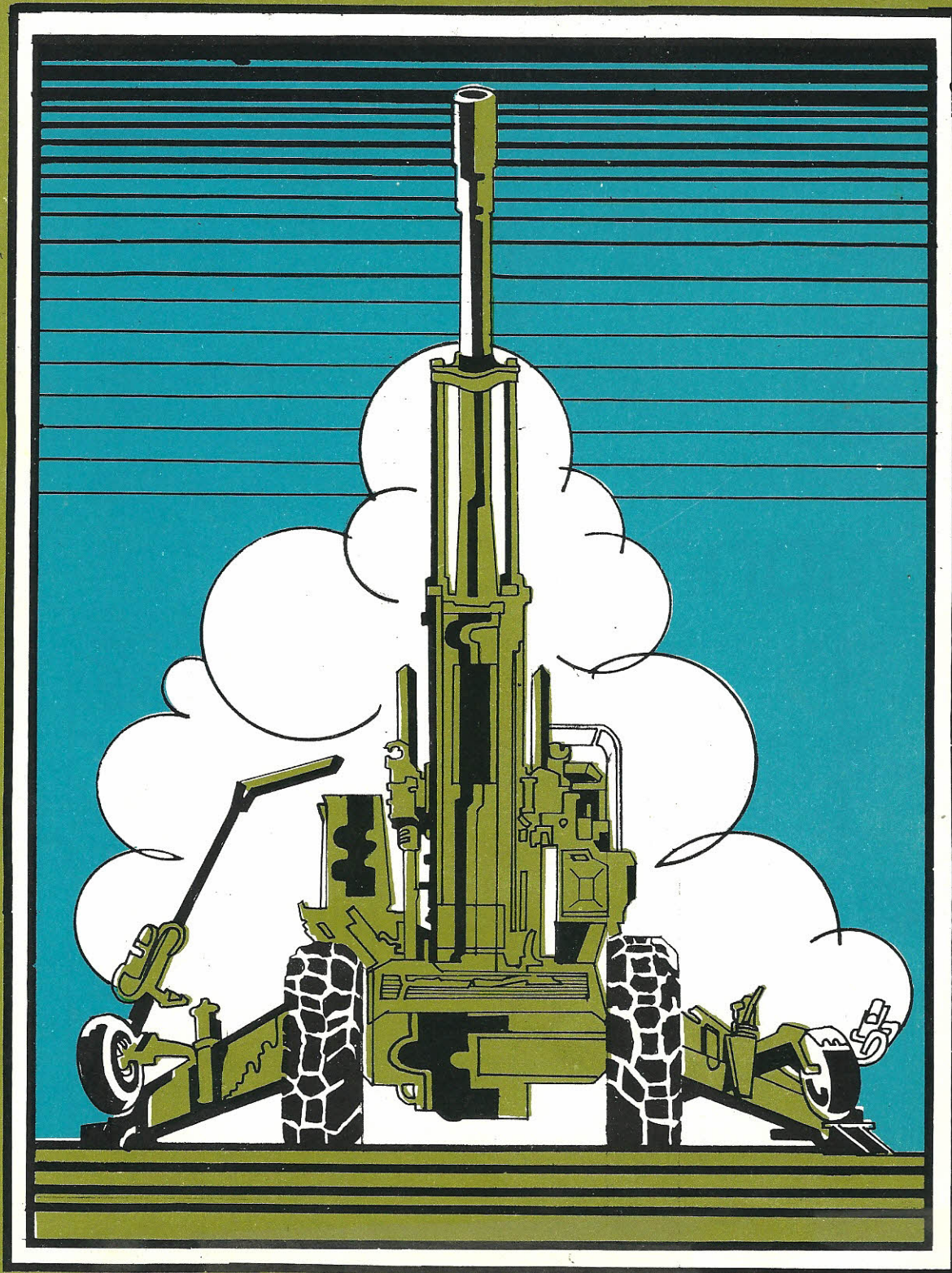
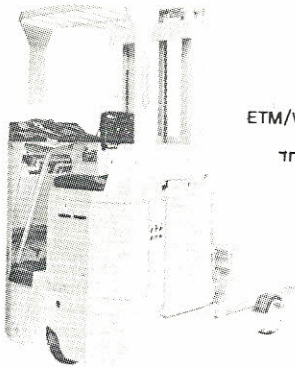
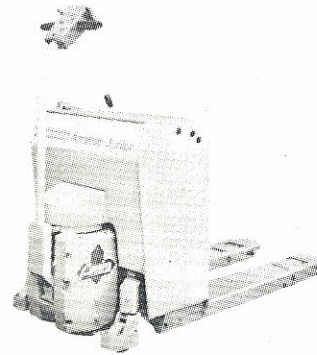




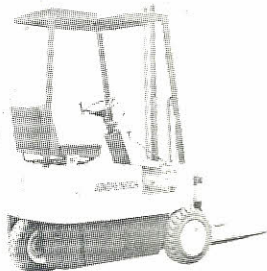
טגלות ומלגזות חשמליות



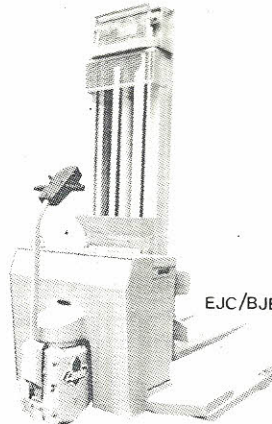
מלגזות הרמה חשמליות מתכנסות ETM/V
כשרי הרמה 1000-3200 ק"ג
למחסנים בעלי מעברים צרים במיוחד
גובה הרמה עד 5000 מ"מ ויותר.



עגלות משטחים חשמליות EJE
כשר הרמה 1250-2000 ק"ג

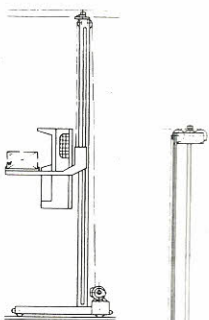


מלגזות הרמה חשמליות EFG-300
לשימוש במחסנים ובחצרות
כשר הרמה 1000-1500 ק"ג.

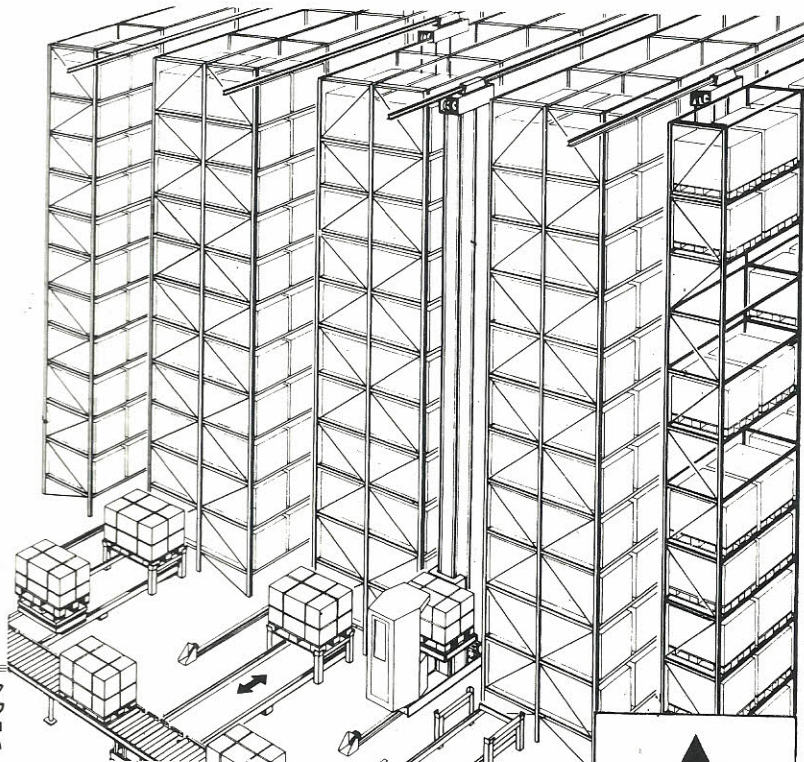


מערמות משטחים חשמליות מפעיל הולך EJC/BJB
כשרי הרמה 1000-2000 ק"ג
גובה הרמה עד 4000 מ"מ.

