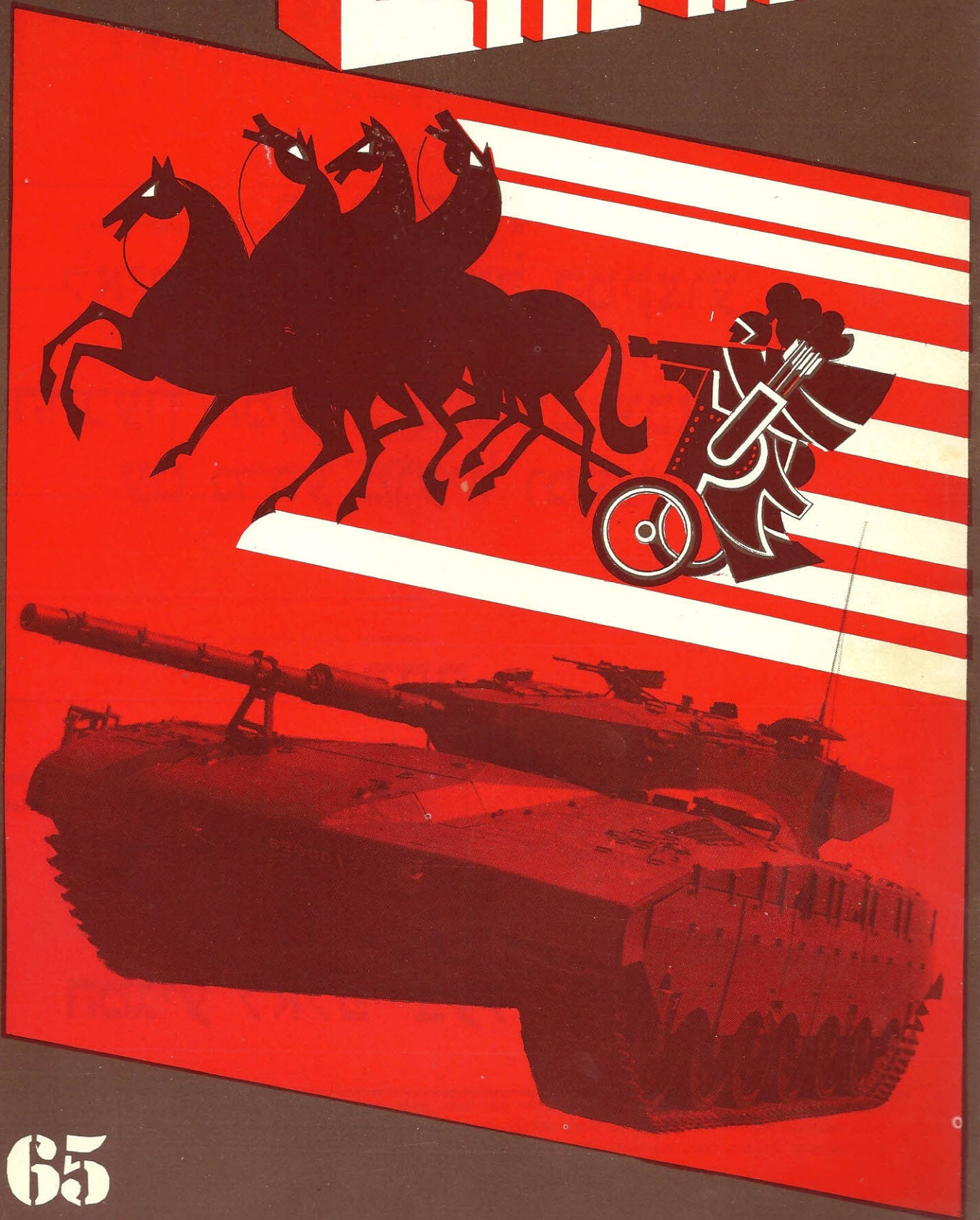


דגדגות חיילים



חתום על

"מערכות - חימוש"

כתב-העת

לאיש הצבא ולבעל-המקצוע

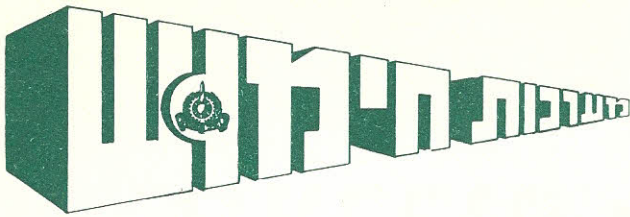
הרבעון המשלב נושאים צבאיים
עם מידע מועיל ומעניין

פרסם

ב- **"מערכות - חימוש"**

כתב-העת

המגיע לאלפי בעלי-מקצוע



ב ת ו כ ן :

העורך: **רס"ל נסים נפתלי**

2 המרכבה

8 שיטות ותהליכים לתיקון ושיפוץ חלקים
אברהם פלוריאן

17 מנגנונים אל-חוזרים
חיים באו

20 אחזקת תחמושת
נסים ורסנו

24 מערכות ירי ובקרה בטנקים
ר. מ. אוגורקיביץ

29 ניסויים בציוד לתצפית לילה
שלום יוסף

עיצוב השער ואיורים: **אפי**

33 מתקני בטיחות במערכות בלמים
רם קלוגר

מ ד ו ר י ם

4 אצלנו בחיל

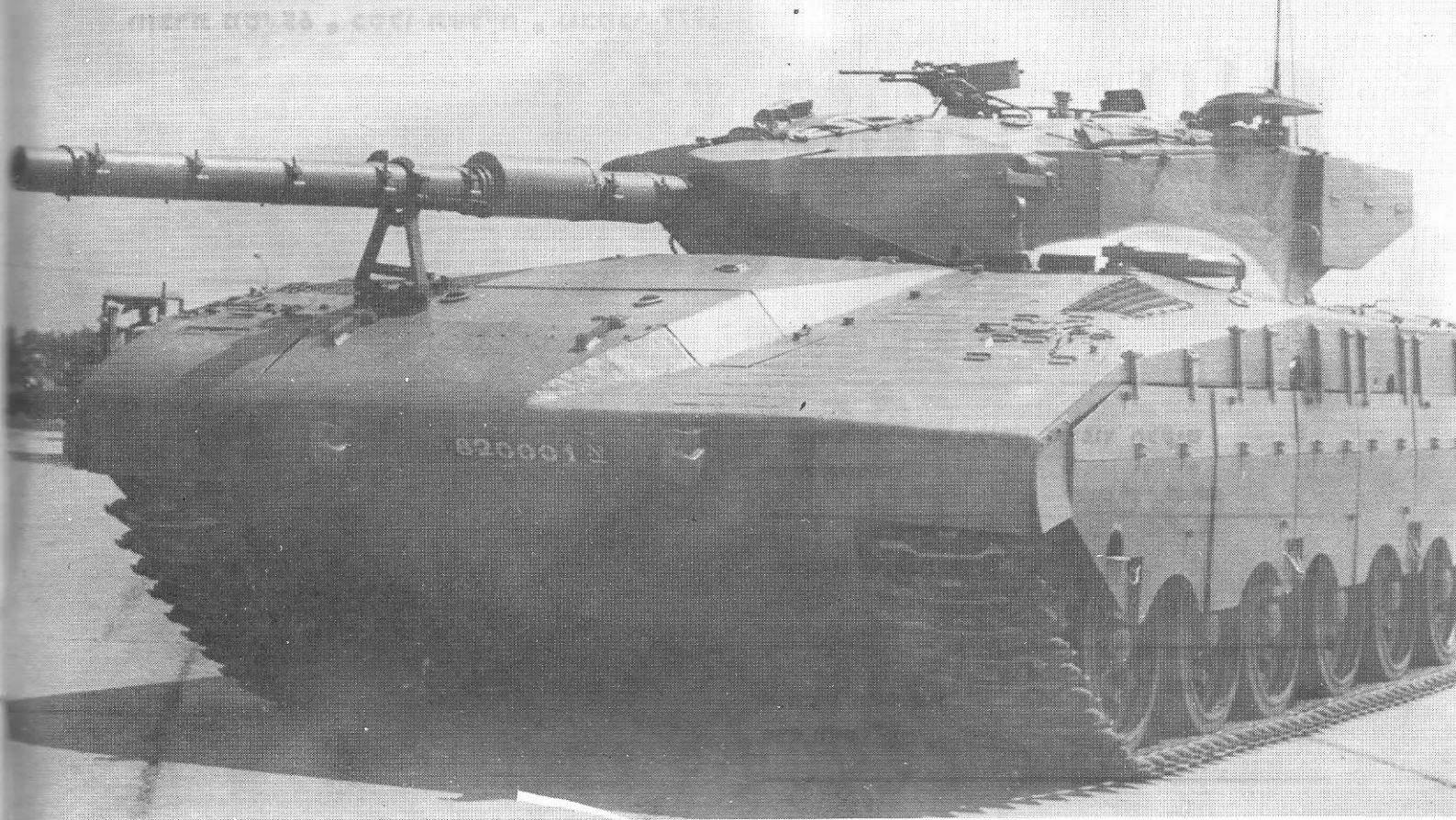
6 צבאות עולם

37 מענין ומועיל

מערכות

בית ההוצאה של
צבא הגנה לישראל

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



בחודש מאי השנה, ראה אור הפירסום הרשמי הראשון על ייצור טנק המרכבה. בהודעה שנמסרה אז על-ידי דובר שר הבטחון נאמר:

ישראל פיתחה טנק חדיש לשנות השמונים ולצורך זה הוקמה תעשיית טנקים שכבר החלה בשלב ראשון של ייצור.

הטנק שתוכנן, פותח על פי הצרכים המבצעיים שמחייבת הזירה, לפי הלקחים שהפיק צה"ל מקרבות השיריון, ועל פי היכולת התעשייתית והטכנולוגית של המדינה. הטנק מצוייד במנוע בעל עוצמה רבה ובשיריון מעולה המעניק לצוות הגנה מירבית. הוא מצטיין בעוצמת-אש רבה ומצוייד במערכות בקרת-אש משוכללות, לרבות כוונות-ליזר.

מחירו של הטנק יהיה כמחיר טנק חדש בן-ימינו וזול יותר מטנקי העתיד הנמצאים עתה בשלבי פיתוח במערב. לא כל הפרטים שפורסמו בארץ ובחוץ לארץ לגבי הטנק מדויקים. פרטים מוסמכים על תכונותיו יפורסמו במועד מאוחר יותר. את הטנק תיכנן צוות מהנדסים של חיל-החימוש.

עד כאן לשון ההודעה הרשמית. מסיבות ידועות אין אנו יכולים להוסיף על ההודעה הזו, ובמקום זאת, בחרנו להביא לקט פירסומים על הטנק מעיתונים זרים.

המדנבה

לקט פירסומים מעיתונים זרים על הטנק החדיש שיצטיידו בו גייסות השיריון בצה"ל.

טנק מערכה ישראלי חדש

מקורות של העיתון (I. D. R.) מוסרים, כי החל ייצור קדם-סדרתי של 40 טנקי מערכה "מרכבה" בני 58-62 טון; 7 הטנקים הראשונים, יצאו מקו הייצור ביוני. הדגש בתכנון הטנק הושם על הגנת הצוות, ומסיבה זו, הורכב המנוע בחזית הטנק, זאת, בנוסף לשיריון הכבד. המנוע, שהספקו הקטן יחסית הוא 900 כ"ס, פותח ממנוע הדיזל בן 750 כ"ס של חברת טלדיין-קונטיננטל, המורכב בטנקי ה-M60. מאותה סיבה של הגנת הצוות, מוכנסת התחמושת לתובה דרך הדלתות האחוריות ושם, בתוך תא רחב, היא מאוחסנת במיכלים בלתי-דליקים. הדלתות האחוריות משמשות גם לכניסה ויציאה ל-4 אנשי הצוות. במידת הצורך יכול התא האחורי לקלוט 9 חיילים נוספים או לאחסן 6 תאי-אלונקות.

בשלב זה מותקן בטנק תותח 105 מ"מ, ללא מערכת הזנה אוטומטית. בקרת-האש של התותח נעשית על-ידי מחשב מכני רגיל המצוי בטנקים המערביים הנוכחיים, ובנוסף לו גם מד-טווח לזר. למפקד הטנק יש עדיפות בשליטה על פני התותחן; הוא יכול לצדד את הצריח ולירות בתותח. המתלה הנוכחי המותקן בטנק הוא מתלה-קפיצים פשוט.

עם זאת, מסתבר, שהדגם הנוכחי של הטנק לא עמד כנדרש בניסויים ודגם שני של המרכבה יכלול בין היתר: תותח בעל קליבר גדול יותר (קליבר 130 מ"מ הוזכר בעבר) שהתכנון הנוכחי של צריח הטנק מאפשר הכנסתו; מתלה הידרופנימטי, המיוצר כעת בישראל על-ידי חברת-בת של התעשייה האוירית בסיוע טכני-לוגי חוץ; וקרוב לוודאי גם מנוע חדש. מידע נוסף שלא אושר, מצוין, שמנוע טורבינות-גז שהספקו 1000 כ"ס יבחן ביוני. מנוע זה מבוסס על סדרה מתקדמת של מנוע-טורבינה של חברת בואינג. גירסה של מנוע כזה הותקנה בטנק השבדי S. לפי העיתון Newsday, מעריכים מומחים אמריקאיים את הטווח וכוח-האש של תותח המרכבה (לא נאמר אם מדובר בתותח 105 מ"מ או בקליבר גדול יותר) כעולים על הטווח וכוח-האש של התותח בן 120-125 מ"מ המותקן בטנק הסובייטי T72 (או T64).

International Defence Review, 2/1977

עם פירסום תמונת המרכבה בעיתון הנ"ל, ליקטנו ממנו את השורות הבאות:

בתמונה זו (ראה צילום), ניתן לראות היטב את מיקומו של המנוע בחזית הטנק, כשמאחוריו, בצד שמאל, נראה מדף הנהג. חוליות הזחל הן מסוג הפין הכפול וכמו כן נראים 6 גלגלי מרכוב ולוחות השיריון הציריים (פלטות בזוקה) המותקנים משני צידי הטנק. על התותח בן 105 מ"מ מותקן שרוול חום ועל צריח המפקד ניתן לראות את המקלע 7.62. בחזית המשופעת של הטנק, קיים קרוב לוודאי,

שיריון כבד ביותר וכך גם לגבי חזית הצריח המעוצבת היטב מבחינה בליסטית. בליטת השיריון הנראית מאחורי תא הנהג מיועדת כנראה למנוע פגיעה בנהג בעת שראשו נמצא מחוץ לתא וייתכן אף שהיא משמשת כ"מלכודת" לפגזים הנורים אל הטנק. לוחות השיריון השטוחים שעל הצריח ועל מכסה המנוע מרמזים על שימוש בשיריון מרווח. המרכבה נושאת 62 פגזים וצוותה מוגן נגד לוחמת א.ב.כ. בנוסף לארבע אנשי-הצוות יש מקום בתא האחורי ל-8-10 חיילים נוספים, כאשר הכניסה היא מאחור.

International Defence Review, 3/1977

מרכבה — טנק ישראלי חדש

בידיעות נוספות המגיעות על טנק המרכבה, מתברר, שמשקלו, המגיע ל-62 טון, עושה אותו לאחד הכבדים שבהיסטוריה. ביחס למשקלו הכבד של טנק המרכבה, הרי המנוע בן 900 כ"ס המותקן בו עושה אותו לנחות מבחינה זו לעומת כל הטנקים המערביים בדור הזה (יחס כ"ס לטון במרכבה הוא 17 לעומת 26 כ"ס לטון של הליאופרד ו-25 כ"ס לטון של ה-T72). ניתן רק להניח, שהיחס הזה מקובל לחימה במישור מדברי. האפשרות לצרף חיילים נוספים על הצוות הקיים מאפשרת לטנק המרכבה לתפקד גם כנגמ"ש.

Armies & Weapons, May-June & July-September 1977

תכנה תקון כלים פניאומטיים

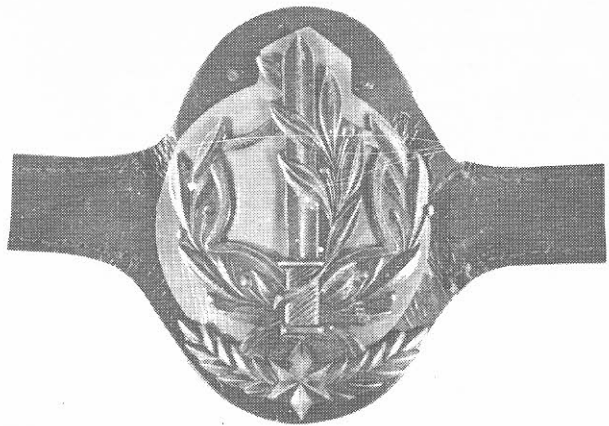


- * תקון כלים פניאומטיים
- * שיפוץ כל סוגי ציוד פניאומטי
- * בדיקת כלי אויר בציוד משוכלל
- * יעוץ בהתאמת כלי עבודה פניאומטיים

פריון מוגבר והגדלת הייצור עם כלי אויר תקינים

תל-אביב, רח' המסגר 33, טל' 32483

רס"בים בחיל - החימוש



לא מכבר, הוחלט על הוספת דרגה חדשה לראש סולם החוגרים — דרגת רב-סמל בכיר (רס"ב). במסגרת אמות-המידה שנקבעו על-ידי מטכ"ל—אכ"א לקבלת הדרגה החדשה, קבעה ועדה-חילונית, שיטת שיקלול, שעל-פיה הוענקו השנה דרגות רס"ב ל-33 רס"רים.

כ-230 רס"רים בחיל ענו על הדרישות לקבלת הדרגה, ומתוכם נבחרו אלה שצברו את הניקוד הגבוה ביותר. הניקוד נקבע על-פי חוות-הדעת של המפקד, שנות השירות במקום השירות, מקום השירות עצמו, ההשכלה, השלב המקצועי ושנות-הוותק בדרגת רס"ר.

שוחחנו עם כמה ממקבלי הדרגה החדשה ודלינו מעט פרטים עליהם ועל דרכם בצה"ל.

רס"ב ירוחם אריה



רס"ב ירוחם אריה, או כפי שהוא מוכר יותר בכינוי צ'יקו, נולד בפולין ב-1923. את מוראות מלחמת העולם השנייה עבר במחנה ריכוז וב-1948 עלה ארצה. שהה בקיבוץ תל-יצחק ולאחר מכן התגייס לצה"ל לחיל הטכנאים (היום חיל-החימוש). כנשק במפ"קדת-החיל, צילם רס"ב ירוחם גם את האובייקטים שבהם טיפל; בתחילה היתה מצלמה אחת בלבד ואת סרט הצילום פיתחו בחוץ. היום, מעבדת הצילום שבאחד ריותו היא מן המשוכללות והגדולות בצה"ל. רס"ב ירוחם אריה הוא בעל תואר טכנאי במקצוע הצילום, הוא נשוי ואב לבן ולבת.

רס"ב אריה לוינשטיין



רס"ב אריה לוינשטיין נולד בגבעתיים ב-1945. סיים את ביה"ס המקצועי "אורט" במגמת מסגרות מכנית וב-1962 התגייס לצה"ל. בצה"ל, סיים קורס מסגרות-תותחים ובתום שירות החובה הצטרף לצבא-הקבע ושובץ בחולית הביקורת בפיקוד-דרום, שבה הוא ממלא כיום תפקיד של בוחן נשק וצריח פיקודי. במשך השנים, עבר רס"ב אריה השתלמויות חימושיות רבות. מנסיונו הרב ניתן לדלות גלריה שלמה של תותחים למי-ניהם, מרגמות כבדות וטנקים ובתחומים אלה הוא בעל שלבים מקצועיים גבוהים. לא מכבר, פרש רס"ב אריה מחיי העיר והתקבל כמועמד לחברות בקיבוץ ניר-עוז. הוא נשוי ואב לשני בנים.

רס"ב שלום כהן



רס"ב שלום כהן נולד במצרים ב-1940 ובגיל 15 עלה ארצה. למד חניכות בקואופרטיב "הנגב" וב-1959 התגייס לצה"ל. לאחר שירות חובה ושנת שירות בקבע בסדנת-חימוש, הש"תחרר, וב-1965 חזר שנית לצה"ל ושובץ במדור ביקורת במפקדת-החיל. בתקופה זו השתלם רס"ב כהן בשמאות-רכב ובמסגרת הצבא יצא לחו"ל להשתלם בנושא נגמ"שים. משמש כיום כבוחן רכב ונגמ"שים, ובנוסף לכך, מופקד על נושאים, כגון, אישור השב"ת-תרכב והדרכה בסדנאות. רס"ב כהן נשוי ואב לשתי בנות ובן.

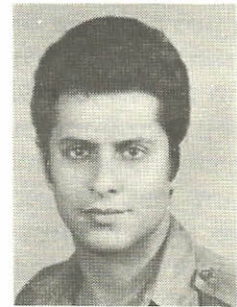
רס"ב מאיר ארצי



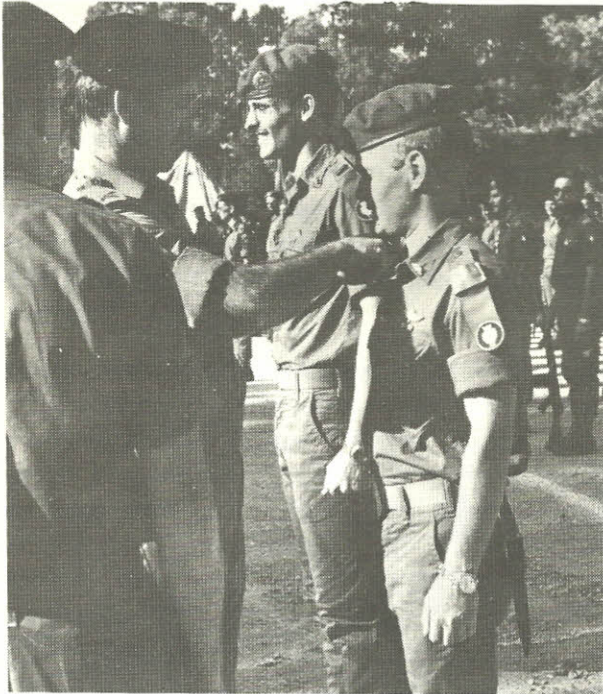
רס"ב מאיר ארצי (לנדמן) נולד ברומניה ב-1939 ובגיל 11 עלה ארצה. עבד במוסך "אשקלון" וב-1957 התגייס לצה"ל. עד שנת 1964 היה מנהל עבודה בסדנת-חימוש ובאותה שנה קיבל תעודת הסמכה לניהול מוסך. בתקופה זו עבר רס"ב ארצע השתלמות בחו"ל בנושא נגמ"שים ומ-1964 נמצא בפיקוד-דרום ומשמש כמפקד חולית-ביקורת ועוזר קצין האחזקה הפיקודי. רס"ב ארצי נשוי ואב לשלושה בנים.



רס"ב אבי פנחסי



רס"ב אבי פנחסי נולד בטורן ב-1939 ובגיל 12 עלה ארצה. היה בקיבוץ המעפיל עד 1956 ולאחר מכן חזר לכפר קדימה, שם עבד ביום במוסך ובערבים השלים את ידי-עותיו במכונאות-רכב ב"אורט-נתניה". ב-1959 התגייס לצה"ל ומילא תפקידי בוחן בסדנה מרחבית ומנהל עבודה בחטיבת שיריון. מ-1966 החל לשרת כבוחן-רכב במדור ביקורת במפקדת-החיל ובתקופה זו יצא להשתלמות בחו"ל ברכב כבד. רס"ב פנחסי נשוי ואב לשתי בנות ובן.



הסתיים קורס קציני-חימוש

טקס-סיום קורס נוסף של קציני-חימוש נערך לא מכבר בבסיס ההדרכה של החיל. קצין החימוש הראשי, תא"ל דר' אלעזר ברק, סקר את המסדר, וחשף את דרגותיהם של החניכים המצטיינים, חיים קניג ומשה ינאי.

בצמוד לטקס זה נערך טקס חלוקת דרגות הרס"ב הראשונות ל-33 רס"רים. תא"ל ברק העניק את הדרגות החדשות ובדבריו עמד על הסמליות שבשילוב שני המעמדים הללו.

בתמונות: למעלה — קצין החימוש הראשי, תא"ל דר' אלעזר ברק, מעניק את דרגות הרס"ב, ולמטה — חושף את דרגותיהם של החניכים המצטיינים בקורס הקצינים.



חלול (בהתאם למבנה המטרה), הרי יוצא שאין צורך בכדור בעל מטען חלול.