שינוע בהחסנה



עגורן אסוף "דקומבי"
להכנסה והוצאה של
פריטים באופן ידני
למדפים.
גובה עד 12 מ'.
עומס עד כ-300 ק"ג



עגורן משטחים "דסטמט"
להכנסה והוצאה של משטחים
וכן לאסוף ידני.
גובה עד 40 מ'. עומס עד 4 טון

הור-טל חברה לשיווק ייצור ושירותים בע"מ

רחוב חיי אדם 9, ת.ד. 2085 תל-אביב 61000, טל. 265167, 265168





חוברת מס' 71 * תשרי, תש"מ * אוקטובר 1979

בתוכן:

2 האלוף (מיל) עמוס חורב נשיא הטכניון
בראיון ל"מערכות חימוש" ראיון: אילן שחורי

6 דיסקיות מחוות עומס

11 מערכות הדמאה תרמיות מפיתוחי חברת "יוז"

15 FH77A — פיתוח שבדי של ההוביצר 155 מ"מ

20 טעינת גידוש — עקרון פעולה ומבנה
אשר שרזני

30 תרומת הניידות והזריזות להגדלת שרידות הטנק
אבישי אמיתי

35 השוואה בין צמיגים רדיאליים לבין צמיגים רגילים
ישראל קוסמן

37 שימוש בפחיות כוונן חוסך עיבוד במכונה

מדורים:

18, 19 מעניין ומועיל

27 — 41 אצלנו בחיל

בשער: הוביצר שבדי FH77A בן 155 מ"מ מוצב במצב ירי (מראה
מלפנים)

העורך: יוסף גרייבר

עיצוב השער ותרשימים: אפי

קורא נכבד,
בעקבות העליה בהוצאות הייצור, הועלה מה-
1 בספטמבר 1979 מחיר המנוי השנתי של
"מערכות חימוש" — והוא: — 72 ל"י.

מערכות בית ההוצאה של צבא ההגנה לישראל

עורך ראשי: סא"ל יעקב זיסקינד.

"מערכות": עורך — סא"ל יוסי פורת.

"קשר ואלקטרוניקה": קצינת עריכה
— מלכה שנר

כתובת המערכת: ד"צ 2128, צה"ל

המערכת אינה אחראית לתוכן המודעות

דמי מינוי שנתי: — 72 ל"י.

מדור המנויים: הקריה, רח' דוד אלעזר 29, טלפון: 212516, 216437 הודפס באמצעות: משרד הבטחון — ההוצאה לאור

ביצוע: משלט בע"מ, סדר צילום והכנה לאופסט, מושב שילת, טל' 26664-054

אלוף (מיל') עמוס חורב, נשיא הטכניון בדאיון ל"מערכות-חימוש"

הצבא אינו יכול לפעול ללא הדרג המתחזק של אנשי-המקצוע • בשיא-הידידות עם צרפת הוצע לנו לייצר בארץ נושא גייסות וטנק על-פי תכנון צרפתי • אחד ממפעלי חיל-החימוש הגדולים ביותר בארץ לשיפוץ טנקים ואחזקתם תוכנן ונבנה מלכתחילה לצורך ייצור עצמי של הטנק הבריטי "צ'יפטיין" • צריך להיזהר מאוד בהחלטות העוללות להחליש את עמוד-השדרה המקצועי בצה"ל • למרות הסכמי השלום אנו חייבים לשמור על יעילות מקסימלית בפעולת מערכת הביטחון •

מאת: אילן שחורי

אחת הבעיות המרכזיות של צה"ל, אם לא החשובה שבהן, היא בעיית כוח האדם המקצועי. כבר זמן רב אני חרד למגמות ההתפתחות של כוח-האדם המקצועי בישראל, מגמות שיש להן השפעה עצומה על צה"ל בתחום יכולת-האחזקה של כלי-הנשק ושמירת הכשירות הטכנית. רבים הם ה"בורחים" מהמקצועות הטכניים. למדינת ישראל וגם לצה"ל, אין כיום עתודה טכנולוגית, שיכולה לספק את כל הצרכים בכל הרמות, ואני רואה בתופעה הזו סכנה גדולה. הבעיה של צה"ל היא לא רק לרכוש כלי-נשק מתוחכמים יותר או פחות, אלא לתחזק את כלי-הנשק האלה. רכישת מערכת נשק ואחזקתה, הן שתי פעולות המשלימות זו את זו, ואין ספק שהצבא אינו יכול לפעול ללא הדרג המתחזק של אנשי-המקצוע.

עמוס חורב, חלפו חמש שנים מאז פשטת את המדים, אז – כראש אגף האפסנאות בצה"ל, וקודם לכן גם כקצין-החימוש הראשי; היום במבט מן הצד מה היא לדעתך הבעיה המרכזית של צה"ל?

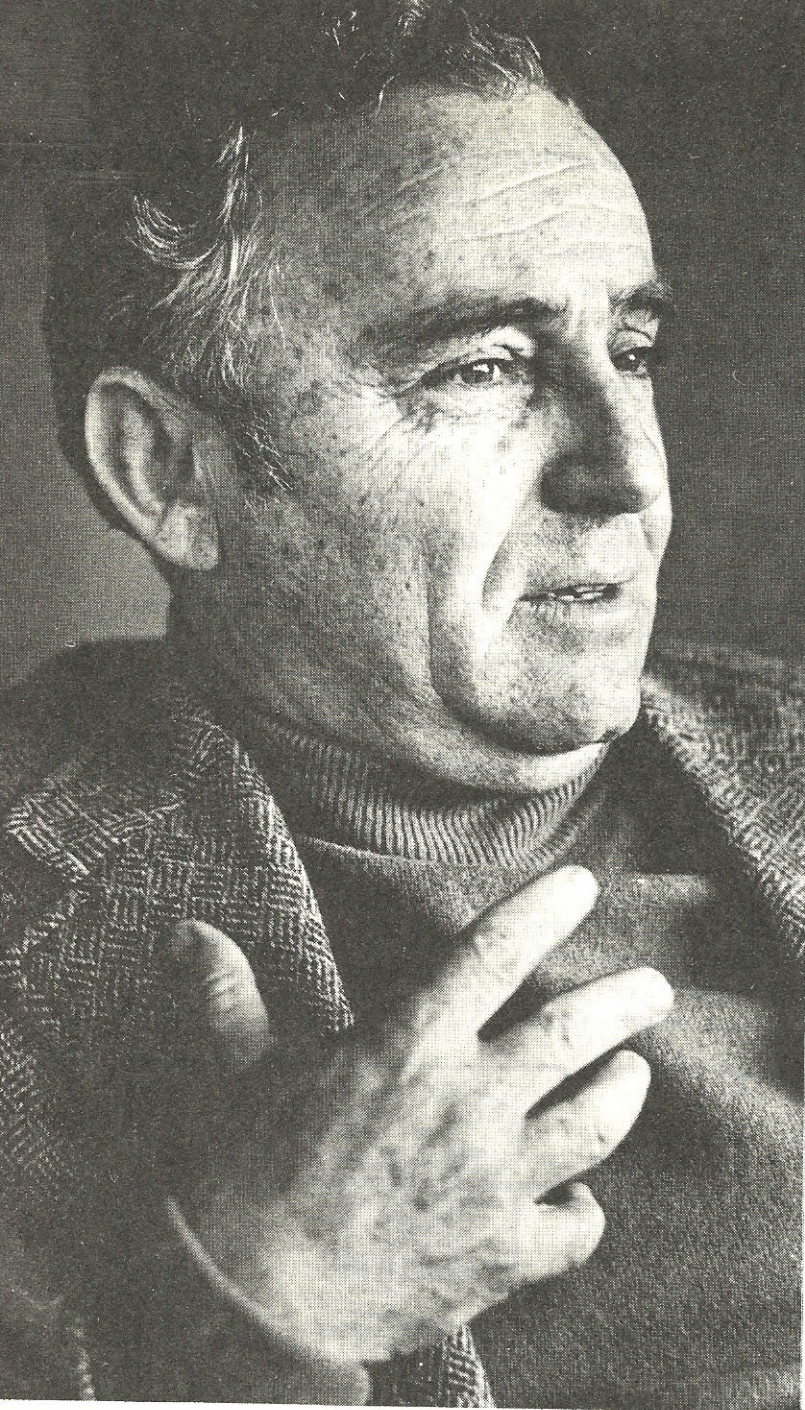
על בעיה זו לא נתגבר על-ידי הבאת פועלים מקפריסין, מיוון או מארצות אחרות. בפנינו בעיה רצינית, אך זו אינה בעיה של מחסור כללי בכוח-אדם. אוכלוסיית ישראל כיום כ- 3.5 מיליון נפש ומתוך כוח-עבודה של 1.3 מיליון, ניתן בוודאי למצוא עובדים שהמשק הטכני וצה"ל זקוקים להם. יש אפשרות כמובן, לפתור את הבעיה על-ידי ייעול המערכת; אך אם נאמר, שבהגדלת יעילות המערכת ב- 30 אחוזים פחות כוח-אדם, יהיו אלה דברים לא מדויקים, מכיוון שגם כדי לייצל את המערכת צריכים בעלי-מקצוע ברמה גבוהה מאוד, וזהו מעין מעגל-קסמים. אבל יש פתרון פשוט יותר. כיום, בעלי-מקצוע רבים וביניהם קצינים בכירים בחיל-החימוש או בחילות מקצועיים אחרים, פורשים מהצבא בסביבות גיל הארבעים, כאשר הם בשיא אונם המקצועי, ומתחילים בקריירה אזרחית. איש-חימוש בגיל הזה, לאחר שצבר במשך השנים ידע רב וניסיון בעבודה ובפתרון בעיות מקצועיות, מדוע יפרוש? אין מקרהו של איש-החימוש הזה דומה למקרה של איש-הצנחנים, הפורש מהגדוד בגיל דומה, כדי לפתוח בחיים חדשים. בנושא זה צריך לטפל אחרת, במיוחד כאשר העוזבים הם קצינים בכירים.

כיצד ניתן להתגבר על בעייה זו?

איני רוצה להיכנס לוויכוח פומבי בנושא הזה; לא כאן המקום ובוודאי לא הזמן המתאים. אולם, אני חייב לומר, שהיו לי כמה הסתייגויות לגבי תפישתו של האלוף טל, בתיכנון ה"מרכבה" ובייצורו. היו לי השגות לגבי לוח-הזמנים של התהליך כולו ועל המשתמע ממנו. את דיעותי והסתייגויותי הבעתי במחיצת מקבלי-ההחלטות.

מר חורב, אתה לא הסתרת, לפחות בתחום של מקבלי החלטות בטחוניות, את התנגדותך הנמרצת לייצור טנק-ה"מרכבה", ולתפישה שעמדה ביסוד התיכנון של הטנק הזה, מדוע?

המשך בעמוד 4



„לצה"ל אין כיום עתודה טכנולוגית, היכולה לספק את את כל הצרכים.”

שמונה שנים כיהן אלוף (מיל.) עמוס חורב כקצין החימוש הראשי של צה"ל. בתקופה זו (1954–1962) היה ממונה על פיתוח נשק, ארטילריה מתנייעת ושיריון, אשר באו לידי ביטוי במיבצע"קדש, במלחמת ששת הימים ובמלחמת יום הכיפורים. חורב, יליד ירושלים, בעל תואר בהנדסת מכונות, כיהן גם כראש אגף האפסנאות בצה"ל ולאחר מכן כמדען הראשי במערכת הבטחון. לאחר מלחמת יום הכיפורים, השתחרר מצה"ל מאז הוא מכהן כנשיא הטכניון ב-ה. נוסף לפעילותו הבטחונית היה עמוס חורב יושב ראש בוועדות ציבוריות רבות ובהן, הועדה לאוטומציה תעשייתית, הועדה לבדיקת צורכי כוח – אדם בתעשייה הישראלית, ועדת הבירור לבדיקת ארועי מעלות, והועדה לבדיקת צורכי העליה והקליטה.

אבל אתה מכיר בכומר
התיכנון והייצור של כלי-הנשק
בצה"ל?

בוודאי. דבר אחד הוכחנו, מעל לכל ספק, אנו מסוגלים לפתח מערכות-נשק מסובכות ומתוחכמות בצורה יוצאת מן הכלל. יש לנו אנשים, ויש לנו אמצעים לכך. היו שנים, שלא האמנו ביכולתנו לעשות זאת; היום הדברים הפוכים. הן פיתחנו סוגי נשק שונים: טיל אוויר-אוויר, טיל ים-ים, מערכות-קשר, תחמושת, תותחים, שריון. קשה להאמין בכך כשמסתכלים לאחור ואז שואלים את עצמנו: מה בעצם ידענו לעשות לפני 20 שנה? אין ספק שהגענו להישגים עצומים; אומנם לא הגענו להיקף הכמותי הנדרש, אך יש לנו ניסיון מצטבר עצום. תמיד האמנתי, שאין לנו שום סיבה להרגשת נחיתות, בהשוואה לארצות אחרות, בתחום יכולת המחקר, הפיתוח והייצור.

האם תכנון ה"מרכבה"
והייצור הם הניסיון הראשון
שלנו בתכנון שריון כבד?

בעבר, היו לנו כמה הזדמנויות לייצר כלי-נשק גדולים. בשיא-הידידות עם צרפת, הוצע לנו לייצר בארץ נושא-גייסות וטנק על-פי תכנון צרפתי. הגיעו לארץ מספר גנרלים צרפתיים, מפקדי-החילות המקצועיים, כדי שיחוו דעתם בפני שר-הביטחון והרמטכ"ל, אבל לא יצא מזה דבר.