השגות נוספות על ה-T-64:

ריכוז התחמושת בשטח מצומצם על רצפת תא הלחימה — רק 4 כדורים תורניים מוחסנים בצריח — צימצם את הסכנה לצוות.

סיחורר הכרחי של הפגז מושג על-ידי חירוק קטע הקנה סמוך למיכנס.

קרוב לוודאי שאפשר ב-T-64 להשתמש במטענים נוספים, בדיוק כפי שהדבר אפשרי ב-T-62.

הגדלת קליבר התותח, מאפשרת שמירה נאותה על כושר החדירה של התחמושת למשך 15 השנים הבאות, בעזרת השימוש בפלדה כחומר עיקרי.

נראה שאין שינוי במערכת בקרת האש, שנשארה ביסודה המערכת מדגם K המותקנת ב-T-62; ובנוסף לה, ישנה גם כוונת-תותח ראשית מיוצבת וסידור למפקד לירות בתותח על-ידי שימוש בטכניקת-כיוון מתאימה. ה-T-64 מצויד במכשירי ראית לילה פסי-ביים, שהם, קרוב לוודאי, טובים מאלה הנמצאים ב-BMP-1.

סבורים שניידותו של ה-T-64 שווה לניידותו של BMP-1. מן הסתם, ניסו מתכנני ה-T-64 להשיג יחס של כוח/משקל השווה ליחס של 23 כ"ס לטון ב-BMP-1. אם מניחים שהמשקל הכולל של ה-T-64 הוא 40 טון, הרי הוא יצריך לפחות 920 כ"ס, ואין זה מתקבל על הדעת שההספק הממשי של המנוע יהיה קטן בהרבה מנתון זה. מכיון שלא תיתכן הגדלה ניכרת נוספת בכוח של מנוע-הטנק התקני, יש לשער, שתוכנן מנוע חדש בשביל ה-T-64. נמסר שמהירות-השיא של ה-T-64 בכביש היא 80 קמ"ש, דבר המעלה על הדעת שמערכת ההיגוי בעלת הממסרה הפלנטרית שהיתה מותקנת בטנק T-62, הוחלפה על-ידי יחידת היגוי חדשה שפותחה לאחרונה.

בעקבות ניסויים מוצלחים ב-T-62, נמצא שה-T-64 הוא הטנק הרוסי הראשון המצויד בחוליות-זחל מרופדות בגומי. הואיל והפרופיל הנמוך של הטנק החדש אינו מותיר מקום להגדלת המהלך של גלגלי המרכוב הגדולים במערכת המתלה מסוג קריסטי, סבורים, כי ייתכן שהסובייטים הוכרחו לאמץ מערכת מתלה עם גלגלי תמך.

גידול במשקל הקרבי של הטנק הסובייטי החדש, איפשר הוספה של 500—1000 ק"ג של שריון קדמי לתובה. המשקל הקרבי הנמוך יחסית והרוחב הכולל המוגבל מסייעים להשערה שאין ל-T-64 שריון המש-איר רווח בין לוחותיו או שריון מיוחד המותקן בצדי התובה באזור הצריח.

Armor, July-Aug. 1976

בתמונות משמאל: ה-T64 בצילומיו המעודכנים ביותר.

צבאות עולם

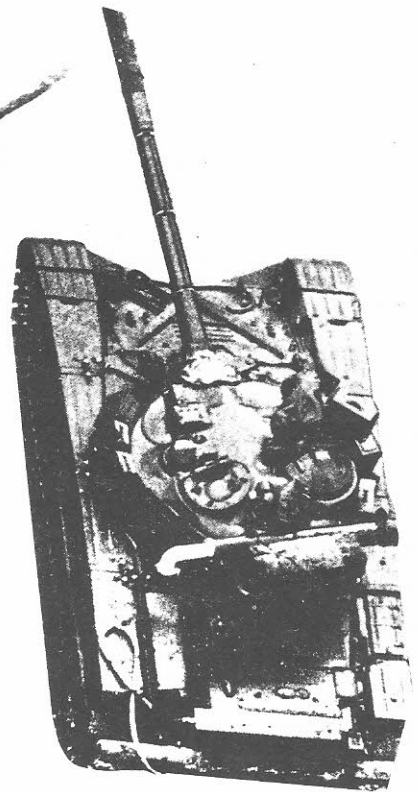
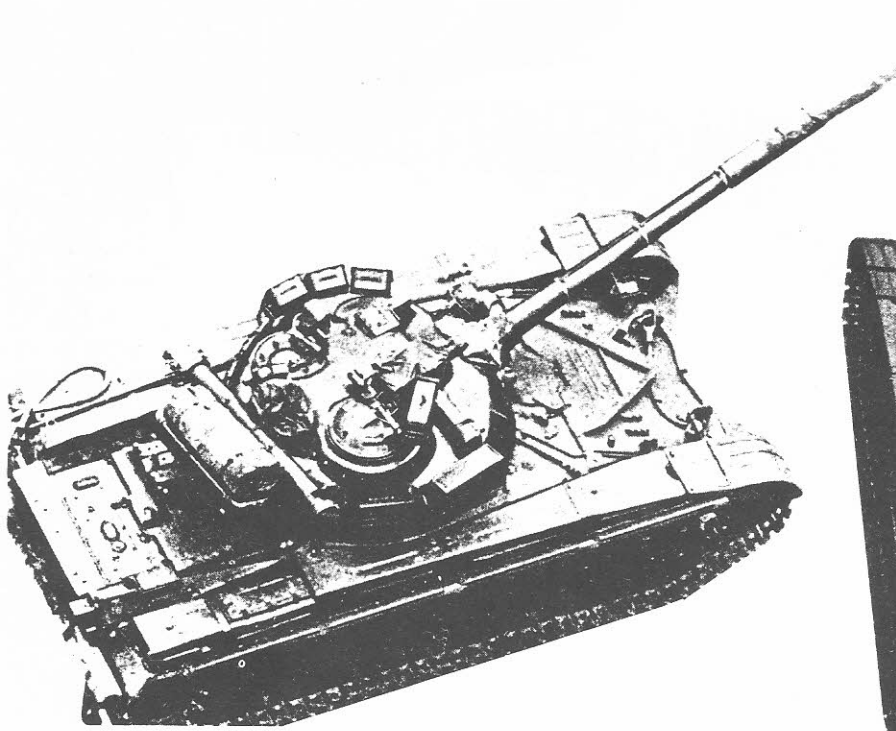
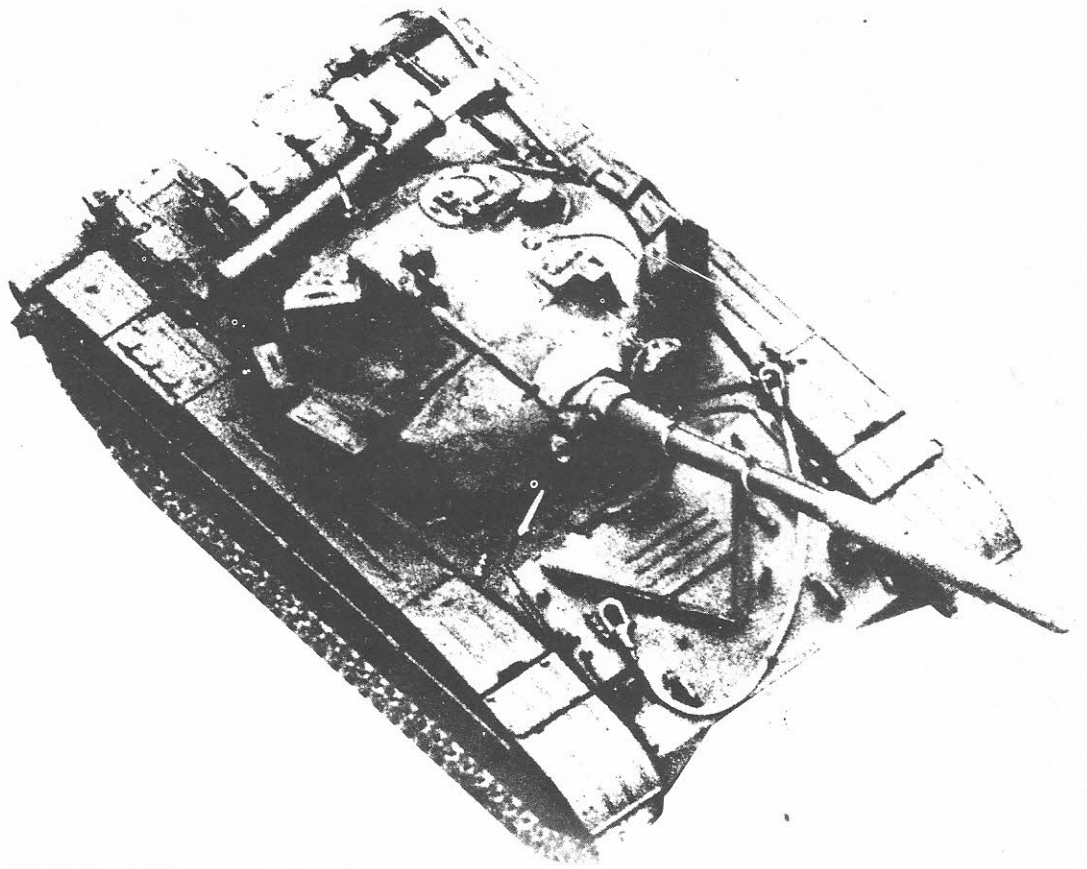
T64 (T72) -

הטנק הרוסי החדש

על פי ידיעות, נראו כמה יחידות שריון רוסיות המצוידות בטנק מערכה חדש — T-64 (סימונו הארעי על-ידי ארצות המערב היה עד עתה T-70 או T-72). הטנק החדש, מציין התקדמות גדולה יחסית בתחום פיתוח רכב הקרב הרוסי, בעיקר בשל כמה סימני אופי מהפכניים — לרבות צוות בן 3 אנשים, תותח בן 125 מ"מ ומזין אוטומטי לתחמושת הנפרדת של התותח.

הודות לשימוש במזין אוטומטי בן 28 כדור, בדומה למזין המותקן בנגמ"ש הרוסי BMP-1, הצליחו הסובייטים לייצר טנק המסוגל להילחם תוך-כדי תנועה. בנוסף לכך, הביאה התקנתו של המזין האוטומטי לצימצום צוות הטנק (ללא טען), ובסידור החדש ניצבים המפקד והתותחן, זה בצד זה, גבוה מתחת לתקרת הצריח. סידור זה מאפשר את החסנת המטענים ההודפים מתחת לרצפת הצריח ואילו הפגזים ניצבים במאונך על היקף רצפת הצריח.

מערכת הטעינה ב-T-64 מזינה את התותח בפגז ובמטען הודף כאחד, על-ידי תנועה צרירת אחת. לאחר מכן, כאשר הכדור נמצא במיכנס, המטען ההודף נרכן ונגנח אחריו. עוד מציינים, ששני מחסני תחמושת שווי-גודל ממוקמים משמאלו ומימינו של מנוף המזין, דבר המביא להשערה כי ניתן להשתמש בשני סוגי תחמושת; בהתבסס על דוקטרינת הלחימה הסובייטית הקיימת, ניתן לשער שאלה הם כפי הנראה כדורים מיוצבי-סנפירים בעלי אנרגיה קינטית וכדורים נפיצים. הואיל וכוח החדירה של כדור מיוצב סנפירים אינו קטן בהרבה מכוח החדירה של כדור בעל מטען



שיטות ותהליכים

לתיקון ושיפוץ חלקים



העליה המוגזמת במחירי החלקים לרכב בשוק הבינלאומי, ובמיוחד הקשיים בהספקת חלקים לכלי-רכב הנמצאים בשימוש מספר שנים, הביאו בזמן האחרון להכרח בשינוי יסודי של הגישה הנוגעת לשימוש חוזר בחלקים בלויים או פגומים לאחר שתוקנו ובשיקום מכונות וכלי-רכב. באר-צות-הברית, לדוגמה, הותר השימוש החוזר בחלקים משופצים גם לצורך שיקום כלי-רכב צבאיים, בתנאי שתובטחנה הדרישות האלה:

— החלקים המתוקנים חייבים להבטיח תקינות פעולה השווה לזו של חלקים חדשים.

— אורך החיים של החלקים המתוקנים חייב להיות לפחות 90% מאורך החיים של חלקים חדשים.

— מחיר החלקים המתוקנים לא יעלה על 50% ממחיר החלקים החדשים.

נתאר כאן כמה מן השיטות והתהליכים הטכנולוגיים הנמצאים היום בשימוש בתחום התיקון והשיפוץ של חלקים בלויים, כאשר הכוונה היא להציג לפני בעלי המקצוע את כיוון המחשבה הזה ולהציע פתרונות לכמה בעיות אופייניות מתחום עבודתם, בהתאם לאפשרויות הקיימות כמובן.

מאת אברהם פלוריאן

מיון החלקים

לפני שקובעים את השיטה שבה יתוקנו החלקים, יש למיין אותם, לבדוק את מצבם, לבצע בהם מדידות לפי הנתונים ואחר כך לסדרם בקבוצות לפי הפגמים והתקלות.

מוצע לסדר את החלקים הפגומים בשלוש קבוצות: — חלקים בעלי בלאי תיפקודי שנגרם כתוצאה מחיכוך, שחיקה או קורוזיה.

— חלקים שהגיעו לגבול השימוש בהם בעקבות כמה עיבודי גירום (oversize) או גימוד (undersize), כגון השחזה של ידות גלי-ארכובה, ידות של גלי-פיקות, תושבות-מיסבים, שטחי עבודה של גלגלי-תנופה, טסילחץ של המצמדים וכו'.

— חלקים בעלי תקלות מקריות, כגון סדקים ושברים. כל הפגמים שהזכרנו ניתנים בדרך כלל לאיבחון חזותי באמצעות כלי-מדידה ועוד, לעומת זאת, מסובך יותר לאתר סדקים בתוך החלקים. ברוב המקרים, בדיקה בראיה אינה מספקת, אף על פי שמתמשים בזכוכית מגדלת או בנוזלים חודרים מיוחדים. במקרים כאלה משתמשים בשיטות, הידועות בשם בדיקות אל-הרסניות. אחת מהן, השימושית ביותר, היא שיטת "מגנופלקס". בשיטה זו מכניסים את החלקים הנבדקים לשדה מגנטי, ואחר כך מפזרים עליהם אבקה מגנטית, הקיימת בשימוש במצב יבש או רטוב. האבקה נמשכת לתוך הסדקים ומגלה אותם בברור. שיטה חדישה יותר היא שיטת "מגנולו", שבה מוחלפת האבקה המגנטית באבקה פלואורסצנטית. בשיטה זו, מופיעים הסדקים ביתר בהירות, כמו קווים המוארים באור שחור* בתוך חדר אפל. לאחר הבדיקה חייבים להחזיר את החלקים למצב אל-מגנטי. בזמן האחרון משתמשים הרבה בשיטת הצילום בקרני א, או צילום מים בקרניים של חומרים רדיואקטיביים אחרים.

בטכניקה הבינלאומית קיימות היום כמה שיטות לתיקון ושיפוץ המאפשרות שימוש חוזר תקין בחלקים, במנועים ובמכונות. נתאר להלן כמה מן השיטות הנפוצות ביותר.

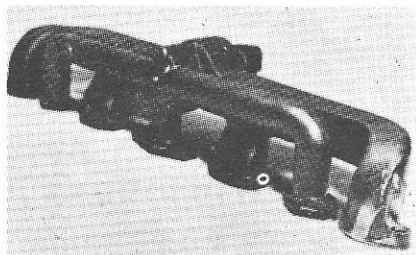
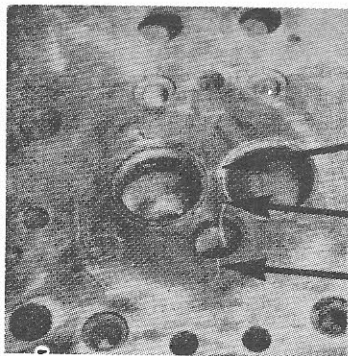
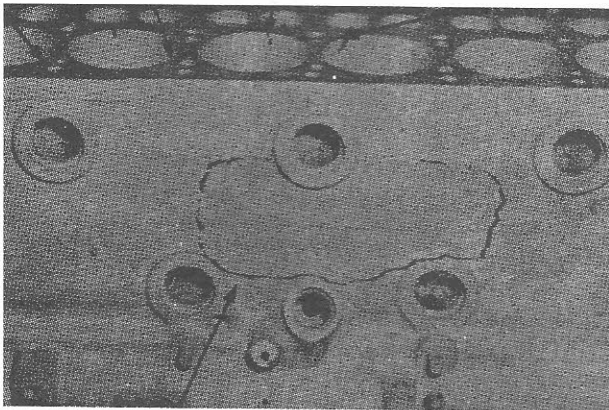
ריתוך בקשת חשמלית באמצעות אלקטרודות מצופות

שיטה זו שופרה בזמן האחרון על-ידי שימוש בחומרים מיוחדים ליצור האלקטרודות, כגון סגסוגת דתיל וכן על-ידי ציפוי האלקטרודות בחומרים מיוחדים (flux). על-ידי שימוש באלקטרודות מתאימות, ניתן כיום לתקן סדקים, שברים ואזורים שרופים בחלקים שונים, ללא חשיבות יתירה לצורה או להרכב של מתכת היסוד. אפשר לתקן סדקים ושברים בחלקי יצקת —

גושי המנוע, ראשי המנוע, בתי תיבות-הילוכים, סעפות ועוד; בחלקים מפלדה — גלגלי שיניים, פלטות, תמיכות; בחלקי אלומיניום — גושי המנוע, ראשי המנוע, עוקות שמן, מכסים ועוד.

תחום השימוש

השימוש הרב ביותר בשיטה זו נעשה בתחום תיקון סדקים ושברים בחלקים מיציקה ומפלדה, ובמיוחד בחלקי יצקת, שבהם רב מספר הסדקים והשברים. אפשר כיום לתקן חלקים כאלה על-ידי שימוש באלקטרודות ניקל או סגסוגת ניקל-ברזל, ללא חימום מוקדם או עם חימום נמוך עד ל-150—200 מעלות צלסיוס. הודות לחימום הזה (רק באיזור הריתוך), נמנעים עיוותים ומאמצים פנימיים בחלק המרותך. בתמונות שלפנינו ניתן לראות חלקים פגומים שאפשר לתקנם על-ידי ריתוך בקור באמצעות אלקטרודות ניקל או ניקל-ברזל.



תמונה 1 — למעלה — סדקים בגוש המנוע; במרכז — סדקים בראש המנוע; למטה — סדקים בסעפת הפליטה.

* ה"אור השחור" היא הקרינה הסמוכה לקרינה הכחולה בספקטרום האולטרה-סגול ואורך הגל שלה 3500—5000 אנגסטרומ (1 Å = 10⁻⁸ ס"מ).

שיטת התיקון

לתהליך הריתוך קודמים שלבי ניקוי והכנה. יש לנקות את החלק משמן, פיח ורטיבות, באמצעות קיטור יבש במשך 15–20 דקות, או באמצעות חומרי ניקוי כגון פרקלור, טריכלור-אתילן ועוד. לאחר הניקוי יש ליבש באמצעות אויר-דחוס.

הכנת אזור הריתוך — לאורך הסדק, יש להכין פזות בצורת V (60–90 מעלות) או בצורת U; ארכן של הפזות צריך לעבור את הסדק בכל צד ב-15–20 מ"מ. את הפזות יש לעשות באמצעות אבן השחזה, או טוב יותר, באמצעות אלקטרודות מיוחדות למטרה זו. ככלל, אין צורך בחימום, במיוחד כאשר מדובר בפריט שעלול להתעוות כתוצאה מהחימום או לגרום לקשיים בעת ריתוכו. לעומת זאת, בעת ריתוך בראש מנוע-דיזל למשל, חימום מוקדם לטמפרטורה נמוכה (150–200 מעלות), עשוי להקל על התהליך.

בחירת סוג האלקטרודות — יש להשתמש באלקטרו-דות ניקל טהור או באלקטרודות ניקל-ברזל, בהתאם לסגסוגת שממנה עשוי החלק המרוחק. בחלקים מיצקת חשילה ומיצקת ספרואידלית, משתמשים באלקטרודות ניקל טהור. בחלקים מיצקת אפורה שתכולת הזרחן שבה עולה על 0.15%, חייבים להשתמש באלקטרודות ניקל-ברזל, משום ששימוש באלקטרודות ניקל טהור יגרום לסדקים בריתוך.

תהליך הריתוך — כיוון זרם הריתוך יבוצע לפי הוראותיהם של יצרני האלקטרודות. כדי לקבל קשת באורך בינוני (אורך הקשת שווה לקוטר האלקטרודה), יש להעמיד את האלקטרודה בניצב לפני השטח. בעת ריתוך חלקים שיכולים להתפשט (בלי אוגן, צלע וכדומה). אין צורך להפסיק את הריתוך כדי להכות בפטיש. בריתוך חלקים שההתפשטות נמנעת מהם, יש לרתך תפר של 1–3 ס"מ, להכות מיד בפטיש ולנקות במברשת פלדה; יש להניח לאזור הריתוך להתקרר עד כדי מגע-יד ולרתך שנית תפר של 1–3 ס"מ וכך, חוזר חלילה, עד לסיום תהליך הריתוך.

קירור וטיפול תרמי — בריתוך בתפרים קצרים, אין צורך בקירור מיוחד. בריתוך ללא הפסקה יש להאט את קצב הקירור על-ידי כיסוי אזור הריתוך בחול יבש או באסבסט. הודות לטמפרטורה הנמוכה של התהליך אין צורך בטיפול תרמי סופי (אין מאמצים פנימיים), הריתוך "רך" ומאפשר עיבוד שבבי של החלק המרוחק.

ריתוך בקשת חשמלית עם אלקטרודות טונגסטן, באטמוספירה של גז אציל

בשיטת הריתוך באלקטרודות טונגסטן (TIG), מנוצל החום הנוצר מהקשת שבין אלקטרודות הטונגסטן והחלק המרוחק. הגז האציל (ארגון, הליום או תערובת שניהם) מגן על הקשת ואזור הריתוך מפני חימצון.

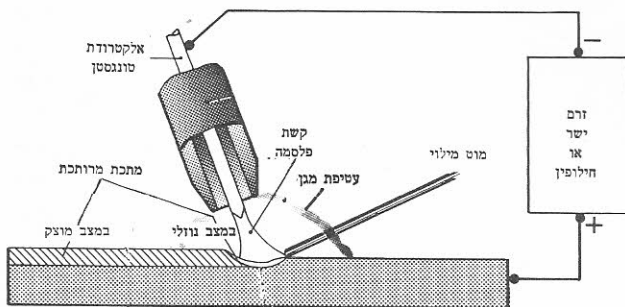
חומרי המילוי הן סגסוגות-מתכת, המתאימות למתכת היסוד של החלקים המרותכים. אלקטרודות הטונגסטן אינה מתכלה (נשארת שלימה במשך הריתוך).

תחום השימוש

בדרך כלל, אפשר להשתמש בשיטה זו לתיקון סוגים שונים של חלקים, ללא התחשבות בצורה או במתכת היסוד (פלדה, יצקת, אלומיניום או ברונזה). עם זאת, נפוצה שיטה זו במיוחד בתיקון פגמים בחלקי אלומיניום — סדקים, שברים, חריצים, אזורים משופ-שפים בגוש המנוע, גופי משאבות, מכסים, ראשי מנוע, עוקות שמן ועוד.

שיטת התיקון

לפני ביצוע התיקון, יש לנקות את החלקים משמן, פיח ולכלוך באמצעות כוהל, אצטון או חומרי ניקוי אחרים. אם נמצאים על החלק סימני חימצון, יש



תמונה 2 — עקרון תהליך הריתוך בשיטת TIG.

להרחיק את התחמוצת כפי שמתואר להלן: טובלים את החלקים במשך 1–2 דקות באמבט צריבה של נתרן הידרוקסידי (NaOH) בריכוז של 10%–20% ובטמפרטורה של 60°–80° ולאחר מכן שוטפים במים זורמים. לאחר השטיפה, מבצעים ניטרול בתמיסה של חומצה ניטרית (HNO₃) בריכוז של 20%–30% למשך 20–30 שניות, ולבסוף שוטפים במים קרים, לאחר מכן במים חמים ומייבשים.