ופרט לכך?

היו עוד הזדמנויות. בסוף שנות-השבעים, היינו במשא-ומתן מתקדם מאוד עם הבריטים בענין ייצור טנק ה"צ'יפטיין" בארץ. הכל היה כבר מוכן, כולל התשתית לייצור, ועמדנו ממש ערב חתימת ההסכם, כאשר לפתע הבריטים "התקפלו" - מסיבות פוליטיות. אחד ממפעלי חיל-החימוש הגדולים ביותר בארץ לשיפוץ טנקים ואחזקתם, תוכנן ונבנה בתחילה כבסיס לייצור טנק ה"צ'יפטיין". קיבלנו אז שני טנקים מהסוג הזה לניסויים, וההסכם היה שלאחר מכן נתחיל אנו בייצור. באותו זמן ביקשה גם לוב טנקים מהסוג הזה, והעיסקה בוטלה. הרווח שלנו מכל העניין הזה, היה בהקמת מפעל אדיר לייצור תעשייה כבדה, מפעל המסוגל כיום לייצר כל טנק שהוא, מ"הפטון" ועד ל"סנטוריון" המשופר, וכל חלק בהם, גם המסובך ביותר.

האם כשלון העיסקה עם
הבריטים בענין ייצור
ה"צ'יפטיין", הביא את צה"ל
לידי מחשבה לפתח טנק
משלנו?

אפשר לומר, שהדבר נכון מבחינת המחשבה. תמיד רצינו לייצר בארץ טנק. היתה תקופה שחיכינו להזדמנות שגם הגרמנים יציעו לנו לייצר את טנק ה- "ליאופרד", אך גם זה לא יצא לפועל. ברור, התפתחה בליבנו כל הזמן שאיפה לתכנן ולייצר בעצמנו; אומנם לא חשבנו על מערכות בסיסיות מקוריות, כמו מנוע, אך עובדה היא, שלמרות הכל - הגענו לכך.



"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

ניתן להשיג מלגזות מתוצרת
"פאף" אצל:

נ.ב.ר.מ. שרותי מחסן בע"מ
ת"א, טל. 823140-03 ת.ד. 30397
רח' היסוד 1, בנין מרכזים



Electrically operated Stackers
manual push type

מר חורב, במה ייחודו של חיל-
החימוש של צה"ל, מחילות
מקצועיים מקבילים בצבאות
אחרים?

התקלות שאיתן צריכים להתמודד חיילי-החימוש בצה"ל, הן לא רק תקלות טכניות טהורות,
אלא גם תקלות הנובעות מעצם היות הכלי בשדה-הקרב. חיילי-החימוש יודעים, כי יש לנצל את
כלי-הנשק עד למקסימום וכאשר הכלי נפגע בקרב, יש להחזירו מיד לפעולה, משום שאין לו
תחליף. פרט לכך ישנם עוד הבדלים. בארצות הברית, למשל, קיים פיקוד לוגיסטי, וזה גוף שונה
לגמרי מבחינת מבנהו — בהשוואה למבנה החילות בצה"ל.

האם אתה בעד מעבר למבנה
מעין זה גם אצלנו?

בשום פנים ואופן לא. אני יודע שבצה"ל חושבים על אירגון מחדש, אינני שותף לתוכנית זו. צריך
להיזהר מאוד בהחלטות העלולות להחליש את עמוד-השידרה המקצועי בצה"ל. יש לזכור היטב,
כי בלי חיל-החימוש — צה"ל לא יוכל לפעול אף לא שעה אחת.

עמוס חורב, איך אתה רואה
את המלחמה הבאה, אם
אומנם תפרוץ?

זה תלוי במועד שבו תפרוץ. אם המלחמה תפרוץ בשנה הבאה או בשנים הקרובות, היא תהיה
מלחמה של יותר: יותר חיילים, יותר תותחים, יותר טנקים ויותר טילים. אך במהותה, בעקרונות
שלה, היא לא תהיה שונה ממלחמת יום-הכיפורים. מה שיאפיין אותה — תהיה האינטנסיביות
הגדולה. אם המלחמה תהיה בעתיד הרחוק יותר, ואני מדבר על עוד 20 שנה לפחות, אי-אפשר
כיום לצפות ולשער איזה סוגי נשק יופעלו אז בשדה-הקרב.

לפני זמן קצר, נחתם הסכם
השלום עם מצרים ואולי
בעתיד הקרוב ייחתמו הסכמי-
שלום גם עם מדינות-ערב
האחרות; האם לדעתך צריך
השלום להשפיע בצורה כלשהי
על מערך צה"ל?

היעילות של המערכת הבטחונית שלנו שלנו חייבת להיות מקסימלית, מפני שהסכנות אף פעם
אינן נעלמות. אין אנו יכולים להרשות לעצמנו מצב אחר.

"נורדיה"

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



המפעל:

משק נורדיה, דואר נתניה,

טל: 053-91594 053-37541/2

המשרד:

תל-אביב, רחוב הרצל 100, טלפון 822996

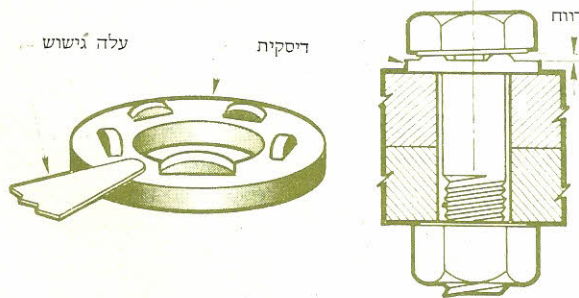
דיסקיות מחוות - עומס

דיסקיות מחוות-עומס משגיחות על עומס-הקדם, באמצעי חיבור תברייגיים ומשמשות להערכת פעולתם. בשוק המסחרי ניתן כיום לרכוש דגמים שונים מדיסקיות המחוות אך ורק את מומנט-ההידוק של אמצעי-החיבור, ועד לדיסקיות

מצויות דיסקיות המכילות התקנים, שבאמצעותם ניתן לגלות את ירידת עומס-הקדם.

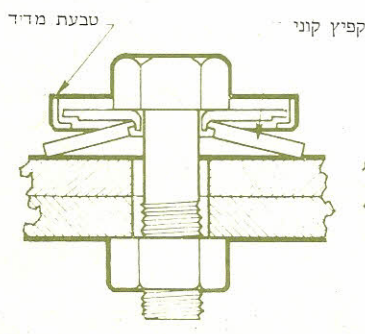
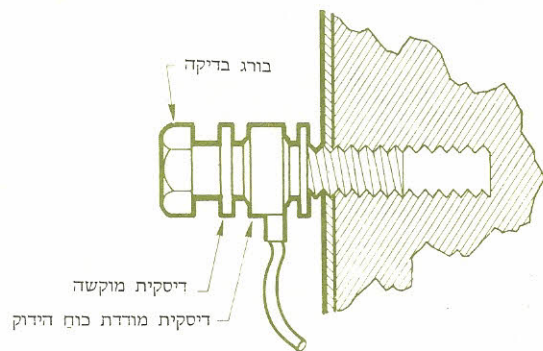
דיסקיות-הבדיקה נועדו בעיקר להערכת מבנה מחובר ואפשר לחזור ולהשתמש בהן מחדש, לפי הצורך. דיסקיות אלה מכילות חישן, המחולל אות, שהוא יחסי לעומס אמצעי-החיבור. ניתן לפקח על עומס-הקדם וגם על הביצוע של אמצעי-החיבור, שבא לאחר מכן. כאשר יש צורך בהשגחה על החיבור לכל אורך חייו, ניתן להשאיר את דיסקית-הבדיקה במקומה, מבלי להסירה.

כמידת-דיוק רבה של עומס-הקדם. את חצי התריסר של דגמי-הדיסקיות הניתנים להשגחה כיום, ניתן לחלק לשתי קבוצות עיקריות: דיסקיות קבועות ודיסקיות-בדיקה. דיסקיות קבועות מוגדרות כמחוות את עומס-הקדם והן נועדו להישאר במקומן, אם כי אפשר להשתמש באחדות מהן פעמים נוספות. כיוון שהדיסקיות מגדילות את עלות היחידה, משתמשים בהן רק במקומות שבהם עומס-הקדם הוא גורם מכריע באמצעי-החיבור. כל הדיסקיות הקבועות מופעלות כאשר מושג עומס-הקדם המתאים



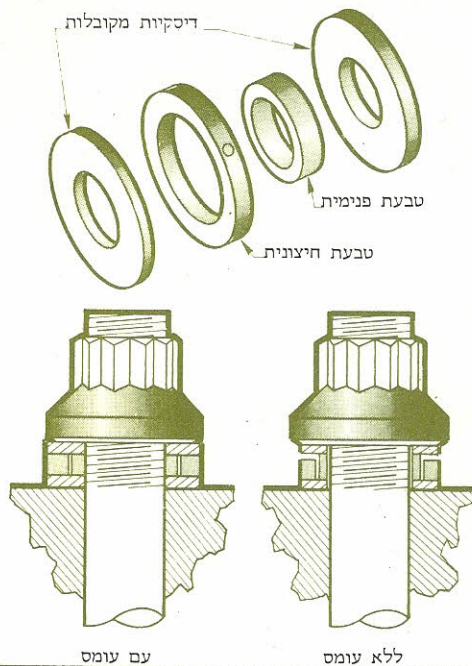
דיסקית בעלת גומות נלחצות — מיועדת בעיקר לחיבור איברים במבני-פלדה. לדיסקית מיוחדת זו, יש מספר גומות הנלחצות במקצת כלפי מטה, עד אשר מושג עומס-הקדם המתאים. בדיקת הרוח בין הדיסקית לבין הראש של אמצעי-החיבור, הנערכת באמצעות עלה-גישוש (מד-מרווח), מגלה את מצב הידוק המתאים של אמצעי-החיבור.

דיסקית מודדת כוח-הידוק — כוח-ההידוק של אמצעי-החיבור — נמדד למטרות בדיקה שונות. אפשר לחזור ולהשתמש מחדש בדיסקית זו, לפי הצורך, והיא בדרך כלל נשארת במקומה — בלי להסירה. ה"דיסקית", שהיא למעשה מד-עיבור מזערי, בעל תא-עומס, מותקנת על אמצעי-החיבור בין שתי דיסקיות מוקשות מקובלות. מד-העיבור שבתוך הדיסקית מודד את כוח-ההידוק ויוצר אותות שיש להקליט ולנתח.



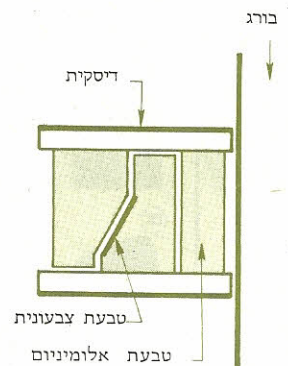
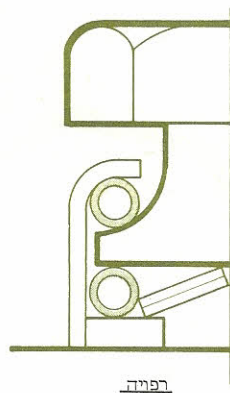
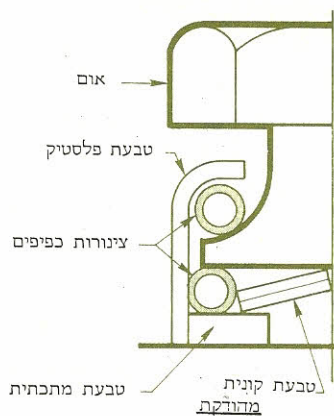
טבעת מסתובבת — טבעת זו היא מבנה של קפיץ קוני, המורכב יחד עם טבעת-מדיד. קשיחות הקפיץ ועובי טבעת-המדיד — מכילים מראש, כדי שייענו לעומס-הקדם הרצוי. כל עוד שאמצעי-החיבור אינו קבוע כהלכה למקומו — יכולה טבעת-המדיד להסתובב באופן חופשי. אולם, כאשר אמצעי-החיבור נקבע למקומו כהלכה — טבעת-המדיד ננעלת מייד. לכן מבטיחה בדיקת הטבעת אמצעי-פשוט לה-שגחה על מצבו של אמצעי-החיבור. בדיס-קית זו ניתן להשתמש שימוש חוזר — לפי הצורך.

דיסקית כפולה – עומס-
הקדם עשוי להגיע לאי-
דיוק של 10 אחוז בדגם
כפול זה.
דגם זה מורכב מטבעת
פנימית וטבעת חיצונית,
הנמצאות בין שתי דיסקי-
ות מקובלות. הטבעת הפ-
נימית והחיצונית הן
משותפות-ציר, תחילה הן
בעלות גובה שונה. כאשר
אמצעי-החיבור מועמס
כהלכה, הטבעת החיצו-
נית, הגבוהה מבין השתי-
ים – מתאחדת בגובהה
עם הטבעת הנמוכה – בו-
במקום. דיסקית זו מיוע-
דת לשימוש חד-פעמי
בלבד.