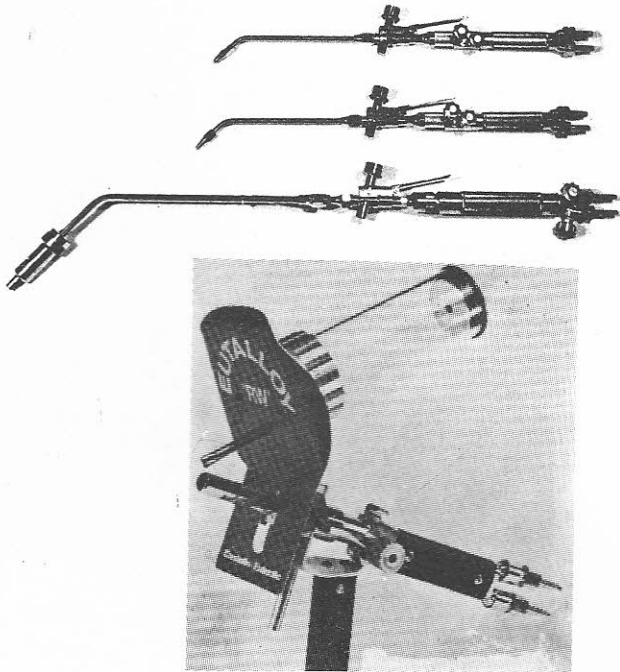
הכנה — לאורך הסדקים או השברים עושים פזות בצורת V או U, שאורכן יעבור את קצה הסדק בכל צד ב-25 מ"מ. את הפזות יש לעשות באבן השחזה ולאחר מכן יש לנקות את החריץ ואת אזור הריתוך במברשת פלדה.

בחירת מתכת המילוי — סגסוגת התיל צריכה להתאים למתכת היסוד של החלק. בחלקים מסגסוגות אלומיניום המכילות 3.5%–5% נחושת, יש להשתמש בתיל R-CH42Aa או R-C4Aa. בחלקים מסגסוגות אלומיניום המכילות 4.5%–5.5% סיליקון, יש להשתמש בתיל R-SC51Aa, ובסגסוגות המכילות 6.5%–7.5% סיליקון יש להשתמש בתיל R-SG70Aa (סימוני התייליים הם לפי תקן אמריקאי AWS).

בשיטת ההלחמה באבקת מתכת מצפים חלקים מפלדה, יצקת וברונזה, שטחים ישרים או גליליים. בזמן האחרון משתמשים בשיטה זו גם לתיקון בוכנות במנועי־דיזל, מיסבים, ברונזה ובביט, וכן לציפוי חלקים באבקות המקנות קושי גדול יותר ועמידה בפני קורוזיה ושפשוף.

שיטת התיקון

לציפוי עצמו קודמת הכנת פני־השטח. יש להתיז על החלק חול קורונדום או ללטש באבן או בבד־שמיר. עד שפניו יבריקו. בחלקים מפלדה מחוסמת, מומלץ להשחז את השכבה המחוסמת כדי להבטיח חיבור



תמונה 3 — מבערים להלחמה באבקת מתכת.

מלא בין שכבת הציפוי והחלק. בחירת סוג אבקת המתכת תיעשה מתוך קטלוגים של יצרני אבקות כאלה, בהתאם למתכת היסוד של החלק שאותו מתקנים. גודל המבער צריך להתאים לגודל החלק.

תהליך הציפוי — המרחק בין החלק לקצה הלהבה יהיה כ־5 מ"מ. רצוי שהלהבה תהיה מעט מפוחמנת (עודף אצטילן). יש לחמם את החלק לטמפרטורה של 200—250 מעלות ולהתיז את האבקה המתכתית בשכבה דקה (0.3—0.4 מ"מ), כדי למנוע היווצרות תחמוצות. מיד לאחר ההתזה, יש לחמם את המקום על מנת להביא לחיבור שכבת הציפוי עם החלק (עיקרון של התזה וריתוך ב־זמן). החיבור מסתיים כאשר הַתֶּתֶךְ נראה חֶלֶק ומבריק. ממשיכים בהתזה ובריתוך שכבות נוספות עד להשגת העובי הרצוי, שמידתו המומלצת היא 3—4 מ"מ. בסיום תהליך הרייתוך, יש לקרר את החלק באיטיות בתוך חול יבש או אסבסט ולהגן עליו מפני רוח.

תהליך הרייתוך — בדרך כלל, אין צורך בחימום מוקדם. לגבי חלקים שעובי הדופן שלהם עולה על 12.5 מ"מ, חימום המוקדם ל־100—130 מעלות יקל על הרייתוך. כאשר משתמשים בזרם ישר, האלק־טרודה תחובר לקוטב השלילי (ראה תמונה 2). אורך הקשת שווה לקוטר אלקטרודת הטונגסטן. אין ליצור את הקשת על החלק עצמו אלא על פיסת מתכת אחרת. תוך כדי תהליך הרייתוך, יש למנוע מגע בין התיל ואלקטרודת הטונגסטן וכן לא להוציא את התיל מעטיפת המגן של הגז האציל. לאחר הרייתוך, אין צורך בקירור מיוחד או בטיפול תרמי.

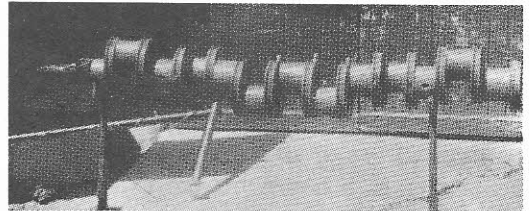
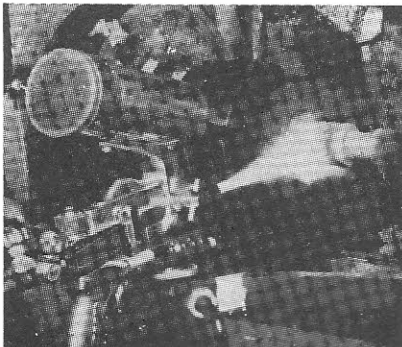
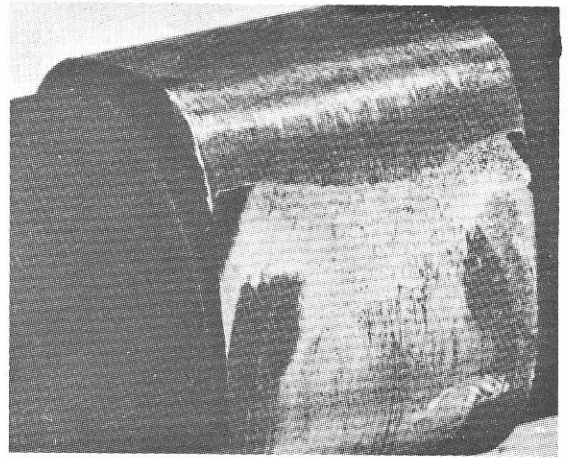
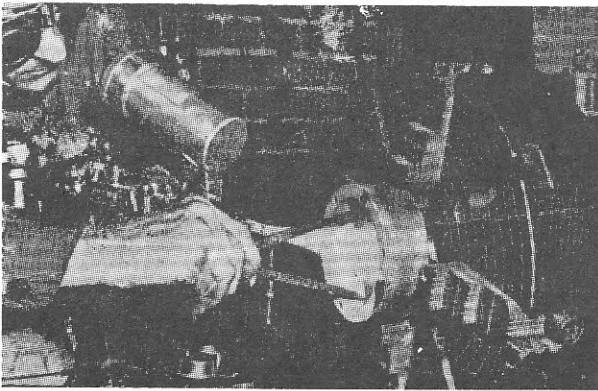
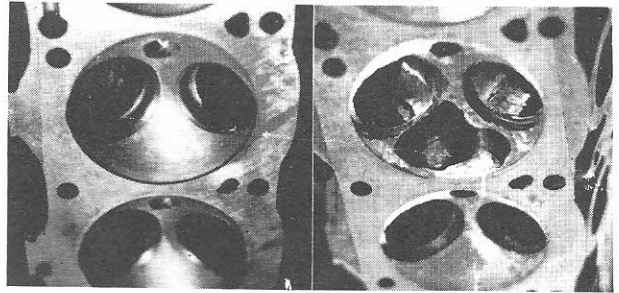
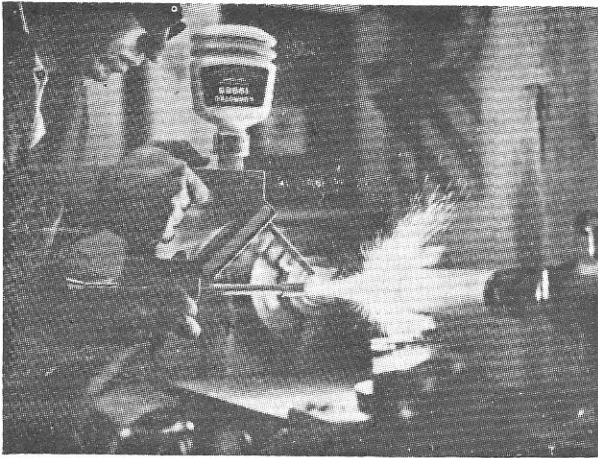
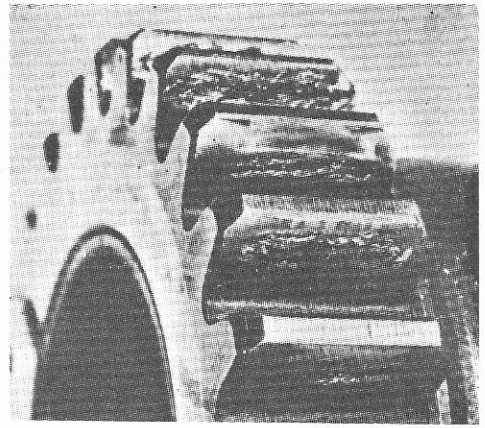
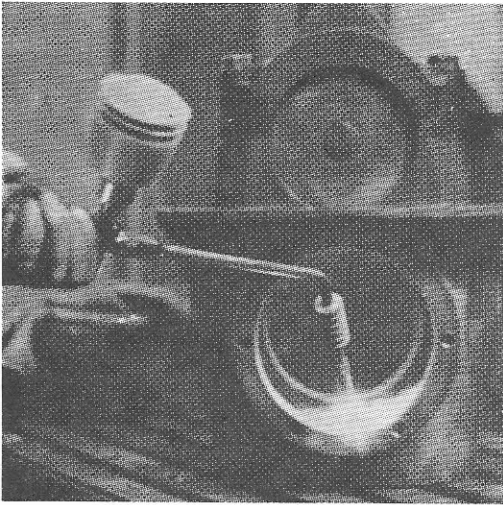
הלחמה באבקת מתכת

שיטת ההלחמה באבקת מתכת היא אחת השיטות המתקדמות ביותר בזמן האחרון לתיקון ושיפוץ סוגים רבים של פגמי שטח. שיטה זו מאפשרת להחזיר חלקים למידותיהם המקוריות וכך מתאפשר שימוש בהם כבחלקים חדשים. יתר על כן, הציפוי באבקות־מתכת מיוחדות יכול להקנות לחלקים המחודשים אורך־חיים הגדול פי כמה מזה של החלקים המקוריים.

שיטת ההלחמה באבקת מתכת מבוססת על מילוי וציפוי שכבות מתכתיות שונות הקשורות בקשר מטלורגי עם מתכת היסוד של החלק. בשלב ראשון, מוכנסות סגסוגות מתכת מיוחדות, במצב אבקתי, ללהבת מבער חמצן־אצטילן או פלסמה. בעוברם דרך הלהבה, מתחממים חלקיקי המתכת לטמפרטורה גבוהה ולאחר מכן הם ניתזים על השטח שיש לתקן ונקשרים אליו. בשלב השני, החלקיקים מותכים על־ידי הלהבה ומוכנסים לחלק בתהליך של דיפוזיה. כך מתקבל בסיום התהליך גוף אחד רציף. בצורה זו, של התזה ויציקה כאחד, ניתן ליצור שכבות דקות בעובי 0.3—0.5 מ"מ עד שמקבלים את העובי הדרוש, 3—4 מ"מ. ציפוי זה אינו מתקלף, והוא ניתן גם לעיבוד שבבי בתנאי שבתהליך הציפוי לא נעשה שימוש באבקת מתכת המקנה לפני־השטח קושי רב, כגון ציפוי נגד קורוזיה, חיכוך וכדומה. טמפרטורת החלק במשך התהליך אינה עולה על 600—800 מעלות. לאחר קירור איטי, החלק אינו מתעוות ואינו נושא כל מאמצים פנימיים.

תחום השימוש

מומלץ כיום להשתמש בשיטת ההלחמה באבקת מתכת בשני תחומים: האחד — תיקון פגמי־שטח כגון: סדקים בפני־השטח, חריצים, אזורים שרופים, שטחים משופשפים ועוד. התחום השני — החזרה למידות המקוריות, בחלקים שהגיעו לגבול השמישות בעקבות עיבודי גירום או גימוד, כגון: ידות גלילי ארכובה, תושבות מחזירי־שמן, תושבות מיסבים של גליליזים וגלים אחרים, תושבות־שסתומים, מיסבים ושרוולים בגושי המנוע, טסילחץ של מצמדים ועוד.



תמונה 4 — חלקים שניתן לתקנם על-ידי הלחמה באבקת מתכת. מלמעלה למטה — שיניים פגומות בגלגל שיניים; תאי-שריפה בראש-מנוע; מימין, לפני התיקון; ידות גל-ארכובה שירדו ממידותיהן; פיקה משופשת.

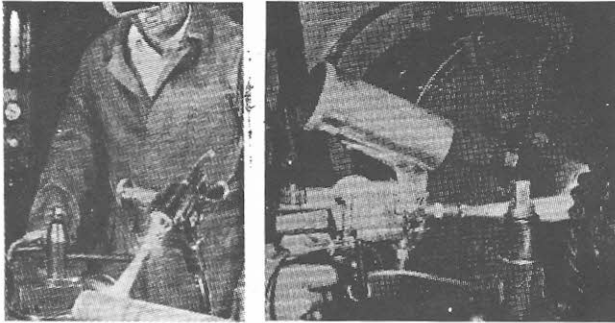
תמונה 5 — דוגמאות לשימוש בשיטת ההלחמה באבקת מתכת. מלמעלה למטה — תיקון תושבות מיסב בבית-דיפרנציאל; תיקון ציר-ממסרת; החזרת מיסב גל-פיקות למידתו המקורית; תיקון פיקה בגל-פיקות.



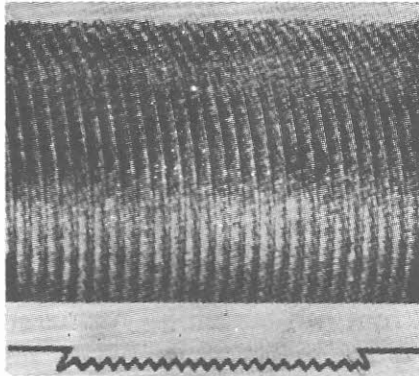
התזה (מטליזציה) בקור

להתיז סגסוגות המתאימות למתכת היסוד או המק-
נות לחלק קושי או איכות אחרת.

עיבוד הציפוי למידה הדרושה יבוצע בחריטה או
בהשחזה רטובה, בהתאם לקושי הציפוי. על האזורים
שלא צופו יש להגן בתמיסה מיוחדת. מומלץ "לסתום"
את הציפוי על-ידי שימוש בחומרים מיוחדים ששם
המסחרי מופיע בקטלוגים של היצרנים. אין צורך
בטיפול תרמי סופי; הודות לטמפרטורה הנמוכה של
התהליך לא קיימת בעיה של עיוותים או מאמצים
פנימיים.



תמונה 6 — תהליך ההתזה בקור. מימין — התזה
בקור של ציר מנוע-חשמלי בשימוש באבקת מתכת.
משמאל — תיקון ציר בהתזה, בשימוש בתיל-מתכת.



תמונה 7 — הכנת פני-שטח של ציר לצורך התזה בקור.

שיטת "אקספנדה" (EXPANDA)

שיטה זו, שהיא מוכרת פחות, פותחה על-ידי החברה
האמריקאית "סטורם-וולקן" לצורך תיקון סדקים
ושברים בחלקי-יצקת, במיוחד בגוש המנוע ובראש
המנוע. בשיטה זו, סותמים את הסדקים על-ידי מוטות
מתכת בעלי רקיעות גבוהה, המוכנסים לתוך הסדק
ומתפשטים בו על-ידי הכאה בפטיש.

שיטת התיקון

לאורכו של הסדק ובניצב לו קודחים קדחים שקוטרם
מתאים לגודל הסדק. מקדדים את הקדחים למידה
מדוייקת ולאחר מכן מכניסים לתוכם מוטות בקוטר
מדוייק. את המוטות, הקדחים ואזור הסדק מרטיבים
בתמיסה מיוחדת (חומר המוטות והתמיסה הינם
פנטט של החברה). על-ידי מכות פטיש על קצוות

בשיטה זו, מתיזים על פני-השטח חלקיקים מתכתיים
במצב מלוכלך. משתמשים בהתזה בקור בשתי צורות:
באבקת-מתכת, או בתילי-מתכת. בשימוש בתילי-
מתכת, מותכים התיילים על-ידי להבת מבער חמצן-
אצטילן או קשת חשמלית ומותזים לאחר מכן על
פני השטח שיש לצפות על-ידי זרם אויר דחוס. טמפ-
רטורת התהליך אינה עולה על 100—200 מעלות.
החיבור בין החלקיקים המוספים ובין המתכת
המקורית של החלק הוא חיבור מכני ומטלורגי כאחד,
שאינו מתקלף.

שיטת ההתזה בקור נפוצה בתחום ההחזרה למידות
מקוריות של צירים וגלים משופשפים או כאלה
שהגיעו לגבול שמישותם בעקבות כמה עיבודי גימוד.
בנוסף לכך, משתמשים בשיטה זו כדי להתיז סוגים
שונים של סגסוגות על שטחי החלקים כדי להעלות
את איכותם ולהגדיל את אורך חייהם.

שיטת התיקון

מכשיר ההתזה נבחר בהתאם לשיטת ההתזה —
באבקת מתכת או בתילי-מתכת. בשיטת ההתזה עם
אבקת מתכת, המכשיר דומה למבער חמצן-אצטילן;
בשימוש בתיל-מתכת, המכשיר הוא מבער בקשת
חשמלית. סוג חומר ההוספה נבחר מתוך הקטלוגים
של חברות המייצרות יחומרי התזה.

בדרך כלל, שיטת ההתזה באבקת מתכת נפוצה יותר
משום שהיא נוחה יותר לשימוש ומדוייקת יותר. עם
זאת, כאשר מדובר בחלקים גדולים, או כאשר נחוצות
כמויות גדולות של חומרי הוספה, מומלץ להשתמש
בשיטת ההתזה עם תיל-מתכת.

הכנת פני השטח — שלב ההכנה בשיטת ההתזה בקור
הוא חיוני ביותר. חשוב לקבל שטח בעל חיספוס
גדול, שיאפשר חיבור טוב יותר של חומר ההוספה.
בשימוש באבקת מתכת, ובמיוחד כאשר מדובר בציפוי
דק, מספיק לנקות את השטח בעזרת חומרי ניקוי
ולהתיז עליו חול קורונדום. כאשר מדובר בציפוי עבה
יותר, ובמיוחד כאשר משתמשים בתילי-מתכת, יש
צורך להכין את השטח על-ידי הבאתו, באמצעות
חריטה, לצורה של הברגה (ראה תמונה 7). היחס בין
הפסיעה ובין עומק התבריג צריך להיות 1 : 2; זוית
התבריג הרצויה היא 90°.

תהליך ההתזה — לתהליך ההתזה קודם חימום
לטמפרטורה של 100—120 מעלות. המרחק בין קצה
המבער והחלק צריך להיות 15—20 ס"מ. זוית ההתזה
בין המבער והחלק צריכה להיות 45°, והלהבה צריכה
להיות חזקה, בעודף אצטילן. עובי השכבה הראשונה
יהיה 0.2—0.3 מ"מ, ובהתזה יש להשתמש בסגסוגת
מיוחדת שתקל על חיבור הציפוי לחלק (שם החומר
נמצא בקטלוגים של היצרנים). לאחר מכן, ממשיכים

כלי 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

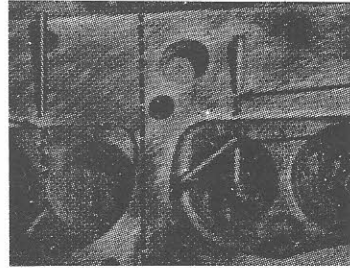
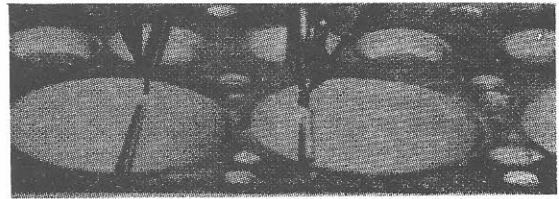
א פ ע ל י ע. שונפ ושות' בע"מ נ ת נ י ה

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



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

המוט, המוט מתפשט, עד שהוא ממלא את הסדק וסותם אותו. מומלץ להשתמש בשיטה זו כאשר מדובר בסדקים גדולים או כאשר יש חשש שהחלק יתעוות אם ישתמשו בשיטות תיקון הדורשות השקעת חום.



תמונה 8 — תיקונים בשיטת "אקספנדה". מלמעלה למטה — תיקון סדקים בקדחי הצילינדרים; תיקון סדקים בתאי-שריפה; תיקון סדקים בתושבות שסתר-מים בראש המנוע.



מסגרתו המצומצמת של המאמר הזה אינה מאפשרת להרחיב את היריעה ולתאר בפירוט את כל תהליכי התיקון והשיפוץ של החלקים. כאן הובאו העקרונות של שיטות התיקון והודגשו כמה תהליכים טכנולוגיים הנמצאים היום בשימוש בארה"ב.

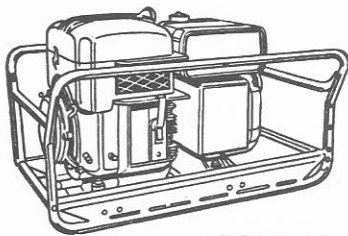
בכוונת כותב המאמר, לשכנע את אנשי המקצוע שקיים היום פיתרון לכל הבעיות בתחום תיקון החלקים. כמעט בכל המפעלים העוסקים בשיקום מנועים וכלי-רכב קיימת בעייה של חוסר חלקי-חילוף; ומצד שני, כמעט בכל המפעלים האלה נמצאות כמויות גדולות של חלקים פגומים או כאלה שהגיעו לגבול שמישותם. חלקים אלה נזרקים או נמכרים ליציקה. אין זה דבר מסובך כל כך לארגן במסגרת המפעלים האלה בתי מלאכה לתיקון החלקים הפגור-מים ולאחר מכן להכניס את החלקים המתוקנים לשימוש חוזר בשיקום מנועים וכלי-רכב. רוב הצידוד קיים כבר ברוב המפעלים, ורכישת הצידוד החסר אינה כרוכה בהשקעה גדולה כל כך. זו הדרך לחסוך במידה משמעותית בזמן ובכסף.

הגנרטורים של אונן יענו על כל משאלותיך לאספקת כח.

עקב הדרישות הגבוהות שמציבה "אונן" ממנועי הגנרטורים, שלא מולאו ע"י יצרני מנועים אחרים, החלה "אונן" לייצר שורה ארוכה של מנועים אמניים מאד הפועלים בשקט, קומפקטיים, קלי-משקל, קשיחים ומארכי ימים — מנועי בנזין מ-12.9 כ"ס עד 42.5 כ"ס ומנועי דיזל מ-7 עד 27.5 כ"ס. הגנרטורים והמנועים של "אונן" פועלים בשירותיהם של אלפי לקוחות בישראל ומבטיחים אספקת כח בכל עת ולכל צורך.

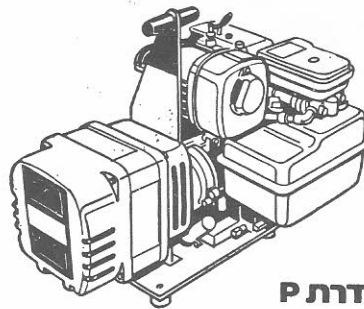
כל יחידת-כח מתוצרת "אונן" עוברת תהליך של בדיקות וניסויים קשים ומורכבים לפני המשלוח ללקוח. כל יחידה העוברת את התהליך בהצלחה מצוידת בתעודת "שלמות בצוים" המבטיחה כי תקבל כל וואט של כח-חשמלי המצוין על-גבי התג המוצמד לצידה.

חברת "אונן" האמריקנית עוסקת זה למעלה מ-50 שנה בייצור ציוד מעולה לאספקת-כח, המשרת צרכנים רבים בעולם כולו. הציוד של "אונן" הוכיח את אמינותו ואת יעילותו בכל פעם שהיה צורך באספקת-כח: על האדמה, בים, במדבריות וגם בהרים — לצרכים צבאיים, תעשייתיים ואזרחיים.



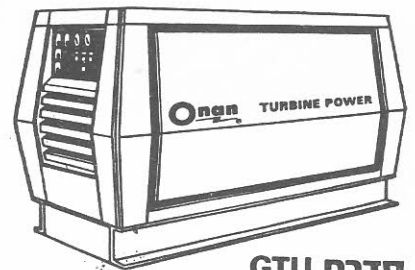
סדרת CCK

אנף אלקטרוניקה והנדסה של מוטורולה ישראל בע"מ ישמח לייעץ לך ולהציג בפניך את קשת הדגמים ואת היתרונות של "אונן". חלקי-חלוף, אחריות ושירות.



סדרת P

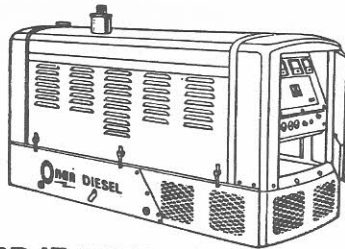
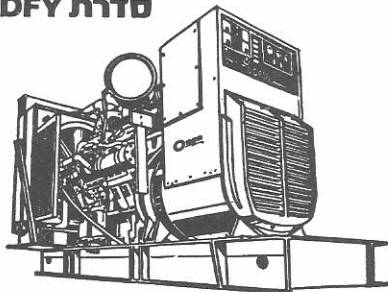
תוכל להזמין כל יחידת-כח מוכנה הדרושה לך מתוך קו הייצור המושלם של "אונן" — גנרטור של 50 או 60 הרץ הפועל על בנזין, דיזל או מנוע גז — מקוררים או אוויר. חברת "אונן" מיצרת מאות דגמים שונים מ-0.8 KVA עד 937 KVA.



סדרת GTU

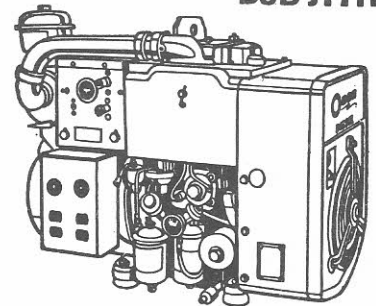
הלקוחות הרבים של מערכות הגנרטורים לאספקת-כח מתוצרת "אונן" יודעים היטב כי במצבים קשים ובמצבי חירום עומד לרשותם הציוד הטוב בעולם לאספקת-כח לכל צורך ובכל תנאי מזג אוויר: חום, קור, שלג, גשם, סופות, ניתוק זרם החשמל ועוד.

סדרת DFY



סדרת RDJF

סדרת DJB



"אונן" —
הגנרטורים הטובים
תחת השמש
בשימוש צבא ארצות-הברית



עוסק מורשה לצורכי מע"מ
מס' 06584560

ספק משרד הבטחון מורשה
מס' 0083/37981

**מקבל כל סוגי העברות
כולל העברות דירות ומשרדים
העברת מקררים. פסנתרים וקופות פלדה**

לכל חלקי הארץ

לעובדי צה"ל ומערכת הבטחון

מחירים מיוחדים

ספק מוכר במשרד הבטחון

רח' קרליבך 10 (ליד תחנת הדלק) תל-אביב

טל. 267437, 268586

המנגנון ה"אל-חוזר" (No-Back) בטנק הפטון, או ה"משלב העצמי" — בטנק הסנטוריון, הם מנגנונים המאפשרים העברת תנועה מציר הכניסה אל ציר היציאה, בשני כיווני השעון, אך בולמים אוטומטית כל מומנט המופעל על ציר היציאה.

המנגנונים האל-חוזרים משולבים, לדוגמה, במערכות צידוד הכוללות גם צידוד ידני, כגון אלה של צריחי הטנקים. צריח הטנק יכול לנוע מעצמו כתוצאה מתמרוני הטנק, או לנוע בהשפעת כוח חיצוני. המנגנון האל-חוזר מונע את התנועה הזאת על ידי "נעילת" הצריח לתובה. בנוסף לכך, נמנעת העברה של התנועה לידי הצידוד הידני וכך מוגנות ידי התותחן מפגיעה.

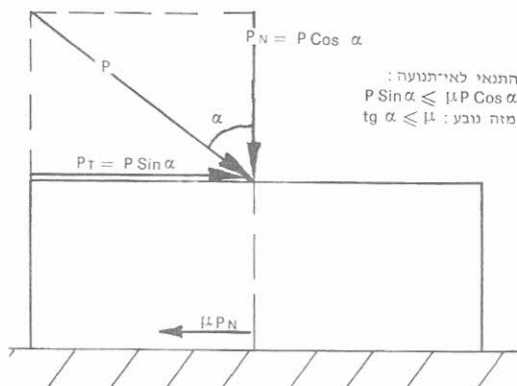
מנגנונים אל-חוזרים

המנגנונים האל-חוזרים, מופיעים בטנקים בצורת שונות. בטנקים הרוסיים T54, T55, המנגנון הוא מסוג "חילזון"; בטנק סנטוריון — המנגנון הוא "משלב עצמי" ובטנק פטון M48, M60, מורכב מנגנון מסוג No-Back.

מחוץ לשימוש בטנקים, ניתן למצוא מנגנונים אל-חוזרים גם במערכות היגוי, שבהן מבטיח המנגנון אי-העברת תנועה מהחלק המונע לבקרה.

במאמר זה נסביר את עקרון הפעולה של המנגנונים האל-חוזרים, נתאר כמה מהם ונעמוד על הסיבות לריבוי התקלות בהם.

ציור 1 — עקרון נעילת חיכוך.



נעילת חיכוך

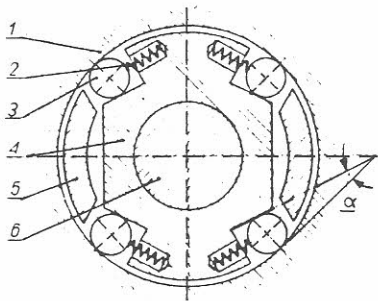
פעולתם של המנגנונים האל-חוזרים המכניים שנתאר, מבוססת על נעילת חיכוך. כדי להסביר מושג זה, נתאר תיבה המונחת על מישור אופקי ונפעלת בכוח P הנטוי בזווית α לניצב למישור (ציור 1). נפריד את הכוח הזה לשני רכיבים, רכיב ניצב למישור ורכיב מקביל למישור. הכוח הניצב למישור, P_N , לוחץ את התיבה אל המישור ומגביר את כוח החיכוך שבין התיבה והמישור; כוח זה מפריע לכוח P_T השואף להאיז את התיבה בכיוון תנועתו.

התנאי שתמסורת חלזונית תשמש כמנגנון אל-חוזר הוא, שנצילות התמסורת, כשהתנועה מועברת מהגלגל החלזוני, תהיה אפס.

על חסרונותיה של התמסורת החלזונית כמנגנון אל-חוזר נמנים: דרגות "חופש" גבוהות. כאשר קיימות תנודות, מקדם החיכוך קטן ומתקבלת תנועה מהגלגל החלזוני לחילזון. נצילות נמוכה בהעברת התנועה.

משלב עצמי AUTOLOCK

המנגנון מהסוג "משלב עצמי" (ציור 4), מורכב בידית הציוד המכנית של הטנק סנטוריון. מנגנון זה מאפשר העברת תנועה מהציר המניע, "מזלג" (5) אל הרוטור (4) המחובר לציר המונע (6). המזלג, בהסתובבו לכיוון כלשהו, לוחץ על זוג גלילונים (3), גורם לכיווץ הקפיץ צים (2) ולתנועת הציר (6). הרוטור אינו מסוגל לסובב את המזלג מכיון שסיבוב הרוטור בכיוון כלשהו גורם לנעיצת זוג הגלילונים בטרזים בעלי זווית α הנוצרת בין הרוטור והטבעת הקבועה (1). לקפיצים תפקיד חשוב במנגנון זה, מכיון שהם מבטיחים מגע רצוף בין הגלילונים והטבעת ומאפשרים קבלת נעילה מידית.



ציור 4 — מנגנון Autolock — "משלב עצמי":

(1) טבעת קבועה. (2) קפיץ. (3) גלילון. (4) רוטור. (5) ציר מניע (מזלג). (6) ציר מונע, המחובר באופן קשיח לרוטור.

נציג את התנאי לקבלת נעילה. בחישוב יזנח כוח הקפיץ, אשר מגדיל למעשה עוד יותר את כוח החיכוך בדחפו את הגלילון אל המשטחים העובדים.

ממשוואת מומנטים סביב נקודה A (ציור 5) נקבל: $F_1 = F_2 = F$
מהטלת הכוחות על המאונך לחוצה-הזווית AK נקבל:

$$F_1 \sin \alpha / 2 - F_2 \sin \alpha / 2 + N_1 \cos \alpha / 2 - N_2 \cos \alpha / 2 = 0$$

$$N_1 = N_2 = N$$

מהטלת הכוחות על חוצה-הזווית AK נקבל:

$$2N \sin \alpha / 2 - 2F \cos \alpha / 2 = 0$$

$$F = N \operatorname{tg} \alpha / 2$$

בהנחה שמקדם החיכוך בין הגלילון וכל אחד מהמשטחים הוא μ . יהיה התנאי לאי החלקה:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 \leq \mu$$

ואם זווית החיכוך היא ϕ , נקבל:

$$\alpha = 2 \phi$$

אם מקדם החיכוך בין התיבה למישור הוא μ . התנאי לאי-תנועה (בהזנחת משקל התיבה) יהיה:

$$P_T \leq \mu P_N$$

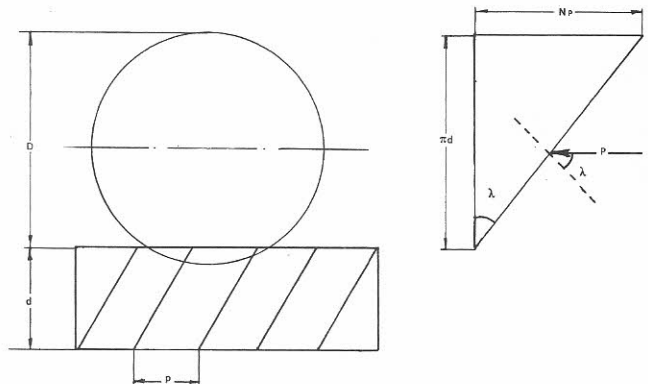
והתנאי לנעילת חיכוך (אי-תנועה):

$$\alpha \leq \phi$$

זווית החיכוך ϕ היא הזווית הגבולית α שבה עדיין לא מתקבלת תנועה. הזווית שבה מתקבלת נעילת-חיכוך אינה תלויה בשיעור הכוח המופעל, אלא במקדם החיכוך בלבד; מקדם זה משתנה בהתאם לסוגי החומרים המחליקים זה על זה, סוג השימון ביניהם ומהירותם היחסית.

תמסורת חלזונית כמנגנון אל-חוזר

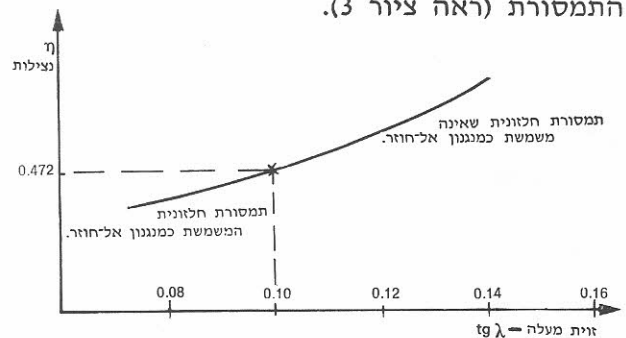
תמסורת חלזונית יכולה לשמש בתנאים מסוימים כמנגנון אל-חוזר, שבו החילזון משמש כמניע וכל תנועה הנמסרת מכיוון הגלגל החלזוני, נבלמת. ניתן לתאר התמסורת החלזונית כמישור משופע בעל זווית מעלה λ . $\operatorname{tg} \lambda = N_p / \pi d$. כפי שראינו קודם, התנאי לקבלת נעילת חיכוך הוא: $\lambda = \phi$. כאשר ϕ היא זווית החיכוך.



ציור 2 — תמסורת חלזונית כמנגנון אל-חוזר:

P — כוח. N — מספר התחלות. d — קוטר החילזון. p — פסיעה. λ — זווית מעלה.

התנאי לקבלת נעילה בתשלובת חלזונית מחייב בחירת זווית-מעלה נמוכה יחסית, בדרך כלל $(\lambda =) 5^\circ$. המשמעות של זווית-מעלה קטנה, היא נצילות נמוכה של התמסורת (ראה ציור 3).

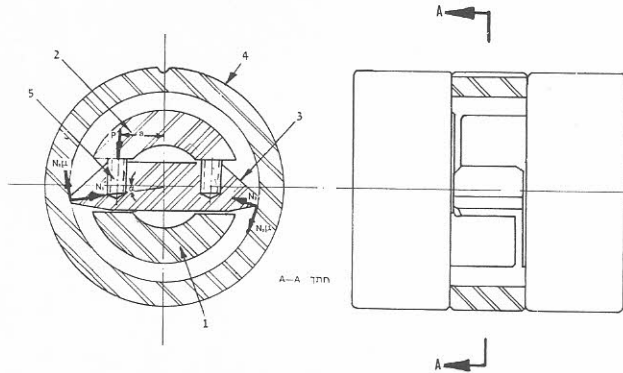


ציור 3 — נצילות התמסורת כתלות בזווית המעלה.

על יתרונותיו של מנגנון ה"משלב העצמי" נמנים: דרגת "חופש" נמוכה, נצילות גבוהה בהעברת התנועה, ואמינות. על החסרונות נמנים: מחוייבות לייצור קפדני ומדויק. המנגנון אינו מתאים לעבודה בתנאים של מכות הגורמות לעיוותים פלסטיים. המגע המתמיד של אותן נקודות בגלילון עם הרוטור גורם לעיוותים העלולים להביא להפסקת פעולת המנגנון. הרדיוס הקטן יחסית של הגלילונים גורם ללחצי-שטח גבוהים.

מנגנון אל-חוזר SMITH NO-BACK

המנגנון האל-חוזר מסוג No-Back (ציור 7), מצוי בטנקי הפטון לסוגיהם השונים. במנגנון הזה, המומנט המועבר מן הציר המניע, מסיט את הרוטור למרכז, משחרר אותו ממגעו עם הטבעת ומאפשר סיבוב בשני הצירים. לעומת זאת, המומנט המועבר מכיוון הציר המונע, מרחיק את הרוטור מהמרכז, לוחצו אל הטבעת וגורם לנעילה. הקפיצים מיועדים להבטיח מגע רצוף בין הרוטור והטבעת הקבועה ובמידת מה הם מוסיפים על כוח החיכוך.



ציור 7 — מנגנון אל-חוזר מסוג No-Back:

(1) ציר מניע. (2) ציר מונע. (3) רוטור. (4) טבעת קבועה. (5) קפיץ.

נבדוק את התנאים הדרושים לקבלת נעילה במנגנון מסוג No-Back. למען פשטות החישובים, נניח שהכוחות הפועלים בנקודות המגע שבין הרוטור והטבעת הם כוחות נקודתיים.

משוואת הכוחות לאורך ציר X:

$$(N_1 - N_2) \cos \alpha - \mu(N_1 + N_2) \sin \alpha = 0$$

משוואת הכוחות לאורך ציר Y:

$$P - (N_1 + N_2) \sin \alpha - \mu \cos \alpha (N_1 - N_2) = 0$$

לאחר ביצוע מספר פעולות אלגבראיות נקבל:

$$N_1 + N_2 = P / (1 + \mu^2) \sin \alpha$$

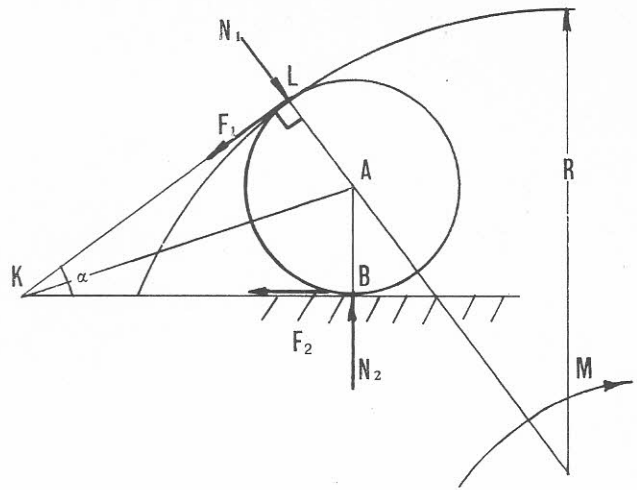
התנאי לקבלת נעילה היא, שערך המומנט המתנגד לסיבוב יעלה על ערך המומנט המסובב:

$$Pa \leq \mu R (N_1 + N_2)$$

לאחר פעולת חילוק, נקבל את התנאי לנעילה:

$$\sin \alpha \leq (\mu / 1 + \mu^2) (R/a)$$

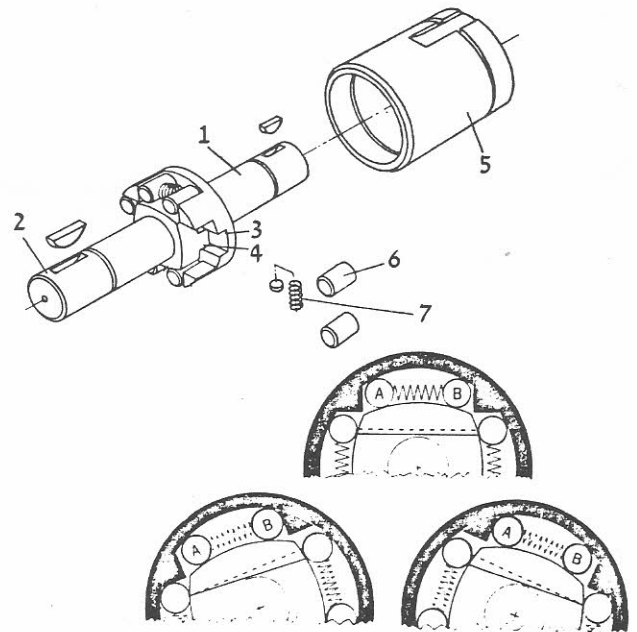
(המשך בעמוד 32)



ציור 5 — תרשים קבלת נעילה במנגנון "משלב עצמי":

R — רדיוס הטבעת. α — הזווית בין המשיקים לגלילון בנקודת מגעו עם הרוטור והטבעת. A — מרכז הגלילון. L — נקודת המגע עם הטבעת. B — נקודת המגע עם הרוטור. KA — חוצה-זווית α

בדרך כלל, הזווית α במנגנונים כאלה היא $3^\circ - 6^\circ$. בזוויות גדולות יותר עלולה להיווצר החלקה, ומזוויות קטנות יותר רצוי להימנע מכיון שאז יהיה קשה לשחרר את הגלילונים מנעילתם. כדי להבטיח נעילה רצופה ולמנוע את שינוי הזווית α כתוצאה מדפדוף-מציות, מייצרים את משטחי הרוטור בצורת עקומה ולא בקו ישר.



ציור 6 — דוגמה נוספת למנגנון Autolock:

(1) ציר-כניסה. (2) ציר-יציאה. (3) עוגן מניע. (4) עוגן מונע. (5) בית המנגנון. (6) גליל. (7) קפיץ.

אחזקת תחמושת

מאת נסי'ס ארסנו



הנפץ, היא תערובת כימית, העלולה, בתנאים מסוימים, להתפרק ולפעול מעצמה. בהתאם לכך, נוכל להגדיר את תפקידי האחזקה בתחמושת, כסך-הכל הפעולות, הבאות להבטיח שהתחמושת לא תפעל מעצמה, וכן שהתחמושת תפעל בעת הצורך ותבצע את הנדרש ממנה לאחר שהופעלה.

אחזקת התחמושת נבדלת מצורות האחזקה הרגילות, בכך שאין אפשרות לבצע במסגרתה בחינות פעולה כדי לקבוע את מידת תקינותה. כל בחינת פעולה משמידה את התחמושת. המרכיב העיקרי בתחמושת הוא חומר הנפץ בצורתו השונות (פרט לתחמושת זעירה וחודרת שריון). חומר

הדרישות מהתחמושת

אנו דורשים מהתחמושת שתי דרישות — אמינות ומהימנות. **האמינות** של התחמושת, היא ההסתברות לפעולתה התקינה, במשך תקופה מוגדרת ובתנאי עבודה מוגדרים. לצורך קביעת אמינותה של התחמושת עלינו להגדיר את שלושת הגורמים הללו: איזו פעולה תיחשב כפעולה תקינה של התחמושת; עד מתי אנו דורשים שהתחמושת תוכל לפעול; מהם תנאי הסביבה, שבהם חייבת התחמושת לפעול. **המהימנות** של התחמושת, נקבעת על-פי שתי אמות-מידה: התחמושת אינה פועלת מעצמה או בהשפעת גורמים חיצוניים בהובלה ובהחסנה וכן, מה שקרוי בלשון צבאית, "ביטחון קנה" ו"ביטחון מסלול" (לתחמושת הנורית מן הקנה). ואמת-מידה שניה — לאחר הפעלה, מבצעת התחמושת את הנדרש ממנה.

הגורמים המשפיעים על התחמושת

מיגוון הרכיבים המרכיבים את פריט התחמושת, מאפשר לגורמים רבים להשפיע לרעה על התחמושת. קיים גם מצב, שבו גורם כלשהו עשוי להשפיע לטובה לגבי רכיב אחד של פריט התחמושת ולרעה לגבי הרכיב השני. בעיקר חשוב לדעת, כיצד משפיעים תנאי-הסביבה על התחמושת.

חום — ניתן להגדיר את החום כאויב מס' 1 של התחמושת, וזאת משום שהוא עשוי לגרום להפעלת התחמושת ולהשמדת המיצבור או הכלי שבו היא מאוחסנת. חום של 40 מעלות צלסיוס (וכל שכן חום מאש גלויה) דיו לפגוע, לדוגמה, בתחמושת בעלת מילוי זרחן, עד כדי סיכון המשתמש בעת ירי (אם התחמושת לא אוחסנה כראוי).

לחות — הלחות עלולה להרטיב את החומרים היוזמים או ההודפים ולפגוע בכך בפעולתה התקינה של התחמושת עד כדי השחתתה. בתחמושת בעלת מילוי כימי לקבלת עשן, עלולה הרטיבות להפעיל את התחמושת ולגרום להשמדתה.

סביבה קורוזיבית — תנאים קורוזיביים עלולים להביא להתחמצנות החומרים המתכתיים בתחמושת. החלקים המכניים "נתקעים" ואינם מאפשרים פעולה תקינה של התחמושת עד כדי אי-יכולת לירות אותה. **רעידות** — בשעת הובלת התחמושת ביבשה, באויר או בים, נוצרות רעידות העשויות להביא לנפילת פניי-ביטחון וניצרות, לניתוק חוטים, כיפוף גופים וקפיצת קפיצים עדינים במרעומים. כל אלה משבשים את הפעולה התקינה של התחמושת עד כדי סיכון המשתמש בה.

פעולות האחזקה

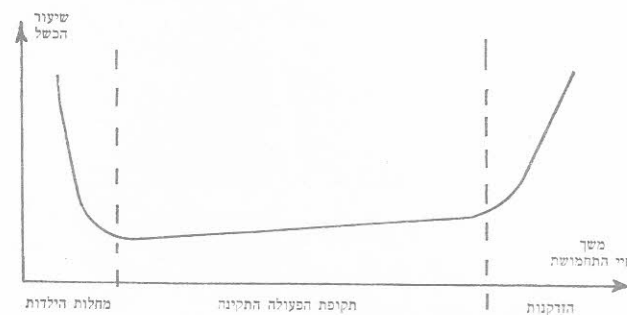
פעולות האחזקה של התחמושת, הן למעשה פעולות שימור והגנה מפני הגורמים המשפיעים לרעה על התחמושת. בגלל אופיה של התחמושת, מוטל עיקר

העומס על המתכנן, ופעולות האחזקה, שאותן נפרט להלן, מתחילות עוד בזמן הייצור.

תיכון שמרני — על המתכנן להשתמש בחומרים שהוכיחו את אמינותם בעבר, ועליו לקחת מקדמי-ביטחון גדולים. בניית המערכות החשובות בפריט התחמושת צריכה להיות מבוססת על שימוש ברכיבים במקביל (אם האחד יתקלקל, יפעל השני), ואילו מערכות האבטחה תיבנה בטור, כך שאם אמצעי אחד יפרץ, עדיין ישאר אמצעי אחר להגן מפני הפעלה לא רצויה.