דיסקיות

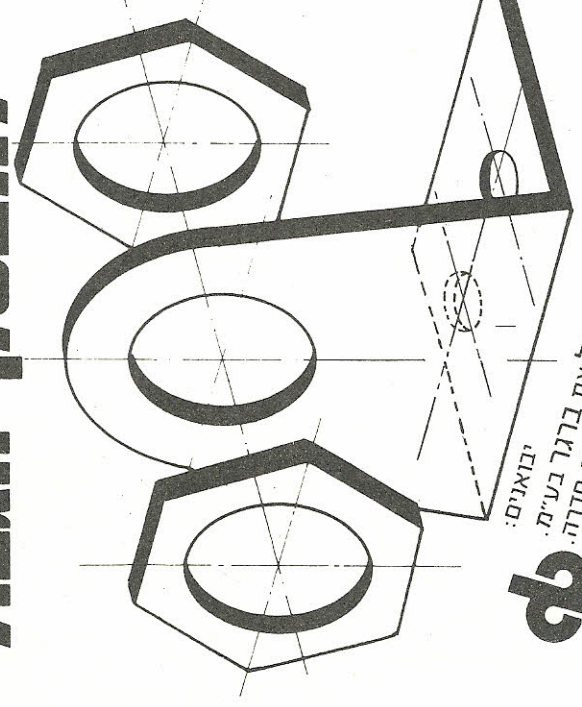
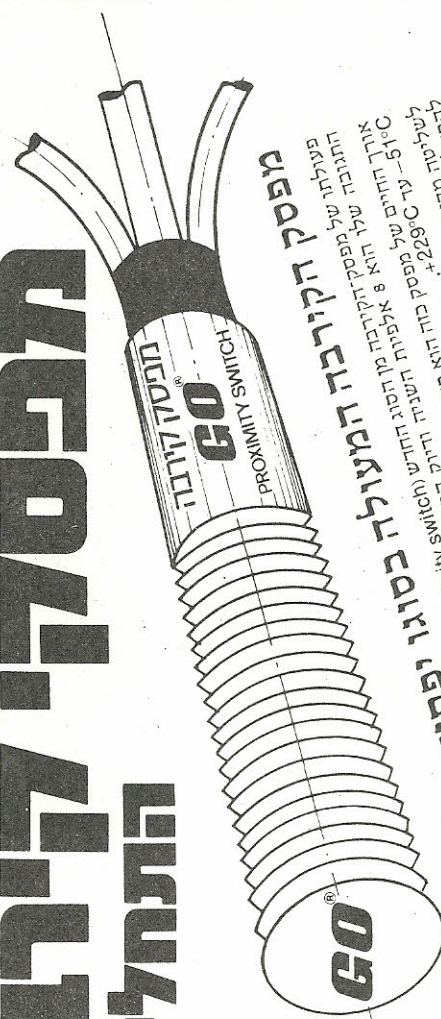
מחוות - עומס



העליון – נדחס ואפשר לראות את הצבע השני, המורה על
מצב מסוכן.
התגלות הצבע מסמנת, כי הושג עומס-הקדם המינימלי
של המבנה. כאשר אמצעי-החיבור מועמס כראות, הטרז
נלחץ נגד הטבעת הצבעונית ולכן ניתן לראות את הצבע.
מידת-דחיסותה של טבעת-האלומיניום מותאמת לעומס
הבורג הדרוש. אפשר להשתמש בדיסקיות העשויות מחומר
שונה, להשגת עומסים גבוהים יותר.

דיסקית צבעונית – משתמשים בשתי דיסקיות אלה,
כאשר חיוני לדעת במהירות, אם אמצעי-החיבור אמנם
הגיע לעומס-הקדם המתאים שלו. אם עומס-הקדם –
פוחת והולך, ייעלם צבע הדיסקיות או שיחול בו שינוי.
לכל אחד משני הצינורות הכפופים שבתוך מכלל-
הדיסקיות – יש צבע שונה. כאשר אמצעי-החיבור קבוע
למקומו כהלכה, נדחס הצנור התחתון וניתן לראות את צבעו
מבעד לטבעת-הפלסטיק. אם האום – משתחררת, הצנור

מכסקי קירבה GO[®] **התחליף של שנות ה-80** **למכסקי הגבול**



אריאל את ברגר בע"מ.
 ת.ד. 2120, חדרה.
 טל. 063-22781

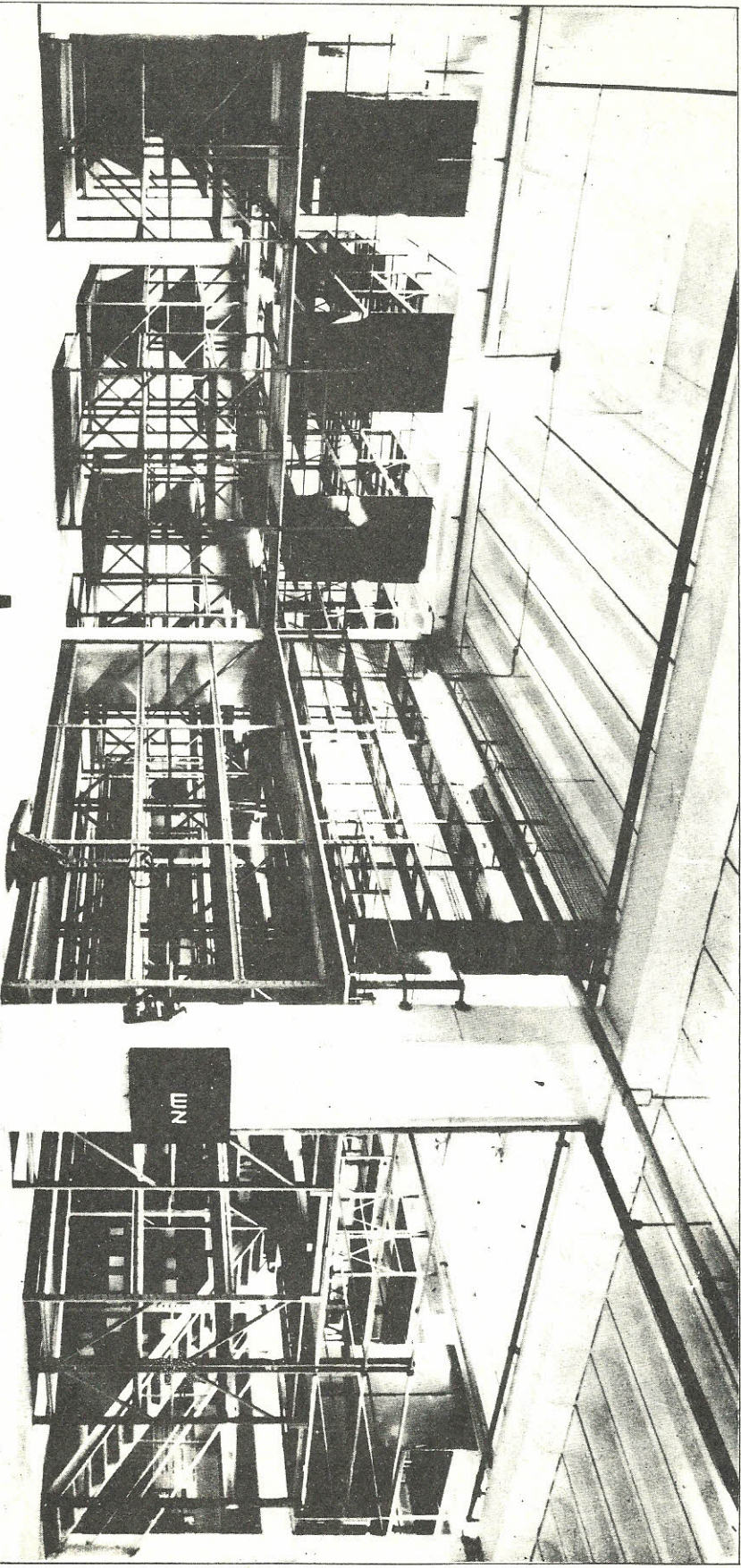
מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.
 פעולתו של מופסק הקירבה מוגדרת על ידי טמפרטורת הסביבה.
 התגובה שלו היא 8 אלפיות השנייה (0.008 שניות) וזאת למרות
 אורך החיים של מופסק כזה הוא כ-20,000 שעות.
 לטמפרטורה ממוצעת של 229°C.
 לפעולה ממוצעת של 229°C.
 רכוש את מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.

מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.
 פעולתו של מופסק הקירבה מוגדרת על ידי טמפרטורת הסביבה.
 התגובה שלו היא 8 אלפיות השנייה (0.008 שניות) וזאת למרות
 אורך החיים של מופסק כזה הוא כ-20,000 שעות.
 לטמפרטורה ממוצעת של 229°C.
 לפעולה ממוצעת של 229°C.
 רכוש את מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.

אריאל את ברגר
 ת.ד. 2120, חדרה.
 נא לשלוח חומר נוסף אודות מכסקי GO[®]
 שם: _____
 תפקיד: _____
 מכתב: _____
 טלפון: _____
 כתובת: _____

תחשבו את היתרון של מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.
 מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.
 מופסק הקירבה המעולה בסיווג יפסוק את כל יוצאותיו.

אקורמית 88-גלריות



מהסן נוסף בתוך המחסן שלך?

מדרגות מתכת והתקנסה באמצעות פתרונות שינוע מקוריים.

מתאים לשטח החסנה נוסף, משטחי עבודה, משרדים, ארכיונים וניתן להקמה עד 4 קומות.

בני ברק: רח' מתחיה 8 טל. 03-7760112
חיפה: רח' דגנן 1 טל. 04-514664
ישראלים: טל. 02-862396



מירומית

מעלי מתכת אשקלון בע"מ

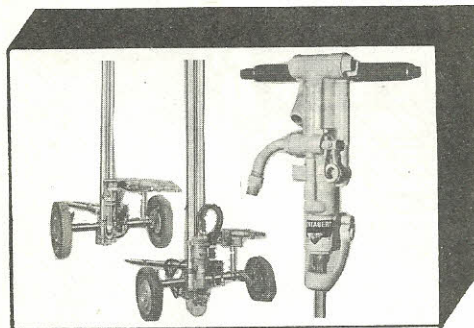
כל שעליך לעשות הוא להרים את המבט, לגלות את הנפח העצום והבלתי מנוצל במחסן שלך, ולהקים רצפת בניינים (גלריות) מאלומיניום מודולרית של אקורמית 88: *

- * הרכבת מהירה
- * ניצול נפח מירבי
- * אפשרות פירוק וביצוע שינויים
- * חוק ויצבות
- * יכולת התאמה לכל גודל ושטח

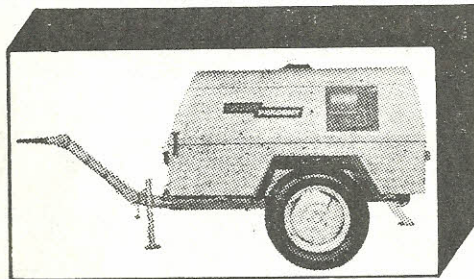
על מסגרות וקורות המתכת של אקורמית 88 מונחת רצפת עץ המטופלת בצבע מיוחד להגנה מפני אש. העלי: למפלט העליון היא באמצעות

קצין החימוש הראשי
מאהל לאל הקצינים, החיילים, עובדי צה"ל ואל בית ישראל

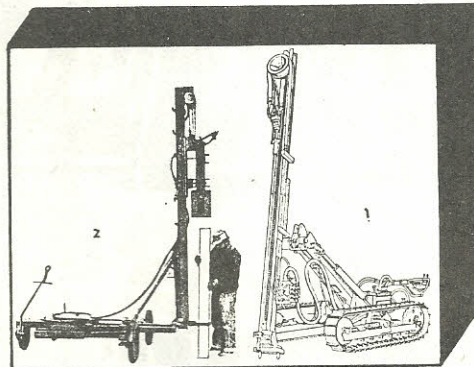
שנה
טובה
שנת
שלוש
והטחון



(1) עגלות קידוח לאבן ובסלע
(2) פטישי קידוח



מדחסים ופטישי אויר לקידוח
ושבירה ואביזריהם.



(1) מכונות קידוח באבן ובסלע
(2) מכונות לקיבוע יתדות וכלונסאות

אקדחים לירית מסמרים ואביזריהם
עוגנים לבטון.

ל.ה.ב. **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.** **ל.ה.ב.**

חמרי פצוץ · מכשירי חצוב · כלי יריה ותחמושת

ת.ד. 36532, תל-אביב חנות: הגליל 2, טל. 332722 משרד: רח' החשמל 29, טל. 625141
P.O.B. 36532, TEL-AVIV STORE: 2, HAGALIL, TEL. 332722 OFFICE: 29, HACHASHMAL ST, TEL. 625141

מערכת-קירור, בתחום אורכי-גל של 5 – 3.5 מיקרון.

במערכת זו הקרינה התת-אדומה הפוגעת, מוחזרת על ידי מראה המסתובבת בצורה אופקית לעבר שורת גלאים-המסודרים אנכית.

האותות החשמליים ביציאת הגלאים משמשים לאפנון האור הנראה, הנפלט על ידי מערך אנכי של מקורות אור ניאון, המסודרים גיאומטרית בדומה לגלאים. האור המתקבל ממערך הניאון מוחזר על ידי חלקה האחורי של אותה מראה המסתובבת אופקית כפי שצוין לפני כן ישירות לתוך העינית, שבה מתקבלת דמות הגוף הנצפה.

צעדים ראשוניים

בשנים שלאחר-מכן, פותחו כוונות-לילה אחרות לחיל הרגלים, על פי חוזה עם רשות המעבדות לראיית-לילה של צבא ארה"ב (NVL).

בין מערכות אלו נכללו מכשיר תצפית קצר-טווח (SRV), שהוא מכשיר קטן, הניתן לנשיאה ביד, מקורר באופן תרמו-אלקטרי, ובעל כושר-הפרדה נמוך וטווח-קצר. כן נכלל מכשיר לתצפית-לילה ארוכת-טווח (AN/TAS2-NODLR), שהוא התקן תרמי, המיועד לתצפית-אש ארטילרית. אם כי גם כוונת זו פעלה בתחום אורכי גל של 3 – 5 מיקרון, היא היתה בכל זאת בעלת כושר-הפרדה משופר וארוכת-טווח יותר.

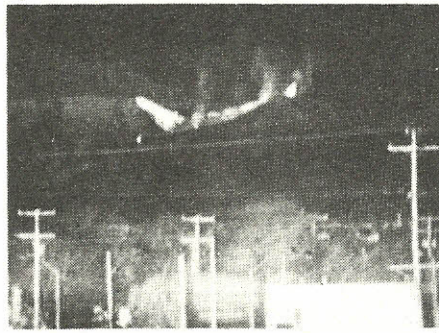
עד 1972 יוצרו 12 כוונות תרמיות מדגם AN/TAS-2 שסופקו לצבא ארה"ב, לבחינה. מכשירים אלו הכילו 140 גלאים, מסוג אינדיום-אנטימונד, ופעלו לפי עיקרון הסריקה המקבילה, ובפעם הראשונה היתה יציאת כל גלאי מוצמדת ישירות ל"דפ"א (דיודה פולטת-אור) נפרדת. באותו זמן פיתחה



הצילום האחר (משמאל) נעשה תוך כדי שימוש במצלמת-אור גיליה. הצילום האחר נעשה עם אבטיפוס של כוונת-תרמית לטנק (TTS) AN/VSG-2. הדמאה-תרמית, שפותח ע"י חברת-יוז לטנק M60-A3 בעוד שהאובך מטשטש לחלוטין את הרקע בתצלום השמאלי — תמונת האינפרה-אדום מגלה שריפת-יער, במרחק של כ־10 ק"מ.