איתור חוליות חלשות — בעת התיכון, חייב המתכנן לדעת, היכן עלולות להיווצר נקודות התורפה ולתת על כך את דעתו.

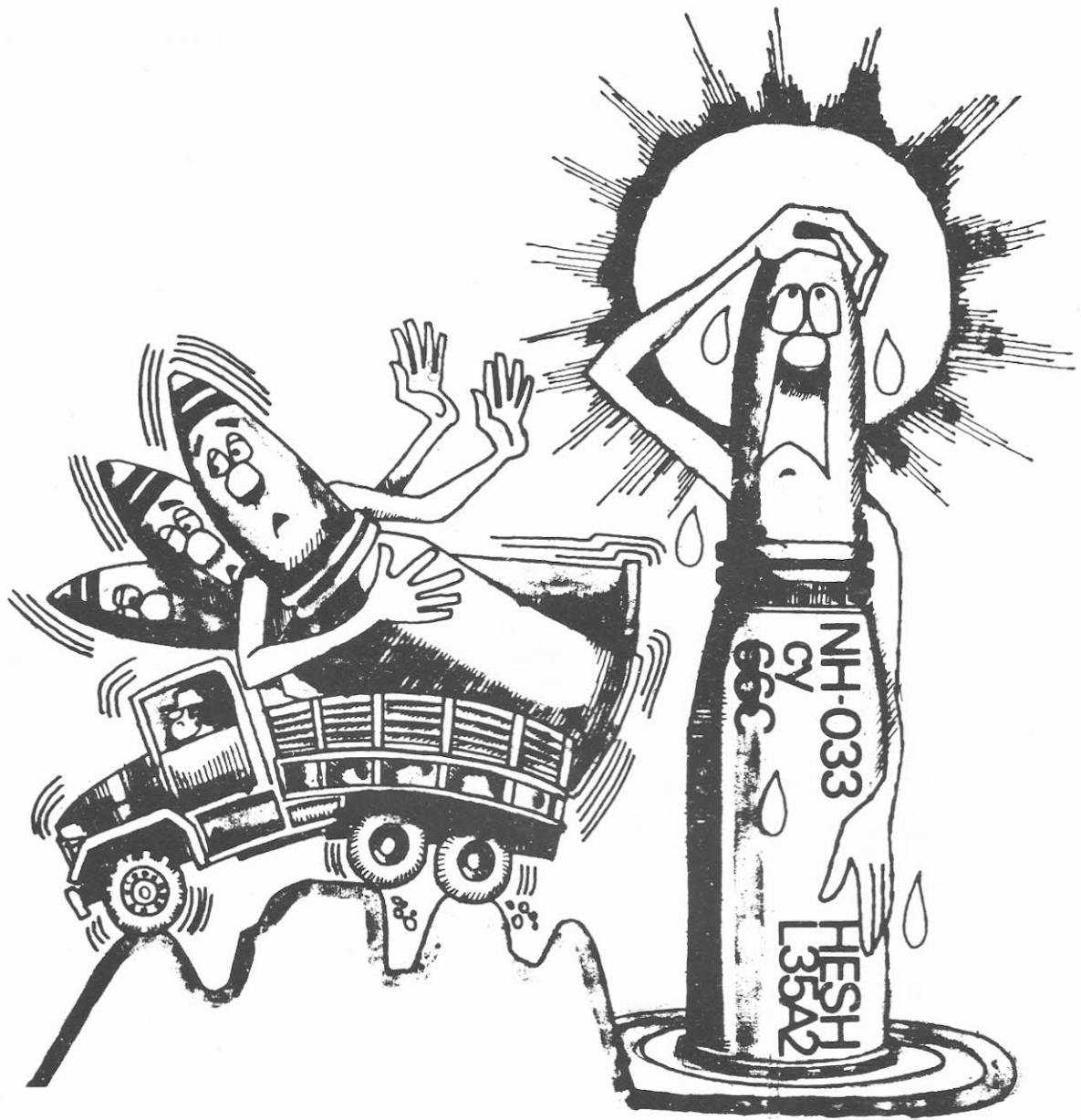
שימוש ברכיבים מאושרים — על המתכנן להשתמש ברכיבים תקינים ומאושרים, ככל שאפשר, ובכך יבטיח פעולה תקינה של התחמושת.



בטיחות — בעת התיכון, על המתכנן לוודא ש"שרשרת הניפוץ" תישמר כך, שלא תיתכן הפעלה של התחמושת בהובלה, בהחסנה, או בקנה, ואילו לאחר הירי — שרכיבי שרשרת הניפוץ יסתדרו כך, שבעת הפגיעה במטרה תשיג התחמושת את התוצאות המקוות.

בחינה בתנאים קיצוניים — כאן מקפידים שהבחינה תיעשה בתנאים החמורים ביותר. תחמושת העוברת בחינה בתנאים כאלה, היא תחמושת אמינה ומהימנה, עד כמה שתחמושת יכולה להיות.

לאחר קבלת התחמושת מהיצרן, המשתמש ניצב לפני שתי בעיות: האחת, כיצד להאריך את תקופת הפעולה התקינה של התחמושת; והשנייה, כיצד לקבוע את המועד שבו נכנסה התחמושת לתקופת ה"הזדקנות". הארכת תקופת הפעולה התקינה של התחמושת, מוטלת בחלקה על היצרן ובחלקה על המשתמש. היצרן, הנדרש להגן על התחמושת מתנאי הסביבה הקשים, עושה זאת בעזרת האריזה ותת-האריזה. תת-האריזה חייבת להיות אטומה למים וחסנית-אש. לגבי חומרים פלסטיים, חייב חומר האריזה להיות מסוג "כבה מעצמו", כלומר, ברגע שמרחיקים את מקור-האש, האריזה חדלה לבעור. תחמושת המופעלת חשמלית יש לארוז באריזה העמידה בפני שדות אלקטרומגנטיים.



על-ידי קביעת "עדיפות שימוש" או "טוב לשימוש עד".
אם לא מספיקים לצרוך את התחמושת לפני שהז-
דקנה, פוסלים אותה. דבר הפסילה מועבר לכל
המשתמשים והתחמושת מוצאת מן השירות (לפירוק,
לניצול, להשמדה).

האחזקה ביחידות

נדבך נוסף במערך אחזקת התחמושת היא האחזקה
ביחידות. אחזקה זו מתחלקת לשני סוגים: אחזקה
בימח"ם, כאשר התחמושת מאוחסנת במחסנים
ואחזקה ביחידות סדירות.

אחזקה במחסנים — פעולות האחזקה של התח-
מושת הנמצאת במחסנים, באריזה המקורית, אינן
ניבדלות מאלו שבבסיסי התחמושת. אחזקה כזו

המשתמש בתחמושת, לעומת זאת, הייב לוודא
שהתחמושת תאוחסן במחסנים מאווררים, שהטמ-
פרטורה בהם פחות או יותר קבועה במשך היום (תוך
שינויים בין יום ולילה). כמו כן נדרש המשתמש לוודא,
שבשעת ההובלה, תוגן התחמושת מפני טלטולים
ומפני השפעות מזג האויר.

הבעיה השניה הניצבת לפני המשתמש בתחמושת, היא
כיצד לדעת מתי נכנסת התחמושת לתקופת ההז-
דקנות. את זאת ניתן לדעת על-ידי בחינה חזותית
של התחמושת, בחינת יציבותה ופעולתה. משלוש
הבחינות הללו, שתי האחרונות (יציבות ופעולה) הן
בחינות הרסניות, ולכן מבצעים אותן בתדירות נמוכה
יותר מאשר בחינה חזותית. ככלל, כל הבחינות הן
מדגמיות, מכל סדרת ייצור. כאשר מבחינים בסימני
"הזדקנות" בתחמושת, משתדלים לצרוך אותה מהר

לסיכום, ראינו שפעולות האחזקה בתחמושת נעשות בשני מישורים. האחד — שמירת התחמושת מפני השפעות חיצוניות. והשני — הקמת מערכת בקרה המבוססת על בדיקות מדגמיות מכל סדרת ייצור, והסקת המסקנות מן המדגם לגבי הסדרה כולה. המדגמים הנלקחים מכל סדרה הם קטנים ועל כן צריכות הדרישות לגביהם להיות חמורות ובלתי ניתנות לפשרה. גם לאחר שהמדגם עמד בדרישות התקן, עדיין ישנה סבירות שיתגלו פגמים בתחמושת. ניהול המעקב אחר דו"ח המגרעות מוסיף מידע חשוב לצורך איתור מוקדם של פגמים העשויים לסכן את המשתמש בתחמושת; ככל שהדו"ח הזה יכלול פרטים רבים יותר כן ניתן יהיה לאתר את הסיבות לפגמים בצורה קלה ומהירה.

כל הביקורות/בדיקות והמעקב אחרי דו"ח המגרעות, תכליתם לוודא שהתחמושת נמצאת עדיין בתקופת הפעולה התקינה ועדיין לא נכנסה לתקופת ההידקנות. כל זאת, משום שעד היום, אין לנו אפשרות לקבוע את משך-החיים הממוצע של כל פריט. נתון זה משתנה אפילו בין סדרות-ייצור של אותו פריט.

מתבטאת בסידור התחמושת לפי קבוצות התאמה, איזורור המחסנים וניקויים מחומרים דליקים. במקום הבחינות המחזוריות הנערכות בבסיסי התחמושת, נערכים בימחי"ם כאלה פעולות ריענון, כאשר מד" פעם מחליפים את התחמושת בתחמושת משנתונים "צעירים".

אחזקה ביחידות סדירות — ביחידות סדירות יש לבדוק את התחמושת התורנית והזעירה מד"יים ולנקות אותה. פעם בשבוע יש לבדוק את התחמושת התורנית ואת זו המותקנת במקומות הרגישים, כולל בדיקת מתקני האיחסון וניקויים. כמו כן, יש לנקות את כל התחמושת הנמצאת בתא-הלחימה, ולבדוק את כל התחמושת ברק"מ. הניקוי נעשה בעזרת מיברשת שיער קשה ומטלית יבשה ונקיה; תחמושת פגומה או חשודה, יש למסור לבדיקת בוחן התחמושת. ולבסוף, כדי לאפשר מעקב יעיל אחר מצבה של התחמושת, יש לדווח במפורט על כל תקלה בה, כולל תקלות הנראות לכאורה כבלתי-חשובות.

**KONTAKT
CHEMIE**
Elektronik-Aerosole

כימיקוס רחוב החשמל 5. תל-אביב, טל: 625657.

האירוסולים המעולים ביותר לתעשייה האלקטרוניקה מתוצרת: KONTAKT CHEMIE גרמניה

- | | |
|--|-------------|
| ממיס תחמוצות, לנקוי מגעים. | קונטקט-60: |
| מגן בפני קורוזיה, להגנה על מגעים חדשים. | קונטקט-61: |
| ממיס שומנים. | קונטקט-WL: |
| לקה להגנה ולבידוד, מיוחד למעגלים מודפסים | פלסטיק-70: |
| ספריי צילום מעגלים בשיטת הפוזיטיב. | פוזיטיב-20: |
| לקה למעגלים, מונע הלחמות קרות, לנקוי. | ס.ק. 10: |
| ספריי טפלון, לשימוש במקום ששמן מזיק. | קונטקט-85: |
| ספריי לנקוי ראשים לטייפים, וכן למחשבים. | וידאו-90: |



אלו רק דוגמאות ממבחר הספריים הגדול ביותר
בארץ הנמצא ברשותנו.

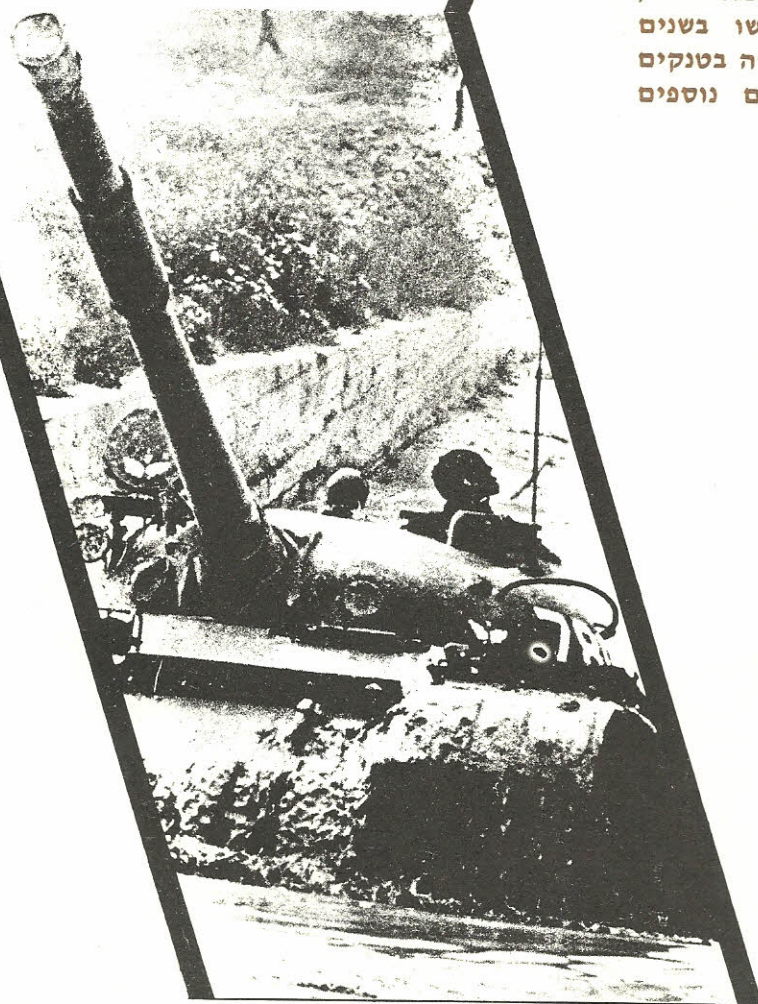
כמו כן תמצאו חומרים להכנת מעגלים מודפסים
כלים, זבקים, וכו'.

מערכות ירי ובקרה בטנקים

(א)

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.



המערכות הראשונות למדידת טווח

לפני עשרים שנה בלבד, כוונת תותחי הטנקים שהיו אז בשירות רק באמצעות כוונת טלסקופית או פריסקופית פשוטה ועל-ידי אומדן-טווח בראייה. אמצעים אלה שימושיים עדיין בטנקים אחדים, אולם כל טנקי המערכה שיוצרו מאז סוף שנות ה-50, מצוידים במכשירים המסייעים לפתור את הקושי הבסיסי הכרוך בהשגת סיכוי פגיעה גדול במטרה ניחת מטנק ניח, משימה התלויה בעיקר בידיעת הטווח אל המטרה.

הפשוט ביותר מבין האמצעים האלה, היא עקומה לאומדן טווחים המוטבעת על לוח השנתות ובאמצעותה ניתן לקבוע את הטווח למטרות שגובהן או רוחבן ידועים. מכשיר כזה מורכב בכוונת המפקד בטנק הסובייטי T54. כן מורכב מכשיר כזה בפריסקופ הפנורמי של המפקד בטנקי המערכה הגרמניים ליאופרד-1 ואפילו ליאופרד-2, אף שלא כאמצעי עיקרי לטיווח, משום שהמכשיר מטבעו אינו מדויק יחסית.

אמצעי פשוט אחר שעדיין נמצא בשימוש הוא מקלע-טיווח בין 12.7 מ"מ, המותקן בטנק הבריטי צ'יפטיין וכן בדגמים החדשים של הטנק סנטוריון ובזייאנאטה (דגם של ויקרס המיוצר בהודו). הטיווח באמצעות מקלע עשוי להיחשב כגירסה חסכונית מאוד של השיטה שהיתה קיימת במשך זמן רב, ולפיה כיוונו את התותח על-סמך בקרת הכדורים שנורו בזה אחר זה מן התותח עצמו עד לפגיעה במטרה. לבד מהיותה פשוטה וגסה, יש לשיטת הטיווח על-ידי מקלע יתרון, בזה שהיא מביאה בחשבון את המספר הגדול ביותר של הגורמים המשפיעים על סיכויי הפגיעה של התותח, כגון סטייה או שיפוע של אציל-התותח או רוח צידית. מכל מקום, הביצועים המתקבלים ממקלע הטיווח ומן התותח שונים בהכרח. גם הטווח היעיל של מקלע-הטיווח הוא קצר במידה ניכרת, כך שאי-אפשר להשתמש בו לטווחים ארוכים, כלומר דווקא בשעה שטיווח כזה נדרש ביותר!

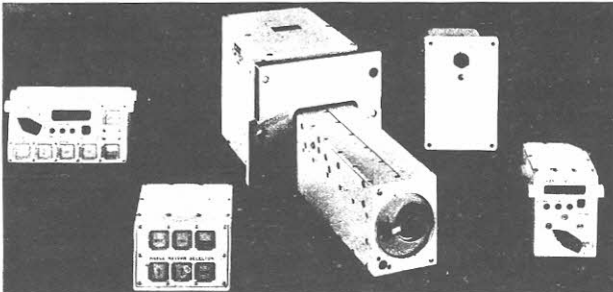
חוץ מהטנקים הסובייטיים, הבריטיים והטנק השוודי "S", משתמשים כל טנקי המערכה הנוכחיים במדי-טווח אופטיים. מדי-הטווח הראשון מסוג זה הוכנס לשירות בתחילת שנות ה-50 בטנק האמריקאי M47. התקן זה, בצירוף מחשבים מכניים המופעלים על-ידי פיקה (עקומה מכנית המאפשרת קבלת הנתונים הבליסטיים לירי), ייצגו התקדמות חשובה במערכות בקרת הירי בטנק. מדי-הטווח הסטריאוסקופיים של ה-M47 ושל הטנקים הראשונים מסדרת M48 לא נחלו עם זאת הצלחה מוחלטת, משום שהם מצריכים ראייה

בתמונת השער — הטנק הסובייטי T62. בטנק זה, לצורך טיווח באמצעות עקומה לאומדן טווחים על מטרות שגובהן ורוחבן ידועים, משתמשים בלוח שנתות להשוואת גובה המטרה. התותח בן 115 מ"מ וצריח הטנק — מיוצבים.

טובה, דבר הכרוך בבחירת תותחנים מתאימים ובאימון רב. עם הכנסת הטנקים M48A3 ו-M60 לשירות, הוחלפו מדי-הטווח האלה במדי-טווח מסוג "התלכ-דו", שהוא פשוט יותר לשימוש. טנקים אחרים שתוכננו בשנות ה-50 ויוצרו בשנות ה-60, כגון ה-AMX30 הצרפתי וה-Pz-61 השוויצרי, צוידו גם הם במדי-טווח מסוג התלכדות. יוצא מן הכלל, היה ה-ליאופרד-1 הגרמני שמדי-הטווח שלו ניתן לשימוש גם כמערכת סטריאוסקופית וגם כמערכת התלכדות ויש לו יתרון-מה בשעות שבהן עוצמת האור חלשה. לסיכום, ניתן לומר, שקביעת הטווח באמצעות שני הסוגים של מדי-הטווח האופטיים, היא מהירה יחסית ואינה בולטת. דרגת הדיוק של מדי-הטווח האלה, נשלטת בעיקר על-ידי אורך בסיסם, המוגבל על-ידי רוחב הצריח עד למקסימום של 2 מטר.

מדי-טווח ליזר

למרות תכונותיהם הטובות, הוטל צל על מדי-הטווח האופטיים, מאז שנות ה-60 הראשונות, על-ידי מדי-טווח ליזר. הראשון למדי-הטווח האלה היה הקולידר (MK1) הניסיוני, שנבנה ב-1961 על-ידי חברת "יוז".

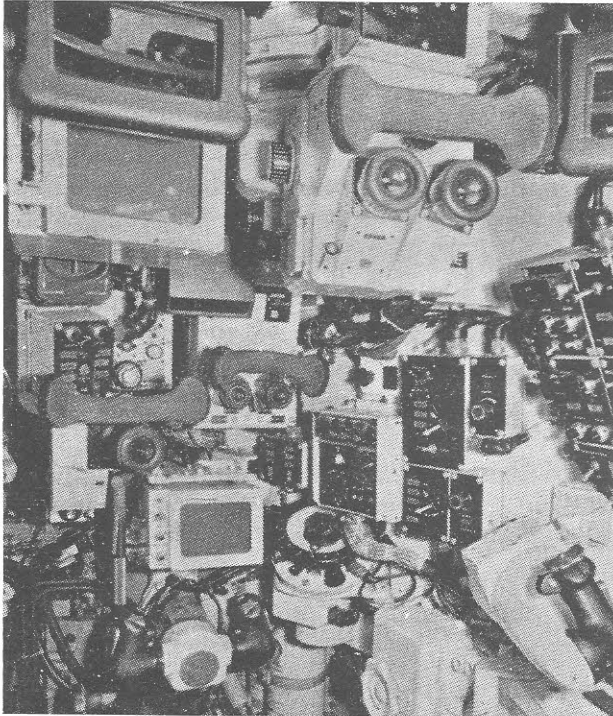


בתמונה — מערכת מדי-טווח ליזר מתוצרת חברת יוז לטנק האמריקאי M60A1E2. משמאל לימין: תיבת בקרת המפקד; תיבת בקרת התותחן; משדר-מקלט; יחידת כוח לשעת חירום; תיבת מחוויי התותחן.

בין השנים 1964 ו-1967, הותקנו מדי-טווח ליזר ניסיוניים ב-ליאופרד, בטנק "S" וב-Pz-61. ב-1966, החלה חברת יוז לייצר מדי-טווח ליזר לטנק M60A2. מדי-טווח זה בא לסייע בשיפור הפגיעה של פגזים בעלי מהירות לוע נמוכה, שנורו מהתותח/משגר הקצר בקוטר 152 מ"מ של ה-M60A2. הזמנת הייצור הראשונה למדי-טווח ליזר הושלמה ב-1970 וכבר ב-1971, קיבלה חברת יוז הזמנת ייצור שניה מצבא ארה"ב למדי-טווח ליזר שיועדו ל-שרידן M551, שחומש אף הוא בצירוף של תותח/משגר בן 152 מ"מ. שנה לאחר מכן, ב-1972, חתמה החברה על חוזה לפיתוח מדי-טווח ליזר לטנק M60A1 המשופר.

בשנת 1966, התחילה גם החברה הבלגית SABCA (הפועלת ברישיון מטעם חברת יוז) לפתח את מערכת בקרת-הירי "קובלדה", שמורכב בה מדי-טווח ליזר שיוצר בגרמניה ברישיון אחר שהוענק ע"י חברת יוז. מערכת ה-קובלדה הוכנסה לשימוש בטנקי ה-ליאופרד בצבאות בלגיה ואוסטרליה ובטנק הבריטי צ'יפטיין MK3/3 שהוצג ב-1970.

מהחזרה של מספר מטרות הנמצאות על נתיב קרן הליזר). אמצעי זה לא נחשב, מכל מקום, הכרחי. במערכות אחרות של מד-טווח ליזר, הקבלה מירבית של קריהראייה וקו קרן-הליזר, פיזור מינימלי של קרן הליזר ופתיקת טווח (פתיחה) מינימלית דיים כדי להציג טווח של שתיים או שלוש החזרות לכל היותר. בידי מפקד הטנק או התותחן נשאת ההחלטה לקבוע איזו מהן מייצגת קריאת טווח אמיתית, או לשלוח שוב קרן ליזר. מעניין לציין, שהמערכת EMES-12 הוחלפה בליאופרד-2AV במד-טווח ליזר YAG.



בתמונה — עמדות ההפעלה של המפקד והתותחן בליאופרד-2: למעלה, במרכז, נמצאת כוונת-המפקד PERI-R-12 מתוצרת "צייז", שקו הראייה שבה מיוצב על-ידי ג'יר. משמאל לכוונת וכן מיד מעל ידיות האחיזה של התותחן נמצאים המסכים הקהויים של צגי כוונת הליזה, שבאמצעותם יכולים המפקד והתותחן לצפות על שדה-הקרב יחד, או כל אחד לחוד ול"העסיק" מטרות. למעלה ומימין לצג התותחן נמצאת הכוונת EMES-12 ומשמאל לה פריסקופ העזר TZF1A. על זופן הצריח, בצד ימין, נמצאים לוח תיבת ההפעלה של מחשב בקרת-האש FLER-H, בורר שיטת ההפעלה, לוח ההפעלה לזרקור הארת המטרה, וכפתור עוצמת הבהירות. ישר מתחת לידיית בקרת התותחן של המפקד (ימין) על מתניה, נמצא לוח בקרת המפקד.

שיוצר על-ידי חברת יוז עבור ניסויי ההשוואה באבות-הטיפוס של הטנק האמריקאי XM1. אבות-הטיפוס הללו, המיוצרים על-ידי החברות ג'נרל מוטורס וקרייזלר, מצויידים אף הם במד-טווח ליזר מתוצרת חברת יוז.

בעתיד, ייתכן שהליזרים מסוג ניאודימיום-זכוכית וגם ליזרים Nd:YAG יוחלפו אף הם בליזרים מסוג דר-תחמוצת הפחמן (CO₂). אורך גל-הפליטה של ליזרים כאלה הוא 10.6 מיקרון, עובדה המאפשרת גם בתנאים קשים להגיע לביצועים טובים יותר מאלה של הליזרים שהשתמשו בהם עד כה. הסיבה לכך היא, שהקרינה

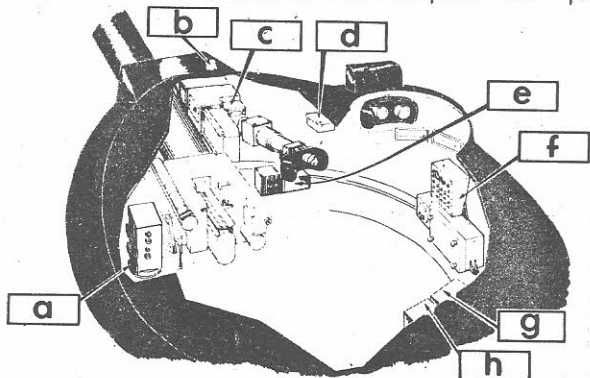
היתרון הגדול של הליזרים על-פני מד-הטווח האופ-טיים נעוץ בדיוקם הגדול יותר; השגיאה המקסי-מלית היא ± 20 מטר בטווח של עד 10,000 מטר, כאשר 90 אחוז מן השגיאות הן פחות מ- ± 10 מטר. מימדי המכשירים האלה קטנים אף הם בהרבה. לעומת זאת, מן הראוי לציין שקרני הליזר מסוגלות לגרום נזק לעין האדם, דבר המטיל מגבלות על ניצולן בעת אימון. יתר על כן, הליזרים, שלא בדומה למד-טווח אופטיים, הם מכשירים אקטיביים הפולטים אנרגיה, ואפשר לגלות את קרינתם באמצעות התקני אתראה המורכבים על הטנקים המטווחים. זאת ועוד, מאחר שלכל הדגמים הראשונים של מד-הטווח שיוצרו על-ידי חברת יוז יש גביש "רופי" כתווך-ליזר שאורך גל-הפליטה שלו הוא 0.69 מיקרון, אפשר יהיה, בתנאים מסויימים, לגלות את קרני מד-הטווח אף על-ידי עין האדם.

מסיבה זו ומסיבות אחרות, הוחלף גביש הרופי בכל מד-הטווח החדישים בגבישי זכוכית רוויים בניאודימיום, או פיתוח חדיש יותר — גבישי אלומיניום יטריום הרוויים בניאודימיום ומכונים גבישי Nd:YAG. אורך גל הפליטה של גבישי YAG הוא 1.06 מיקרון, עובדה המבטלת למעשה את הסיכויים שקרינה זו תתגלה על-ידי העין, ויחד עם זאת, הנזק האפשרי מקרינה זו לעין האדם, קטן יותר. יתרון חשוב יותר של גבישי YAG, היא אנרגיית העירור הנמוכה יותר שלהם הם נזקקים וכן מימדיהם ומשקלם הקטנים במידה ניכרת.

גודלם הקטן יחסית של מד-טווח ליזר מסוג ניאודימיום-זכוכית והקלות שבה יכולים להתקנם בכלי הקרב הנוכחיים הופגנו על-ידי מד-הטווח TCV15 שפותח עוד בשנת 1969 על-ידי החברה הצרפתית CGE. חברה זו פיתחה גם מד-טווח ליזר אחר המתאים להתקנה על גגות הטנקים, כגון על ה-AMX13. במערכת בקרת הירי SFC600 של חברת מרקוני שיוצרה בשנת 1973 הורכב מד-טווח הליזר בתוך הכוונת הפרי-סקופית. ליזר אחר מסוג ניאודימיום-זכוכית אומץ ב-1970 במערכת בקרת הירי "בופורס" בטנק השוודי "S", שבה הוא הוסף על הכוונת הפריסקופית של המפקד. ליזר כזה שולב גם בכוונת התותחן בטנקים AMX30 ו-AMX10C וכן בכוונות פריסקופיות שפותחו לא מכבר בשבדיה וביוגוסלביה להתקנה בטנק השבדי IAV91 ובטנקים הסובייטיים שבצבא מצרים.

בניגוד בולט לפשטות של מד-טווח ליזר המורכבים בתוך כוונת המפקד או כוונת התותחן, צויד ה-ליאופרד-2 במערכת EMES-12, שפותחה על-ידי חברת "צייז". למד-טווח הליזר המשולב במערכת הזו יש מד-טווח סטריאוסקופי שאורך בסיסו 1.72 מטר. תפקידו של מד-הטווח הסטריאוסקופי לאפשר לתותחן לבדוק את הטווח למטרה בכל פעם שמד-טווח הליזר מציין כמה קריאות טווח (כתוצאה

מערכות מורכב חיטון, המוסר, אוטומטית, מידע על רוחות צידיות, ובמערכות אחרות מוזן מידע זה ידנית. חוץ מאשר בכמה מערכות, קיימים הבדלים דומים גם ביחס לנתוני לחץ וטמפרטורת הסביבה וכן טמפרטורת החומר ההודף. במערכת שפותחה על-ידי חברת בופורס לטנק "S" אין מתחשבים כלל בגורמים אלה. במערכת הקובלדה ובמערכת של חברת יוז לטנק M60A1 נלקח בלאי-הקנה בחשבון. בקרת בלאי-הקנה נעשית על-ידי מניית הכדורים הנורים, אולם בגלל העובדה שלא קיימת קורלציה מלאה בין מספר הכדורים והבלאי, מוזן מידע זה ידנית. הזנה ידנית של המידע הזה נעשית גם במערכות אחרות כגון ה-FLER-H שפותחה ל-ליאופרד-2 וכן במערכת ה-COTAC. בדרך כלל, נראה שיש נטיה להשתמש בחישובים במספר קטן יותר במקצת מזה שהתכוונו לו בתחילה, אף



תרשים התקנה של מערכת בקרת הירי COTAC APXM508 שתוכננה לדגם החדש ביותר של הטנק AMX30. במערכת הזו, כל הפרמטרים המשפיעים על דיוק הירי מוזנים מחישובים מתאימים אל מחשב, אשר מחשב את התיקונים הדרושים בהגבהה ובצידוד. התיקונים מוכנסים גם כן אוטומטית אל תוך כוונת-התותחן על-ידי שימוש במערכת אוטומטית המסיטה את קו הראייה ביחס לתותח בזווית המתאימה. מקרא: A — יחידת טכומטר; B — חיטון הגבהה; C — כוונת מדיטווח; D — חיטון שיפוע-צד; E — תיבת בקרת תותחן; F — תיבת בקרת מפקד; G — ספק-כוח למערכת בקרת הירי; H — ספק-כוח למדיטווח.

שרוב הנתונים מוזנים כרגיל אוטומטית ואפשר להכניסם ידנית במקרה של תקלה בחישובים.

המחשבים הבליסטיים נבדלים אף הם זה מזה ומבחינים בהם בשני סוגים עיקריים, מחשבים סיפרתיים ומחשבים אנלוגיים. המחשבים האנלוגיים נחשבים כיעילים יותר ביחס לעלותם. הם נמצאים בשימוש במערכת ה-קובלדה, במערכת של יוז ל-M60A1 וב-FLER-H. עם זאת, המגמה הכללית נוטה אל המחשבים הסיפרתיים בשל היותם רב-צדדיים. רמז למגמה זו ניתן על-ידי מערכת ה-COTAC שמורכב בה מחשב אנלוגי. אף על פי שמחשב זה נחשב מתאים בהחלט, פותח למערכת הזו מחשב סיפרתי כדי לענות על הדרישות הצפויות בעתיד. בכל אחת מן הדוגמאות הללו, ניכר צימצום מתמיד בממדים הפיסיים של המחשבים; גודלם של הדגמים החדשים ביותר, קטן מרבע הגודל של המחשבים הראשונים מאותו סוג.

(המשך בחוברת הבאה)

בעלת הגל הארוך יותר, מושפעת פחות מן התופעה של בליעת קרניים או פיזורן עקב אדי-מים וחלקיקי אבק. גם תופעת פיזור הקרן, בהשראת מערבולת אור, אף היא פחות חמורה לליזרים הפועלים בגלים ארוכים יותר. ליזרים מסוג דר-תחמוצת הפחמן צריכים גם להיות בטוחים לעיני האדם, אך יעבור עוד זמן עד שאלה יותאמו לשימוש בטנקים.

מחשבים בליסטיים

המרחקים הנמדדים על-ידי מדיטווח ליזר מוצגים בדרך כלל בצורת ספרות ובעזרתן יכול התותחן לקבוע את זווית ההגבהה של התותח לפי לוח הטווחים. כאשר משתמשים במחשבים בליסטיים, נעשית התקנת ההגבהה באופן אוטומטי. ברוב המקרים, מוזן אות אלקטרוני של נתוני הטווח לתוך המחשב הבליסטי. תגובת המחשב מהירה יותר, ובנוסף לכך, גם יכולה להביא בחשבון גורמים אחרים המשפיעים על מסלול התעופה של הקליע. התוצאה היא, דיוק רב יותר בהגבהה התותח או בהטייתו.

אות המוצא מהמחשב מניע נקודת-כיוון המושלכת לכוונת באמצעות שפופרת קתודה. בתהליך התאמת הכוונות, תוך שימוש בכוונת-לוע אופטית, מתלכדת נקודת הכיוון הזו עם קדח הקנה. כאשר המחשב מסיט את נקודת הכיוון בתוך שדה-הראייה של הכוונת, מובאים בחשבון הטווח וגורמים נוספים המשפיעים על נקודת הפגיעה. כדי להשיג פגיעה, אין לתותחן אלא לבצע כינון על-ידי ליכוד נקודת הכיוון הנעה עם המטרה. לחילופין, אפשר להשתמש ביציאת המחשב כדי להניע את מנגנוני הסרוו של הגבהה התותח ושל צידוד הצריח כדי לקבל את ההגבהה והצידוד הנדרשים לפגיעה, בעוד נקודת-הכיוון בכוונת נשאר קבועה.

המערכת הראשונה, שבה מושלכת נקודת-הכיוון לשדה-הראייה של הכוונת, הוכנסה לשימוש בכמה טנקים ובהם ה-צייפטיין. יתרונה של המערכת הזו בכך, שהיא אינה קוטעת שום חוליות מכניות הקיימות בין הכוונת והתותח, כך שבמקרה של תקלה במערכת המחשב, ניתן לחזור ישירות לשימוש בלוח השנתות הבליסטי המורכב בכוונת. עם זאת, המערכת תובעת יותר מן התותחן ובעיקרון, היא איטית יותר. על כן, מערכות בקרה מודרניות יותר (כגון ה-COTAC) מתבססות על כך, שהמחשב מניע את התותח ישירות אל המצב הדרוש, ומהתותחן לא נדרש, אלא לוודא, שנקודת הכיוון נמצאת על המטרה.

מספר הגורמים, פרט לטווח, שלהם השפעה על נקודת פגיעת הקליע, משתנה במידה מסוימת במערכות השונות, וכך גם לגבי האופן שבו מוכנסים גורמים אלה למערכת. למעשה, בכל המערכות, מורכב חיטון שיפוע-צד בצורת מטוטלת, המוסר אוטומטית מידע על נטייתם של אצילי התותח. לעומת זאת, רק בכמה



ניסויים בציוד לתצפית לילה

מאת אלס יול

מאמר זה, הוא השלישי בסדרת מאמרים שנושאם הוא ציוד לתצפית בלילה. בשני המאמרים הקודמים, שהופיעו במערכות חימוש מס' 54 ומס' 60, נדונו עקרונות הפעולה של המכשירים המשמשים לתצפית לילה. במאמר זה, נזכיר שוב את סוגי המכשירים הקיימים ונעמוד בקצרה על מהלך הניסויים.

מכשירים לתצפית לילה

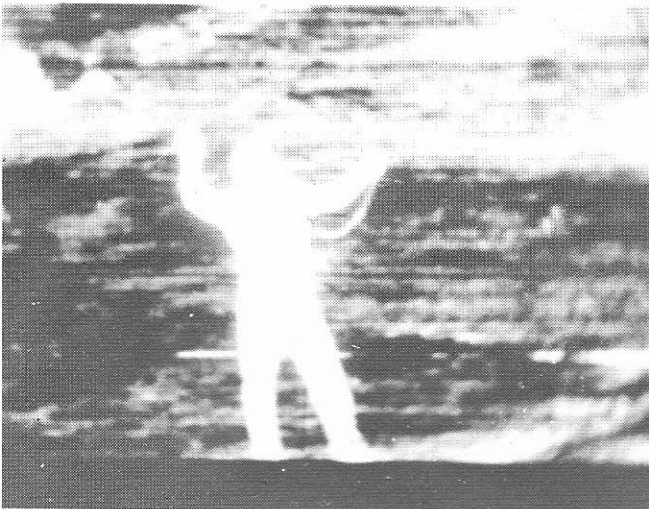
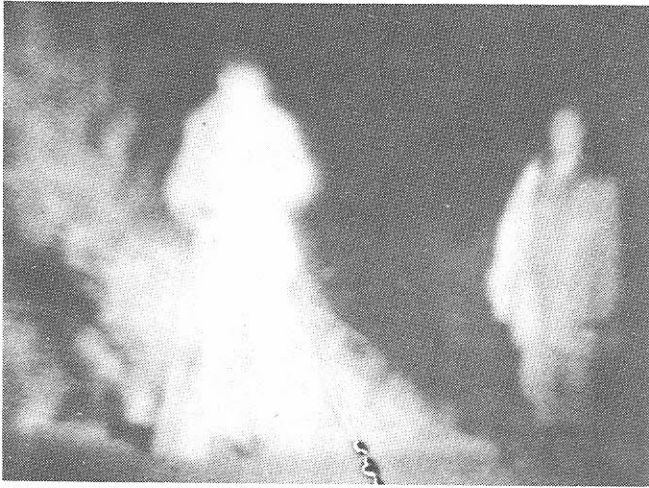
קיימים שלושה סוגי מכשירים לתצפית לילה:

מכשירי א.א. — מבוססים על הארת המטרה באור אינפרא-אדום, באמצעות זרקור. במערכות אלה, מת-קנים על הזרקור מסנן מיוחד, המאפשר מעבר לקרינה התת-אדומה (באורכי גל של 0.8—1.1 מיק-רון). הקרינה התת-אדומה פוגעת במטרה ומוחזרת לעבר מכשיר התצפית. במכשיר התצפית מצויה שפופרת מהפכת, שתפקידה להפוך את הקרינה התת-אדומה המוחזרת לקרינה באורך-גל נראה.

מגבירי אור כוכבים (מ.א.כ.) — אלה מכשירים, המגבירים את תאורת הלילה הטבעית כגון ירח וכוכבים. התאורה המוחזרת מהמטרה, מגיעה אל המכשיר הקולט ושם היא מוגברת בעזרת שפופרת מיוחדת.

מכשירי תצפית תרמיים — אלה מכשירים, הרגישים להבדלי טמפרטורות שבין המטרה וסביבתה, ומבד-ססים על קליטת הקרינה הנפלטת מהמטרה באורכי גל של 3—5 ו-8—14 מיקרון. התמונה המתקבלת

בתמונה מימין — מכשיר תצפית תרמי מסוג NODLR המיוצר על-ידי חברת HUGHES ומיועד לתצפית ארוכת-טווח.



בתמונות — דמויות שנראו דרך מכשירי תצפית שונים: למעלה — דרך מכשיר א.א. במרכז — דרך מכשיר מ.א.כ. למטה — דרך מכשיר תרמי.

במכשירי תצפית תרמיים דומה במהותה לתמונה המתקבלת על מסך הטלויזיה. גווני התמונה וצורתה תלויים בהפרשי הטמפרטורות שבין המטרה לרקעה ולא ברמת התאורה שבסביבה. (על עקרון הפעולה של המערכת, ראה המאמר „מערכת הדמאה תרמית“ שהופיע במערכות חימוש מס' 60).

האטמוספירה — האטמוספירה הקיימת בין המטרה למכשיר התצפית משמשת לנו כתווך להעברת הקרינה. השפעתה של האטמוספירה, מתבטאת בכך, שהאור נבלע ומתפזר בה. הלחות והאבק הנמצאים באטמוספירה הם הגורמים העיקריים לירידה בביצועי המכשירים; במזג אויר גשום או בערפל אין כמעט אפשרות להשתמש בציוד מ.א.כ. השפעה נוספת של האטמוספירה, המתבטאת בקבלת תמונה „רועדת“ של המטרה, נובעת מתופעה של התערבלות והתאבכות באטמוספירה.

ניגוד — הניגוד (קונטרסט), מוגדר כיחס שבין עוצמת האור המוחזרת מהמטרה ובין עוצמת האור המוחזרת מהרקע שעליו ניצבת המטרה. ככל שהניגוד גבוה יותר, כך קל יותר לזהות מטרה ביחס לרקעה. לדוגמה: ניגוד של צבע שחור על רקע לבן מוגדר כניגוד של 100%. הניגוד של המטרה משתנה בהתאם לסוג הקרקע שעליה היא ניצבת.

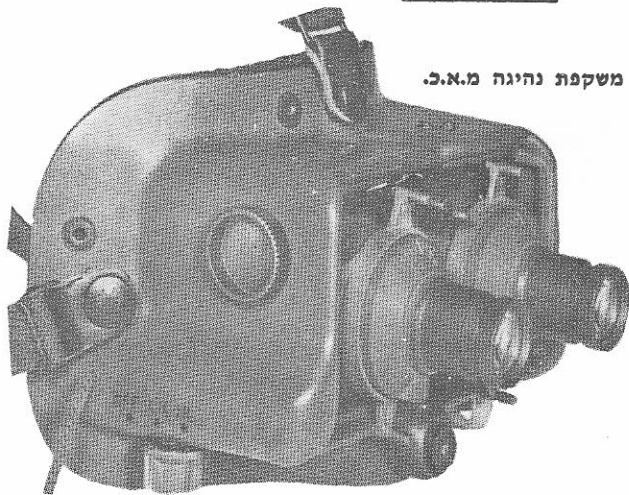
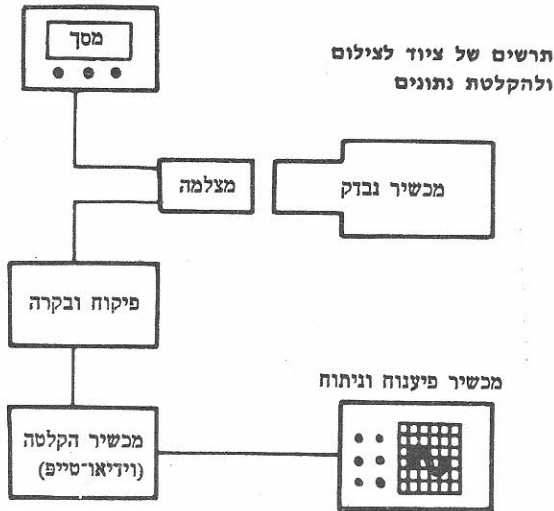
מצב המטרה — כלומר, האם המטרה ניידת או נייחת. ככלל, ניתן לומר שקל יותר לזהות מטרה ניידת, וזאת עקב תופעות לוואי הנגרמות על-ידי המטרה, כגון ענני אבק, פליטת גיצים מהמפלט ומהמנוע, תאורות-פנים מלוחות הבקרה וכדומה.

ניסויים בציוד לתצפית לילה

עד כאן, סקרנו את הגורמים העיקריים המשפיעים על טווחי התצפית של המכשירים. לשם מתן תשובה מושלמת על ביצועיו הכוללים של המכשיר, יש לבצע את הניסויים בתנאי תאורה שונים, כגון בלילות עם ירח מלא, חצי ירח, רבע ירח וללא ירח ובסוגי שטח שונים, המאפשרים קבלת ניגודים שונים, כגון שטחי חולות, אזורים מכוסים בצמחיה ואזורים הרריים. בנוסף לכך, יש לבצע את הניסויים לגבי מטרות מייצגות, כגון: חיילים לבושים בלבוש אופייני, טנקים הצבועים בצבע מתאים ורכב אחר ובתנאים אטמוספיריים שונים, כגון: אטמוספירה נקיה, תנאי אבק בשטח ותנאי לחות. את הניסויים יש לבצע על-ידי מספר גדול ככל האפשר של צופים המתורגלים בניסויים מסוג זה, כדי שאיסוף המידע מהם יתן תשובה בעלת רמה סטטיסטית משמעותית.

בציוד לתצפית לילה, המיועד לכינון וירי על מטרות, שמים דגש על בדיקת יכולתו של המכשיר לסרוק את אתר הניסוי ולגלות את המטרות שהוכנו באתר

שיטה אחרת לביצוע ניסויים בציוד לתצפית לילה, היא להקליט את מהלך הניסוי בעזרת מערכת טלוויזיה במעגל סגור (ראה תרשים), כאשר מצלמת הטלוויזיה משמשת כעינו של הצופה. כאן חשוב לוודא, שאיכות ההקלטה תהיה גבוהה מאיכות ביצועי המכשיר הנבדק, על מנת לקבל תוצאות נאמנות למציאות. היתרון בשיטה זו, טמון באפשרות לשחזר את מהלך הניסוי. בצורה זו, נוכל לנתח את התוצאות בעזרת מכשור מתאים ולהשוותן עם תוצאות ביצועים של מכשירים אחרים. גם כאן, השאיפה היא לרכז נתונים מוקלטים ומנותחים של המרכיבים השונים ולהציגם בצירופים שונים עם תכונותיו הבסיסיות של המכשיר; כך, נוכל לקבל תמונה כוללת של הביצועים.



בנושא ייעול עריכת הניסויים, ראוי לציין לסיום, שבארה"ב, קיים גוף לביצוע ניסויים בציוד לתצפית לילה בשם (Night Vision Laboratory) NVL. לרשות הגוף הזה עומד שדה ניסויים, שבו ניתן לבקר את רמות התאורה, הניגודים, סוגי המטרות ועוד, דבר המביא לחיסכון בזמן ובאמצעים, מגדיל את מהימנות התוצאות ומאפשר שיחזור מדויק של תנאי הניסויים.



מבעוד מועד. בעת ביצוע הירי, בוחנים את מידת הסינוור של המכשיר ואת משכו. מידע זה מאפשר לנו להבחין בפגיעה במטרה או בהחטאה, ובהתאם לכך, נוכל לבצע תיקוני-אש. ניסויים כאלה, בשינויים קלים, ניתן לערוך גם לציוד תצפית לילה א.א., מ.א.כ. וציוד תרמי.

כיון שבניסויי-שדה, יש צורך למדוד את המשתנים הקובעים בצירופיהם השונים, נוכחים מיד לדעת שמשך הניסויים יהיה ארוך, הוא יצריך שטחי-ניסוי רבים ושעבוד אמצעים רבים ויקרים. את משך הניסויים, ניתן לקצר על-ידי הכנת תשתית מידע מתאימה, שבה יבואו לידי ביטוי רמות התאורה האופייניות, ניגודים של מטרות, תכונות ספקטרליות של מטרות ורקעים, ותכונות האטמוספירה אשר ימדדו ויוקלטו במספר רב של מקומות וזמנים. נתונים אלה, בצירוף הנתונים הטכניים הבסיסיים של המכשיר הנבדק, יוכנסו למודל מתמטי מתאים, ובאמצעות מחשב, יאפשרו לחזות את הביצועים האפשריים של הציוד בתנאים שונים. כל שיוותר הוא איפוא, לבצע ניסויי שדה מצומצמים כדי לאמת את התוצאות.

טווח התצפית — מושגים והשפעות

את הביצועים הצבאיים של מכשירים לתצפית לילה, מאפיינות בדרך כלל התכונות האלה:

- טווח גילוי (detection) — זהו הטווח, שבו מגלה הצופה בעזרת המכשיר, הימצאות של מטרה כלשהי בתוך שדה הראייה שלו.
- טווח הכרה (recognition) — זהו הטווח, שבו מסוגל הצופה להבחין בעזרת המכשיר, בסוג המטרה — האם היא טנק, משאית או אדם.
- טווח זיהוי (identification) — זהו הטווח, שבו ניתן להבחין בפרטים המאפיינים של המטרה ולקבוע באמצעותם, למשל, האם המטרה היא טנק פטון או צנטוריון.

על טווחי הגילוי ההכרה והזיהוי של המטרות משפיעים גורמים שונים. נעמוד כאן בקצרה על החשובים שבהם:

תנאי התאורה — הטווחים שציינו, תלויים ברמת התאורה השוררת באתר הניסוי. רמת התאורה הזו מושפעת מגודלו של הירח וממצבו הזויתי כלפי המטרה וכן מהימצאות עננים או תאורה עקיפה מעל אתר הניסוי. לגבי מכשירי תצפית מ.א.כ. ניתן לומר כללית, שביצועיהם משתפרים ככל שרמת התאורה החיצונית גבוהה יותר (עד למצב של סינוור המכשיר).

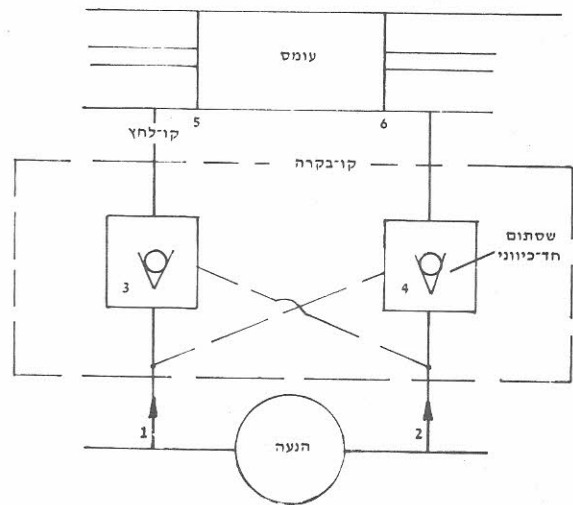
מנגנונים אל-חוזרים

(המשך בעמוד 19)

יתרונו של המנגנון מסוג No-Back על מנגנון המשלב העצמי, הוא בכך, שרדיוס החלק העובד בנקודת מגעו עם הטבעת, גדול יחסית, ועל כן מתקבלים כאן לחצי שטח נמוכים יותר מאשר במנגנון המשלב העצמי.

מנגנון אל-חוזר הידרולי

מנגנון אל-חוזר ניתן לבנות גם מרכיבים הידרוליים (ראה ציור 8). זרימת השמן מהצד המניע עוברת ללא הפרעה דרך שסתום חד-כיווני אל הצד המונע; קו הבקרה המקבל לחץ, שומר את השסתום החד-כיווני השני במצב פתוח ומאפשר חזרת השמן. לעומת זאת, זרימת השמן מהצד המונע נתקלת בשסתומים חד-כיווניים ומתקבלת נעילה.



ציור 8 — עקרון הפעולה של מנגנון אל-חוזר הבנוי מרכיבים הידרוליים.

חסרונו של מנגנון כזה הוא בדרגת החופש הגבוהה יחסית, ובזחילות העלולות להיווצר במשך הזמן כתוצאה מנזילות פנימיות במערכת.

לסיכום הסקירה הזאת, נציין שוב, שהתנאי לקבלת נעילה בכל אחד מן המנגנונים המכניים שתארנו הוא, שזווית מסוימת (α) תהיה קטנה מגודל נתון. הזווית הזאת משתנה כעבור זמן כתוצאה משחיקה ועיוותים פלסטיים ומכאן נובע כשלונם של המנגנונים הללו. בעיה זו אינה קיימת במנגנונים הידרוליים ולכן צפוי להם אורך חיים גדול יותר. מאידך, חסרונם של המנגנונים ההידרוליים הוא בדליפות פנימיות, העלולות לגרום לדרגת חופש גבוהה יחסית ולזחילות, בעוד שבמנגנונים המכניים הנעילה היא כמעט מיידית ואין שם חשש לנזילה.

מקורות:

- 1) W. Trylinski — Fine Mechanisms & Precision Instruments / Pergamon Press 1971.
- 2) H.E. Merritt — Gear Eng. / Pitman Publishing.

אם הצבא

צועד על הקיבה

הבטחון צועד על

חסכו

הגש הצעותיך לועדת הייעול
היחידתית- או המרכזית
בפיקוח המשקי, משרד הבטחון

LOCTITE

אמינות בזכות הטכניקה

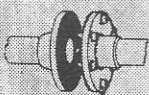
הטיבה של לוקטייט

שיטת

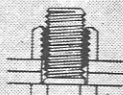
לוקטייט

הדרך הטובה יותר
לחיבור חלקים

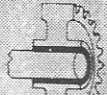
אטימה



הבטחה



הדבקה וקבוע



לקבלת פרטים ייעוץ טכני מנה אל

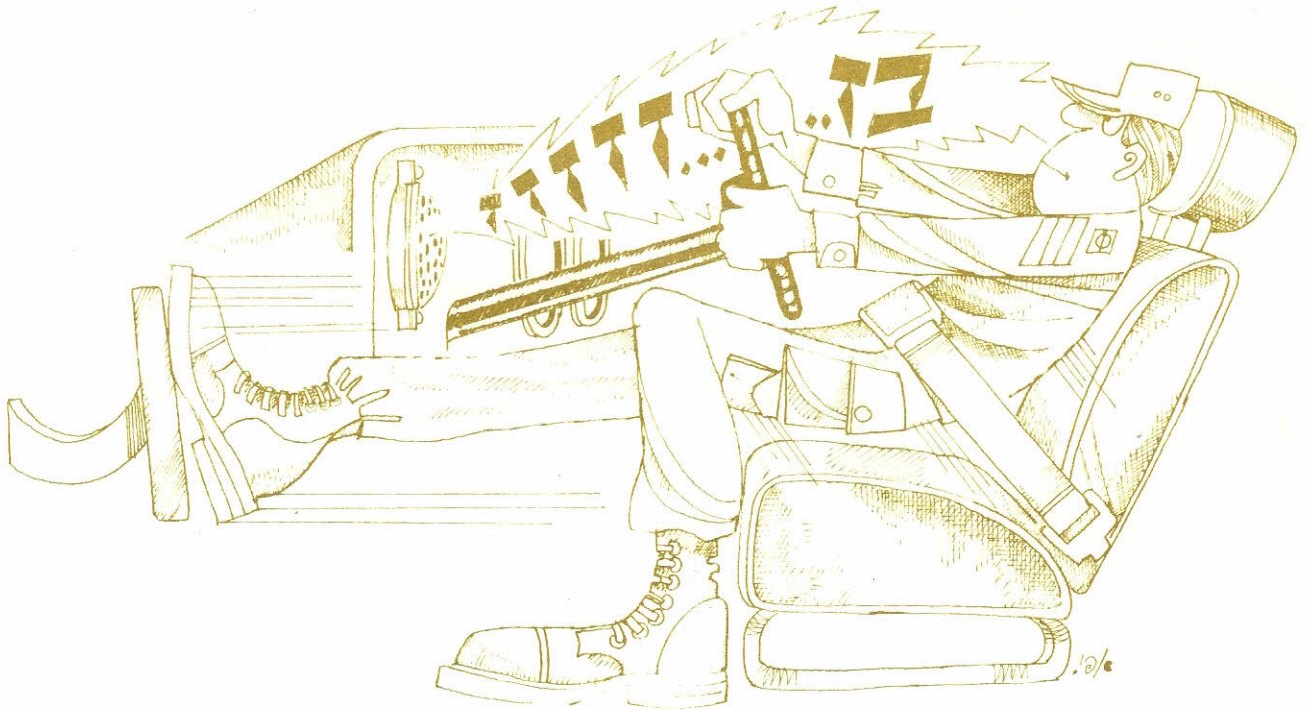
רוטל תעשיות ומסחר בע"מ

ת.א. מדרז'קין 21. פנת אבן גבירי
ת.ד. 33106 נור. 233735-220375

מ.ס.י

מתקני בטיחות במערכות בלמים ברכב

אאת רס קולגר

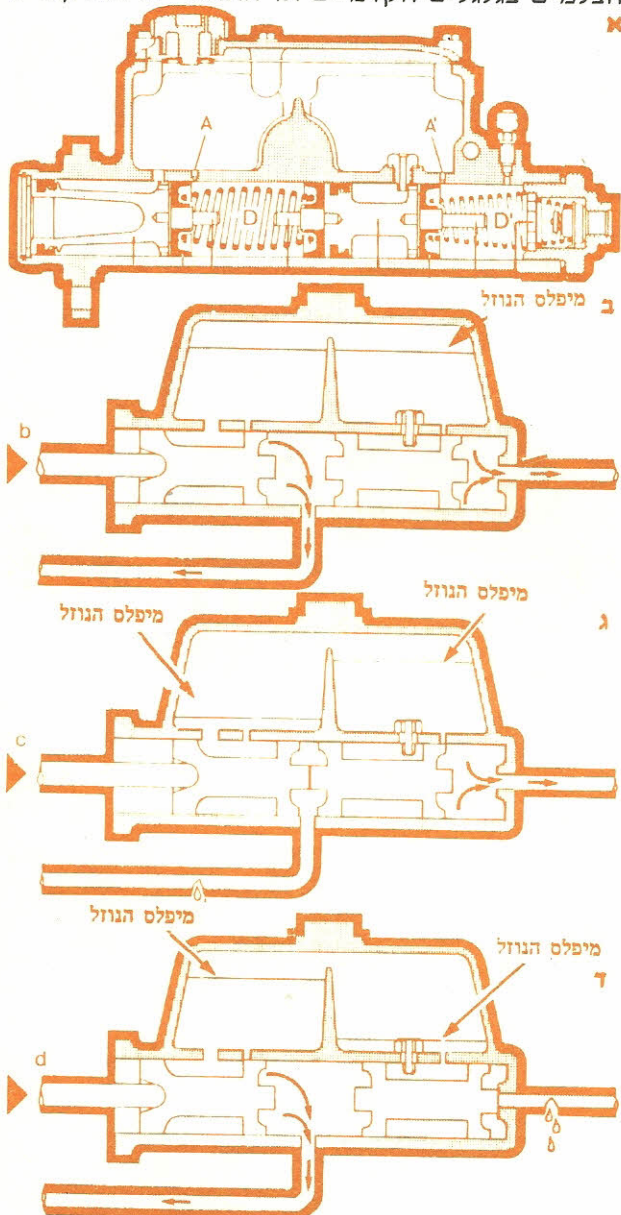


הסיכון הבטיחותי כאשר קורית תקלה במערכת, או משפרים את יעילות הבלימה ומשפיעים על התנהגות הרכב בעת בלימה. במאמר זה נסקור כמה מן ההתקנים הללו.

מערכת הבלמים ברכב היא מערכת בטיחותית ממדרגה ראשונה. אופייה הבטיחותי של המערכת הביא ליצירת התקני בטיחות רבים, חלקם התקנים המתריעים על תקלות במערכת הבלמים, ואחרים המקטינים את

התקני התרעה

סכנה זו, החלו להרכיב מערכת בלמים כפולה. זו למעשה מערכת אחת שחולקה לשתי מערכות עצמאיות. במצב תקין, אחראית כל מערכת להפעלת הבלמים בגלגלים הקדמיים או האחוריים. אם קורית



ציור 2 — חתך ותיאור פעולה של משאבה במערכת בלמים כפולה.

תקלה באחת המערכות, המערכת השנייה, התקינה עדיין, מאפשרת לבלום. במערכת בלמים כפולה חייבות להיות שתי משאבות בלמים. עקב שיקולים כלכליים ושיקולי נוחות בייצור, בנו את שתי המשאבות בתוך צילינדר אחד ארוך אך פעולתן של המשאבות היא למעשה נפרדת. בציור 2 (א) מתואר חתך במשאבה כפולה. בחלק ב' של הציור מתואר כיוון הזרימה, ובחלקים ג', ד', ניתן לראות את התלות בין שתי המערכות; כאשר צינור אחד נקרע, מערכת הבלמים עדיין פועלת.

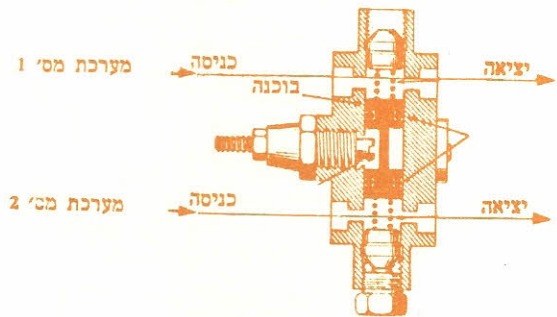
נורית וזמזם להתרעה לחץ אויר נמוך
במערכת בלמי אויר, בנוסף למד-לחץ האויר, קיימים גם נורית אזהרה וזמזם, המתחייבים בארץ מכוח תקנות התעבורה. כאשר לחץ האויר יורד לערך נמוך מסוים, הנורית נדלקת והזמזם מזמזם.

נורית אזהרה למיפּלס נוזל הבלמים
כאשר מיפּלס נוזל הבלמים במיכל נמוך מדי, נכנס אויר למערכת. כניסת האויר למערכת גורמת לירידה ביעילות הבלימה, או לחוסר אפשרות לבלום כאשר מיפּלס הנוזל נמוך מאוד. התרעה על חוסר נוזל-בלמים נעשית בכמה סוגי רכב באמצעות מצוף המורכב על מכסה מיכל נוזל הבלמים. עם ירידת מיפּלס הנוזל, יורד גם המצוף עד למצב שבו הוא סוגר מעגל חשמלי ומביא להפעלת נורית ו/או זמזם בתא הנהג.

שסתום אזהרה במערכת בלמים כפולה (Pressure differential valve)

שסתום האזהרה במערכת בלמים כפולה בא להתריע על הפרשי לחץ בנוזל הבלמים. הפרשי הלחץ נגרמים כתוצאה מדליפה באחת המערכות, כניסת אויר למערכת או קרע בצינורות הבלמים.

בציור 1 מתואר חתך בשסתום האזהרה. שני צינורות (משתי מערכות הבלמים) מתחברים אל השסתום בצדו האחד ויוצאים מצדו השני. בשסתום עצמו



ציור 1 — חתך בשסתום אזהרה במערכת בלמים כפולה.

קיימים שני חללים וביניהם נמצאת בוכנה. כאשר נוצר הפרש לחץ, הבוכנה יוצאת ממצב שיווי המשקל ונעה בכיוון הלחץ הנמוך. בתנועתה, מפעילה הבוכנה מגע חשמלי המדליק נורית אזהרה בתא הנהג. שסתום אזהרה מסוג זה מותקן בכלי רכב אירופאיים חדשים וכן ברכב צבאי כגון, "כרמל", "אסקורט" ו-"W200".

מיתקנים להקטנת הסיכון בעת תקלה

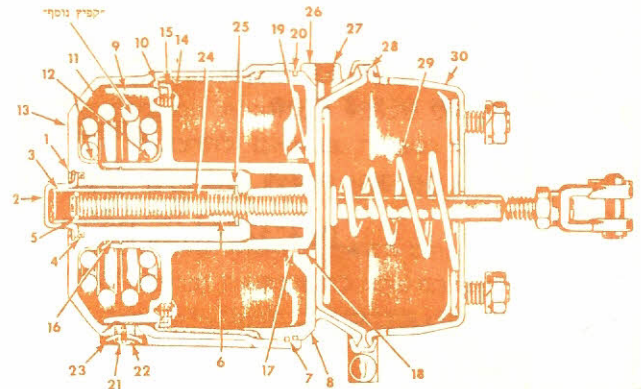
מערכת בלמים כפולה ברכב עם בלמים הידרוליים
כאשר קורית תקלה באחד מרכיבי מערכת הבלמים, עלולה כל המערכת להיפגע. במקרים קיצוניים, כגון צינור שבור, לא תהיה אפשרות לבלום. על מנת למנוע

מערכת בלמים כפולה ברכב עם בלמי אוויר

במערכות אוויר, כמו במערכות הידרוליות, קיימת הפרדה לשתי מערכות בלמים, כדי למנוע מצב של חוסר יכולת לבלום. שתי מערכות האוויר ניוזונות ממכלי-אוויר נפרדים, וקיימת מערכת שסתומים חד-כיווניים שתפקידה למנוע, בעת תקלה, מעבר אוויר ממכל למיכל. שסתום הפיקוד, המופעל על-ידי דוושת הבלם, מורכב למעשה משני שסתומים נפרדים הבנויים בתוך גוף אחד.

בלם-קפיצי (Spring loaded brake)

בלם מן הסוג הזה מותקן רק במערכות בלמי-אוויר. במערכת הזו, הבלמים מופעלים על-ידי אוויר דחוס המסופק לתאי-הבלימה. בתאי-הבלימה רגיל נמצאת



ציור 3 — תאי-בלימה עם בלם קפיצי.

דיאפרגמה (או בוכנה) הנעה בהשפעת לחץ-אוויר ומפעילה מערכת מכנית הגורמת לבלימה. בתאי בלימה עם בלם-קפיצי, הותקנו "קפיץ נוסף" ודיא-פרגמה (או בוכנה) המיועדים לשמש כבלמי-חירום (במקרה של תקלה במערכת האוויר), כאשר הרכב מופעל במצב תקין של מערכת האוויר, כאשר הרכב מופעל ולחץ-האוויר במערכת מספיק גבוה, מופעל כוח על הדיאפרגמה של הבלם הקפיצי וה"קפיץ הנוסף" נשאר לחוץ. בעת תקלה במערכת, כגון השתחררות צינור אוויר, ה"קפיץ הנוסף" מתפשט ומפעיל את נעלי הבלם. הפעלת הבלם הקפיצי בחירום או בחניה יכולה להיעשות על-ידי הנהג, או אוטומטית על-ידי כיוון המערכת להפעלה בלחץ מסוים. הבלם הקפיצי מותקן בכמה משאיות צבאיות, כגון "מאן", "מרצדס" ו"מאק".

מיתקנים המשפיעים על ביצועי מערכת הבלמים

מבחינת התגובות של מערכת הבלמים עולות כמה עובדות:

- בבלימת חירום, כאשר הגלגלים נעולים (מחליקים ואינם מסתובבים), אי אפשר לשלוט על ההגה בעת הבלימה.
- במקרה של נעילת גלגלים אחוריים לפני נעילת

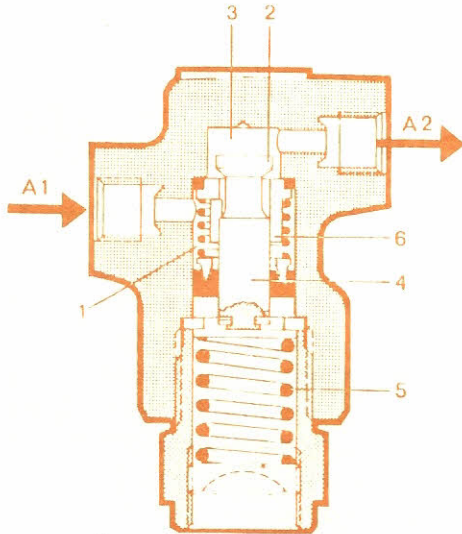
גלגלים קדמיים, הרכב עלול לסטות ממסלולו הישר בלי שום קשר לתקינות מערכת הבלמים.

- מרחק הבלימה הקצר ביותר מתקבל כאשר הגלגלים נמצאים על סף-נעילה (החלקה של 15%). במצב זה ניתן לשלוט ברכב בעת הבלימה.

בהתבסס על ידיעת העובדות האלה פותחו מיתקנים שונים; נסקור אותם להלן.

שסתום למניעת נעילה בגלגלים האחוריים

קיימים שני סוגים עיקריים של שסתומים המונעים נעילה בגלגלים האחוריים: האחד הוא שסתום המגביל את הלחץ העובר לגלגל והשני הוא שסתום מגביל-לחץ המבוסס על "חישת" העומס על הסרן.



ציור 4 — חתך בשסתום המגביל את הלחץ העובר לגלגל.

הסוג הראשון, שסתום המגביל את הלחץ העובר לגלגל, מכוון להעביר לחץ מקסימלי מסוים בכל תנאי עומס ודרך. דרגת הלחץ שאליה מכוון השסתום ניתנת לשינוי בהתאם לסוג השסתום. בציור 4 מתואר שסתום מסוג זה. נוזל בלחץ, המגיע לחלל מס' 1 דרך הפתח A1, עובר דרך שסתום מס' 2 לחלל מס' 3. הנוזל יוצא מהפתח A2 למשאבות הגלגל. כאשר הלחץ בתא מס' 3 מגיע ללחץ המקסימלי (המכוון), הבוכנה (4) מתגברת על כוח הקפיץ (5), יורדת למטה וסוגרת את השסתום מס' 2.

הסוג השני של שסתומים המונעים נעילה, הוא שסתום מגביל לחץ ה"חש" בעומס על הסרן. שסתום זה מכוון להעביר לחץ מקסימלי מסוים, אלא שבניגוד לשסתום הקודם, הלחץ הזה משתנה בהתאם לשינויי העומס על הסרן האחורי. השסתום כולל, בין היתר, זרוע המחוברת לשלדה ולסרן האחורי. מצב הזרוע משתנה עם שינוי העומס על הסרן האחורי (בגלל שקיעת הקפיצים), ולכל מצב כזה השסתום מכויל ללחץ מקסימלי מסוים. שסתום מהסוג הזה נמצא בעיקר במשאיות שבהן קיים הבדל גדול בעומס על הסרן האחורי במצב עמוס וללא עומס.



"נורדיה"

מפעל לייצור קפיצים
 טכניים לתעשייה
 • בנין • חקלאות
 חשוקים לגדולים תחת
 פלסטיק

יצור קפיצים מכל הסוגים
 מחוט 2 מ"מ ועד 17 מ"מ

המפעל:

משק נורדיה, דואר נתניה,

טלפון 053-37541/2

המשרד:

תל-אביב, רחוב הרצל 100,

טלפון 822996



"הידראוליקה"

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

טל. 823564 - 821638

מערכות הידרוסטטיות

מערכות הגה

משאבות

בוחרים

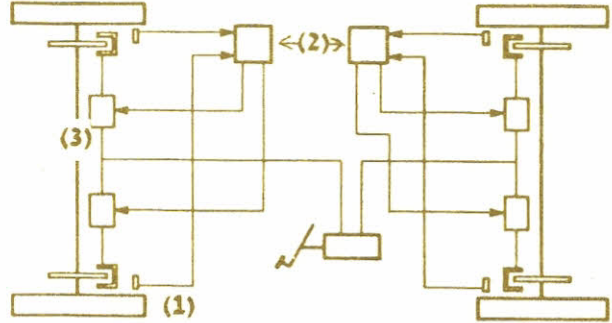
אביזרים הידראוליים שונים

אטמי שמן מכל הסוגים

ייצור, תקון, יבוא, מכירה

מערכת למניעת נעילת גלגלים (Anti-lock, Anti-skid)

המערכת הזו משוכללת יותר מהשסתום לנעילת גלגלים אחוריים משתי סיבות: ראשית היא מונעת נעילה של כל הגלגלים ומבטיחה שליטה מוחלטת על ההגה בעת הבלימה. שנית, המערכת בנויה כך, שבעת בלימת-חירום, תתקבל החלקה עד 15% המבטיחה מרחק עצירה מינימלי בכל תנאי עומס ודרך.



צור 5 — תרשים של מערכת למניעת נעילת גלגלים.

את המערכת למניעת נעילת גלגלים ניתן להרכיב בנפרד לכל גלגל, או בנפרד לכל סרן והדבר משתנה בהתאם להמלצות של היצרנים השונים. בצור 5 מתואר תרשים של מערכת לנעילת גלגלים. המערכת המתוארת, שבה כל גלגל נשלט בנפרד, מורכבת מאלמנט (1) המעביר את המהירות הרגעית של הגלגל לאלמנט בקרה (2) השולט על שסתום בקרה של הגלגל (3). שסתום הבקרה, שולט על הלחץ ההידרולי או על לחץ האויר במערכת הבלמים.

היתרון במערכת הזו לעומת השסתומים המכניים, הוא זמן התגובה. המערכת הזו כוללת אלמנטים חשמליים המגיבים במהירות רבה ומאפשרים העברת מאות פקודות לשניה לשסתום הבקרה. בקרה רצופה כזו מאפשרת למנוע את תופעת הנעילה בגלגלים. המערכת הזו נפוצה במיוחד בארה"ב משום ששם היא מחויבת מכוח תקנות התעבורה.

לסיכום נוסף, שתפוצת מתקני הבטיחות במערכות בלמים מושפעת משיקולים כלכליים של יצרני הרכב ומתקנות התעבורה במדינות השונות. הניסיון מלמד, שמיתקנים זולים יחסית (כגון, שסתום אזהרה במערכת בלמים כפולה) מותקנים ביוזמת היצרנים, בהנחה, שהתוספת הנמוכה לעלות הרכב לא תרתיע קונים בכוח. לעומת זאת מיתקנים יקרים יותר (כגון, מערכת למניעת נעילת גלגלים) מוכנסים תחילה לשימוש במכוניות פאר, שלגבי רוכשיהן שיקול המחיר אינו החשוב ביותר. שימוש רחב יותר במיתקנים כאלה, מותנה בתקנות תעבורה מתאימות.

בהתחשב במגמות הקיימות כיום, צפוי שימוש נרחב יותר בנוריות אזהרה ויתכן שכך צפוי גם לגבי מערכות למניעת נעילת גלגלים.

מענין ומועיל

בדיקת שמישות נוזל הידרולי בצורה פשוטה ויעילה

מצבו של נוזל במערכת הידרולית חשוב מאוד לתפעולה של כל מכונה המחוברת למערכת. בדיקת שמישות הנוזל ופעולה בהתאם לתוצאות הבדיקה, עשויים למנוע הקדמת המועד שבו יש לשפץ את המכונה.

את טיב הנוזל ניתן לקבוע בשיטות שונות, אשר כמה מהן, מתאימות במיוחד לתנאי-שדה (כלומר לא תנאי-מעבדה). שיטות הבדיקה בתנאי-שדה אינן באות להחליף את הבדיקות המדויקות של המעבדה, אלא באות לתת מידע מיידי על שמישות הנוזל; לאחר בדיקה זו, אם הדבר נחוץ, יש לשלוח מדגם לבדיקה מעבדתית. תדירות הבדיקה תיקבע בהתאם לתנאי ההפעלה של המערכת ההידרולית, כגון טמפרטורה, זיהום סביבתי, תדירות הפעלת המערכת וכדומה. בתחילה, יש לקחת מדגם בכל שבוע ואחר כך, בהתאם לתוצאות הבדיקות, אפשר לקבוע את תדירות לקיחת המדגם.

דגימת הנוזל — על מנת לבצע בדיקה אמינה, יש להפעיל את המערכת עד שהנוזל ההידרולי שבה יגיע לטמפרטורת העבודה הרגילה, ואז יש לקחת דגימה. את הדגימה, יש לקחת ממרכז מיכל הנוזל ולהעבירה לתוך מזרק פלסטיק בעל נפח של 50 סמ"ק; כמשאבה יכולה לשמש מערכת גומיה לחוקן. אין לקחת דגימות נוזל מנקודות נמוכות במיכל או מפתחי ניקוז; כמו כן, אין לקחת דגימה ממערכת שהודממה לפרק זמן העולה על שתיים. אם הדגימה נעשית מהקו, יש לפני כן לאפשר ל-1 ליטר בקירוב מן הנוזל לקלוח בחופשיות. כמו כן, אין לסגור את פתח הקילוח לפני שנלקחה כל דגימת הנוזל וכל זאת על מנת להבטיח, שבמקרה של נוזל מזוהם, יופיע הזיהום גם במדגם. כמיכל דגימה יכולה לשמש צנצנת זכוכית בעלת פתח רחב ומכסה, שנפחה חצי ליטר לפחות. לנקיון כלי הבדיקה יש חשיבות מרובה; לכן, יש לשטוף את הצנצנת לאחר השימוש במים וסבון ולאחר השטיפה ליבשה בעזרת אויר חם.

לפני תחילת הניסויים, יש להשיג או לבחון דגימה של נוזל הידרולי חדש כדי שישמש בסיס להשוואה עם נוזלים משומשים.

בדיקת צמיגות — צמיגות הנוזל ההידרולי מעידה על טיבה של הסיכה במערכת. אם ידועה לנו צמיגות הנוזל בטמפרטורה נתונה, יחד עם מציין צמיגות, או מציין צמיגות משוערת של 90, נוכל להעריך באמצעות עקום צמיגות/טמפרטורה של הנוזל, מהי הסיכה הנדרשת מן הנוזל. את נתון הצמיגות ניתן להשוות לצמיגות נוזל חדש (או על-ידי בדיקה, או באמצעות קטלוג).

ככלל, אם לנוזל הידרולי בטמפרטורה נתונה יש צמיגות המשתנה ביותר מ-50 SUS (Saybolt Universal Seconds), יש להתיחס אליו בחשד. שינוי בצמיגות יכול לבוא עקב התחמצנות (גידול בצמיגות), תוספת של נוזל הידרולי לא מתאים (הגדלה או הפחתה בצמיגות), כניסת מים (הגדלה בצמיגות), כניסת חומרים מסיסים (הקטנה בצמיגות), או תוספת של חומרים אחרים המקטינים את צמיגות הנוזל.

בין מכשירי בדיקת הצמיגות בתנאי שדה, ישנם כאלה, הבודקים את הצמיגות ישירות, ביחידות SUS, ומידת דיוקם היא $\pm 15\%$.

בדיקה בראיה — בדיקה זו, כוללת בדיקה בראיה ובדיקת ריח. יש להוציא מדגם נוזל לתוך צנצנת זכוכית שקופה; יש לבחון את צבע הנוזל, מידת עירפולו, ונוכחות תרחיפים, משקעים או מים. בנוסף, יש לקחת דגימה של נוזל חדש, כדי שניתן יהיה להשוות בין השניים. את שתי הדגימות יש לאחסן למספר ימים ולאחר מכן, לבוחנם שנית.

בבדיקה זו ניתן לגלות את הפרטים האלה:

- ריח חריף ומעופש, מעיד על התחמצנות הנוזל, עובדה שבעקבותיה מאבד הנוזל את כושר הסיכה שלו. את מידת החימצון ניתן לדעת בעזרת מספרי ניטרליזציה.
- צבע משתנה, מעיד על חימצון או זיהום של הנוזל ההידרולי. בתחילה, יש לבדוק אם קיים חימצון בעזרת מספרי ניטרליזציה; אם אין חימצון, הזיהום יכול להיות משני סוגים, זיהום פיזי (תערובת) או, זיהום כימי (תרכובת). בתחילה יש לבצע בדיקת זיהום — תערובת (ראה הסעיף הבא). אם הבדיקה תשלול זיהום כזה, הרי שהזיהום הוא כימי, ואז יש לשלוח את הנוזל לספק הנוזל ההידרולי לבדיקה מעמיקה.
- נוזל מעורפל, מעיד על קיום מים או שעווה. יש לחמם את המדגם לטמפרטורה של 120 מעלות צלסיוס. אם יש שעווה בנוזל, העירפול יעלם לאחר החימום. אם קיימים מים בנוזל, הם יתאדו תוך השמעת קולות פיצוץ. אם הגורם לעירפול היתה שעווה, יש לבדוק את כל המסננים במערכת ולוודא שהם אינם סתומים. כמו כן, יש להתייעץ עם ספק

ומשווים עם דגם מוגדל ומצולם של נוזל חדש. את משטח הדגימה ניתן להכין בעזרת מחזיק מסנן-דיסקה מיוחד ושני מזרקים פלסטיים. יש להסיר את הבוכנה מתוך אחד המזרקים ולתקוע אותו לתוך מסנן הדיסקה. לתוך המזרק, יש לצקת 50 סמ"ק של דגימת-נוזל, להוסיף עוד 10 סמ"ק של נוזל מדלל (הקסאן או נפטא) ולערבב היטב. מצידו השני של מסנן-הדיסקה יש לתקוע את המזרק השני ולהעביר את הנוזל מהמזרק הראשון דרך מסנן-הדיסקה למזרק השני. יש לחזור על הפעולה מספר פעמים עד אשר מתקבל משטח דגימה מתאים. לאחר מכן, יש להעביר אוויר דרך משטח הדגימה (בעזרת המזרק) כדי לייבשו.

כדי לבדוק את יציבות הנוזל ההידרולי, יש להכניס דגימת נוזל לתוך צנצנת זכוכית, לסוגרה, ולהשאירה בטמפרטורת החדר למשך 48 שעות. כאשר הנוזל יציב, שכבת השמן שתיווצר לא תהווה יותר מאשר 4% מנפח הנוזל בצנצנת.

ערך: דניאל עמית

הנוזל ולברר את גורמי הופעת השעווה. נוכחות מים במערכת, מעידה על כך שהמערכת אינה מתפקדת כראוי ולכן יש לבדוק אותה ביסודיות ולברר מהיכן באים המים.

משקעים, תרחיפים ומים חופשיים מעידים על זיהום או נוזל הידרולי בלתי-יציב. נוזל בלתי-יציב, מאופיין על-ידי תחליב המופיע בנוזל. התח-ליב נוצר עקב התחברות בין חומרים שונים שמוסיפים לנוזל על-מנת לשפרו, ובין המים. כאשר מופיע תחליב, יש להחליף את כל הנוזל ההידרולי ולבדוק את המערכת על-מנת לאתר את מקור חדירת המים. יש לבדוק את המדגמים שנית לאחר 3 ימים ולבחון שוב עירפול, משקעים, מים, תחליב ותרחיפים.

בדיקת זיהום פיזי (תערובת) — השיטה הנפוצה לבדיקת זיהום פיזי נקראת בדיקת תערובת. בשיטה זו מעבירים דגימה קטנה של מים דרך מסנן שגודל נקביו הוא 1.2—1.4 מיקרון. המשקעים יוצרים משטח דגימה שאותו מגדילים בעזרת מיקרוסקופ פי-80

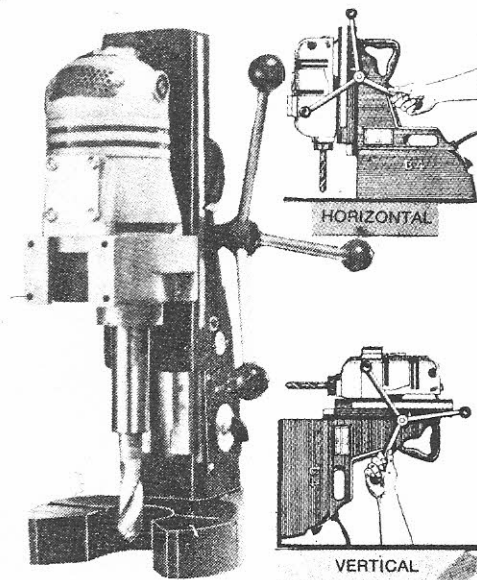
חידושי אגפל

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



FENWAY
ארה"ב

Portomag — מקדחות כח תעשיתיות עם בסיס אלקטרו-מגנטי.



HORIZONTAL

VERTICAL

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



שרות וייצוג בלעדי ע"י:
ערבה א.ט.י. בע"מ
ת.ד. 14051 — טלפון 30814
תל-אביב

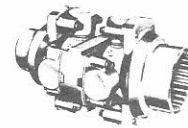


ממירי מומנט לרכב
חברת TWIN DISC מציעה סדרה של ממירי
מומנט במיוחד לרכב כבד. עם יציאות
להנעת יחידות עזר.
היחידות יכולות להיות עם או בלי
LOCK-UP CLUTCH.

מחברים אוניברסליים המתוכננים לתת
אורך חיים שווה לרכיבים אחרים של
הרכב. חוברת 513-A.

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

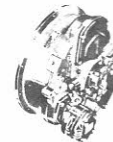
Universal Joints



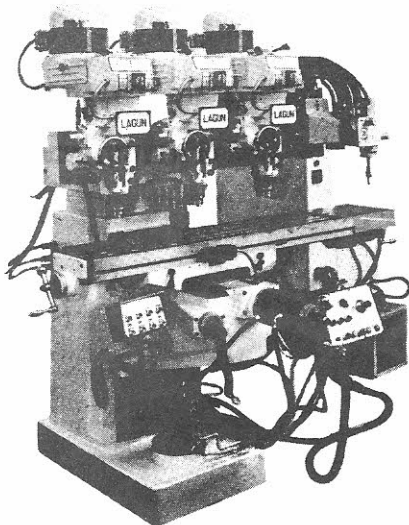
Power-Shift Transmissions



Vehicle Torque Converters



החידוש של LAGUN 1977



AUTOMATIC
THREE DIMENSION F-3D
FU: 1-2-3-4-5
FT: 1-2-3-3B 3D

המכרסמות של LAGUN מופיעות בשוק
העולמי הן ע"י העתקה הידראולית והן
בצורה של N.C. או C.N.C.

תצוגה תמידית של כל מוצרי LAGUN ואביזריהם
מתקיימת בחברה ברח' הרצל 65 תל-אביב.
כמו כן ניתן להשיג מהמלאי מכונות לעיבוד שבבי
כגון מחרטות, רבולברים ומכונות העתקה, משחזות,
מקדחות ומכונות אלקטרו-אירוזה לעיבוד-פח.
מכבשים, גיליוטינות, מכונות כיפוף וכו'.

חברה לאספקת מכונות תל-אביב בע"מ

תל-אביב, ישראל רחוב הרצל 65 ת.ד. 5021 טלפון 828661, 824339

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



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

להב בע"מ מסדט L.H.B.



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

הגיע השלוח חדש של אקדחי

Smith & Wesson

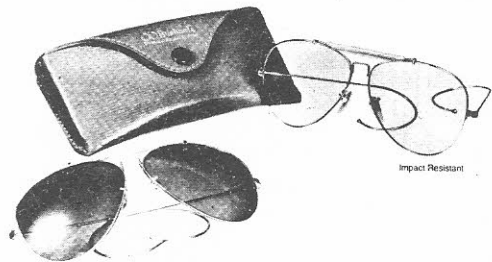
P. BERETTA

משקפי Bushnell

משקפי איכות מתוצרת Bushnell בצבעים שונים



38 BODYGUARD
 AIRWEIGHT
 MODEL NO. 38



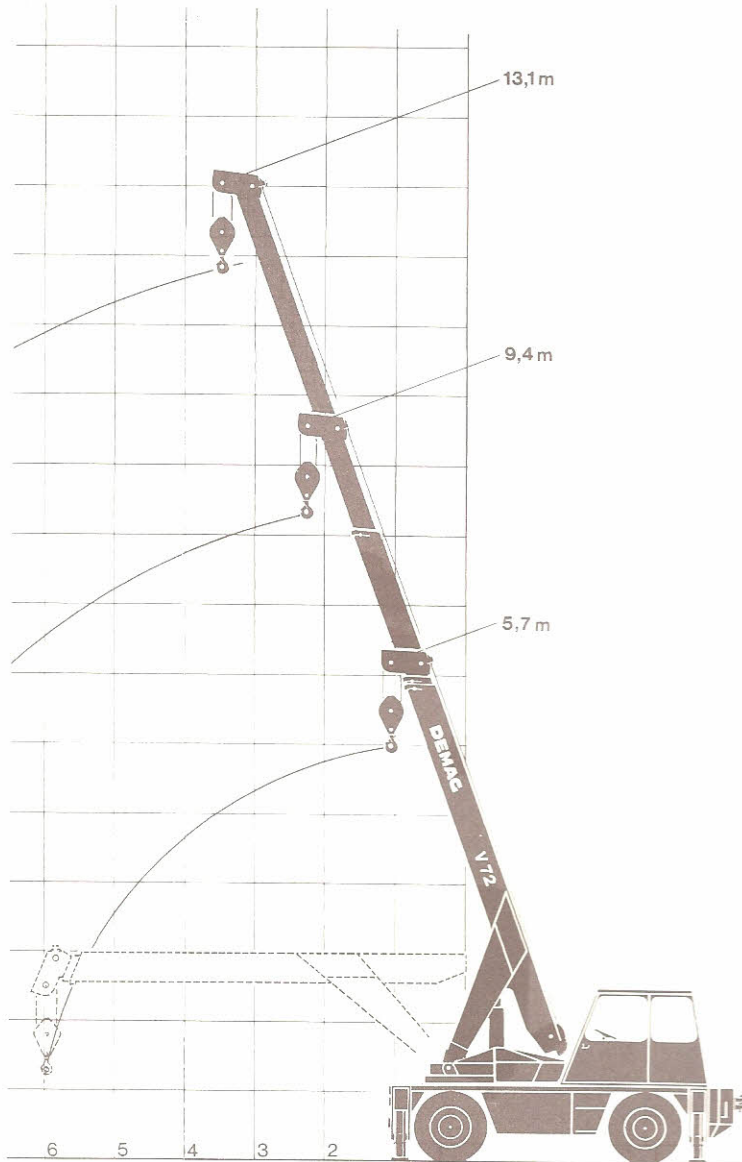
Impact Resistant

אקדחים להגנה עצמית

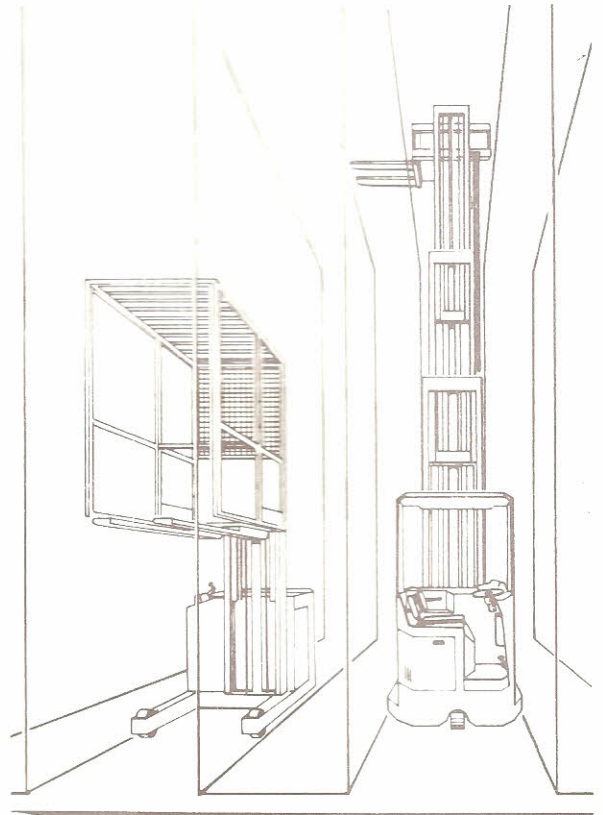
אקדחים להגנה עצמית וקלועה למטרה, רובים זעירים, רובים ואקדחי אוויר מתקנים ואפוזרזי עזר לקלועה, רובי ציד, אקדחי גז ורקטות, זיקוקי דיגור ותחמושת לסיני הנשק השונים.
 לרגל פתיחת מחלקה חדשה — ספורט, דיג ומחנאות,
 נתנת הנחה של 10% לכוחות הבטחון כנגד הצגת מודעה זו.

הרמה ותובלה פנימית

DEMAG



מלגזה הסמלית לטובה ות מודל ETX
 כושר הרמה עד 1500 ק"ג
 גובה הרמה עד 12 מ'
 רוחב מעבר 1500 מ"מ
 מערכות אוטומטיות אפשיקות



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

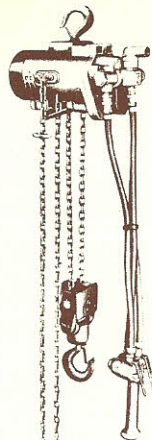
מלגזות אסוף מודל ESP
 לאסוף פריטים בודדים ו/או משטחים
 כושר נשיאה עד 1000 ק"ג
 גובה אסוף עד 6.4 מ'
 רוחב מעבר 1 מ'
 מערכות אוטומטיות אפשיקות

ישוק, התקנה, שרות וחלקי חלוף מקוריים

הור-טל חברה לשיווק ייצור ושרותים בע"מ

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





AIR BLOC and MR-ML Series 300 lbs.-1000 lbs. (136.1 to 908 kg), and ¼ ton-1 ton

Size	Capacity		Weight		Lifting Speed		Standard Lift	
	lbs.	kg.	lbs.	kg.	ft./min.	M./min.	feet	meters

LINK CHAIN HOISTS

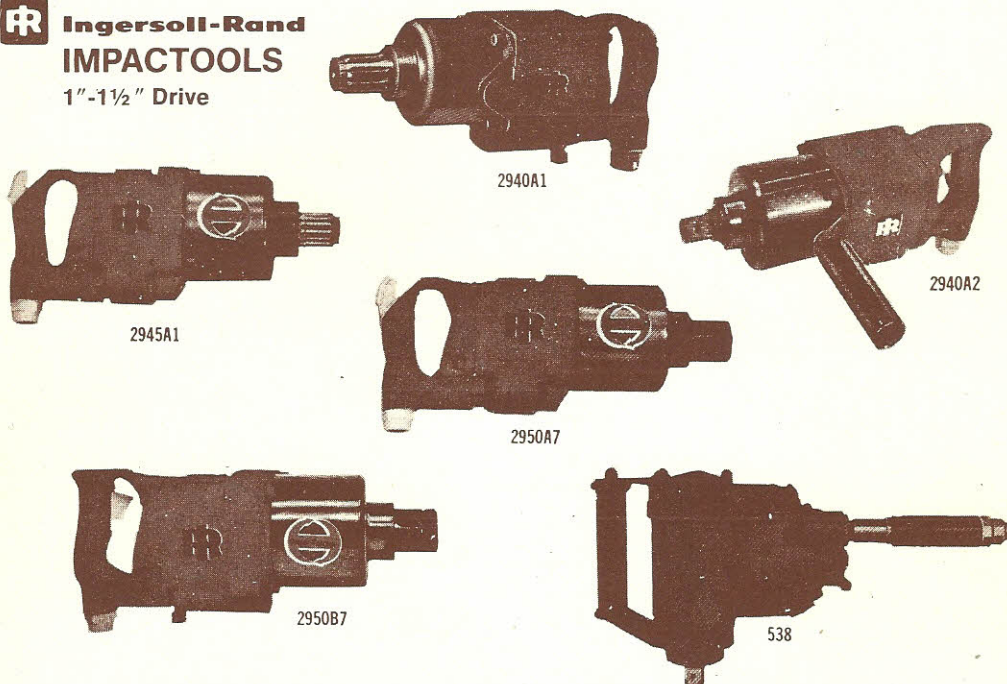
LC3	300	136.1	55	25	40	12.2	10	3.1
LC5	500	226.8	55	25	25	7.6	10	3.1
LC10	1000	454	56	25.4	13	3.9	10	3.1
ML5	500	226.8	39	17.7	90	27.4	10	3.0
*ML10	1000	453.6	39	17.7	45	13	10	3.0
*ML20	2000	907.2	56	25.4	22	6.4	10	3.0

ROLLER CHAIN HOISTS

MR5	500	226.8	39	17.7	90	27.4	10	3.0
MR5SR	500	226.8	39	17.7	90	27.4	10	3.0
*MR10	1000	453.6	39	17.7	45	13	10	3.0
MR10SR	1000	453.6	39	17.7	45	13	10	3.0
*MR20	2000	907.2	56	25.4	22	6.4	10	3.0
MR20SR	2000	907.2	56	25.4	22	6.4	10	3.0

*These hoists can also be furnished for extra fast descent with reduced load.

**Ingersoll-Rand
IMPACTTOOLS
1"-1½" Drive**



Size	Driver Description	**Handle	Hammer Case	Speed	Impacts	Weight less socket		Length, less socket		Side to Center Distance		Hose Connection Pipe Tap	Size Hose Recommended	
						lb	kg	in.	mm	in.	mm		in.	mm
2940A1	*No. 5 spline	Grip—O.T.	Steel	5000	850	22	9.98	12¼	311	2⅜	56	½	¾	19
2940A2	1" square	Grip—O.T.	Steel	5000	850	22	9.98	12¼	311	2⅜	56	½	¾	19
2940B1	*No. 5 spline	Grip—I.T.	Steel	5000	850	22	9.98	12¼	311	2⅜	56	½	¾	19
2940B2	1" square	Grip—I.T.	Steel	5000	850	22	9.98	12¼	311	2⅜	56	½	¾	19
2945A1	*No. 5 spline	Grip—O.T.	Steel	4000	650	30	13.6	13¾	349	2½	64	½	¾	19
2945A7	1½" square	Grip—O.T.	Steel	4000	650	30	13.6	13¾	349	2½	64	½	¾	19
2945B1	*No. 5 spline	Grip—I.T.	Steel	4000	650	30	13.6	13¾	349	2½	64	½	¾	19
2945B7	1½" square	Grip—I.T.	Steel	4000	650	30	13.6	13¾	349	2½	64	½	¾	19
2950A7	1½" square	Grip—O.T.	Steel	3750	650	32¾	14.8	14½	368	2½	64	½	¾	19
2950A8	*No. 5A spline	Grip—O.T.	Steel	3750	650	32¾	14.8	14½	368	2½	64	½	¾	19
2950B7	1½" square	Grip—I.T.	Steel	3750	650	32¾	14.8	14½	368	2½	64	½	¾	19

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