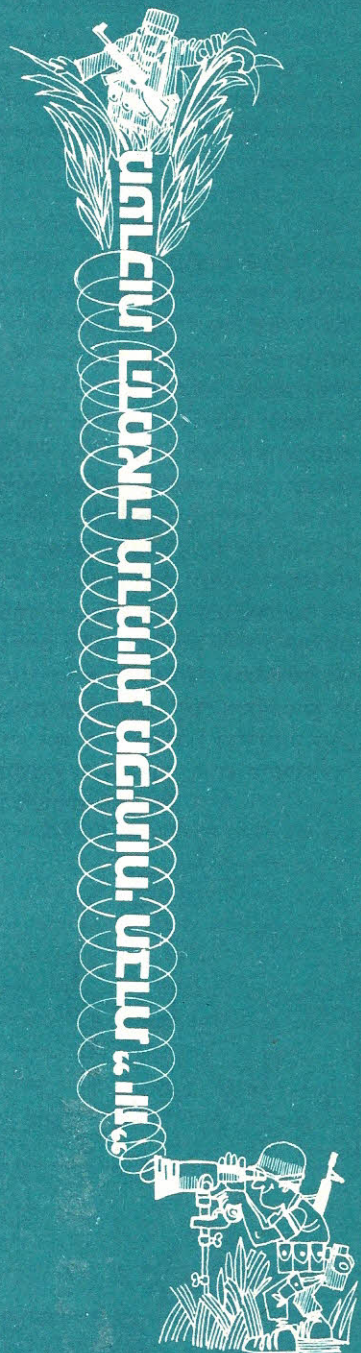
דומה, כי השנים 1978 ו-1979 יירשמו בתולדות חברת המטוסים והאלקטרוניקה האמריקאית "יוז" כשנים מבורכות מבחינת עסקי-ייצור ומכירה של מערכות-הדמאה תרמיות FLIR. "יוז" שהיתה החלוצה בתחום זה זכתה להיות הספק המוסמך של צבא ארה"ב לכל 11 המודולים האחידים המרכיבים מערכות אלו (ראה ציור 4). במאמר זה תובא סקירה על התפתחות המערכות ועל עקרונותיהן הבסיסיים.

בתחילת 1978, החלה הרצת תהליך-הייצור של מערכת הדמאה תרמית (TIS) בשביל הטנק האמריקאי XM1 ובאמצע שנת 1978 סופקה האחרונה מבין היחידות הקדם-סידרתיות, לחברת קרייולר בדטרויט. במרס 1978, נמסר לצבא ארה"ב האבטיפוס השני של משקפת "פריטלסקופ" יום ולילה, בשביל "מערכת רכב הלחימה" (FVS) — ראה ציור 3, ובו מכלל הדמאה תרמית של חברת-יוז. באמצעות כוונת זו, ניתן לכוון, הן את הטיל המונחה נגד טנקים מסוג "טאו" והן את התותח "בושמאסטר" בעל קוטר 25 מ"מ, המותקן על מערכת רכב-הלחימה (נגמ"ש). בדומה לחברות אחרות, החלה גם "יוז" לפעול בפיתוח כוונות תרמיות, בעקבות חוזה עם צבא ארה"ב, תוך התמקדות בפיתוח התקני תצפית-ישירה לגילוי מטרת בלילה. משקפת ראשונה כזו, כוונת-לילה (TNS) ל-"טאו" פעלה באמצעות גלאים לתת-אדום, סילינדר-עופרת (PbSe) המקוררים על ידי



בגליון 72 של "מערכות חימוש" יובא המשכו של מאמר זה, שבו יפורטו עקרונות פעולתן של מערכות הדמאה תרמיות שונות.

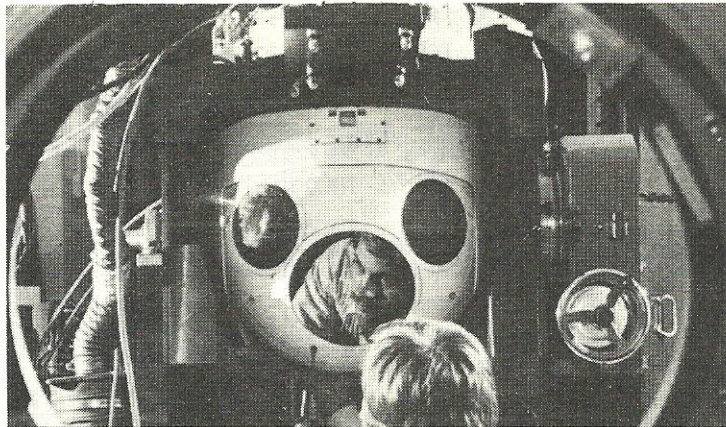
מאמר העוסק במערכת הדמאה-תרמית פורסם ב"מערכות חימוש" מס' 60 וגם ב"מערכות" מס' 261 – 262.



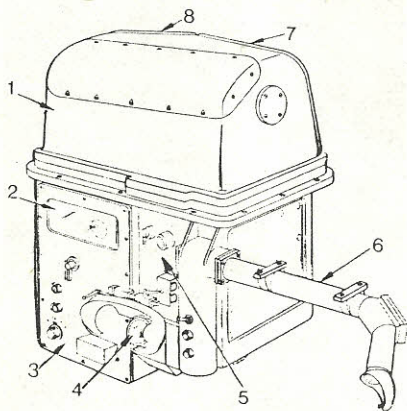
ציור 2: מערכת FLIR מוטסת

מערכת TRAM (רבי-חישן לשימוש בזיהוי ותקיפת מטורות) פותחה על-ידי חברת-יוזם לצי האמריקני לשימוש במטוס "אינטרדר".

בתמונה, נראה מכשיר ה"פלייר" — הממוקם מעבר לחלון המרכזי הגדול במטוס. המכשיר נותן תמונה דמויית-טלוויזיה, האמורה להיות באיכות גבוהה, אפילו בחשיכה מוחלטת. מימין למסך המרכזי, נראה המיקדש המוקדש למאיר מטווח-לייזר ומשמאל — נראה המיקדש המוקדש לקולט הלייזר. אלה שטסו עם "טראם" היווהו על יכולת טובה לראות בבירור אנשים על הקרקע.



תותחים, אך רק אבטיפוס אחד, יוצר ועמד במבחן בהצלחה, בדרום-מזרח אסיה. בעת ובעונה אחת שיתפה "יוז" פעולה עם חיל האוויר האמריקאי בתכנית הפיתוח של ה"מאפלייר" (MAFLIR), מערכת הדמאה תרמית מתקדמת שנועדה לספק כושר-הפרדה גבוה. הנסיון שנרכש מתכנית הצבא "פיין" (PINE) וכן החידושים הטכנולוגיים שפותחו במהלך-מימוש התכנית "מאפלייר", (MAFLIR) שימשו יסוד לפיתוח מכשיר הדמאה תרמית חדש, למטוסי הצי A6 ו-A7. הפיתוח החל ב-1973 ובמקרה של ה-A6E, נסתיים בחתימת חוזה לייצור של למעלה מ-250 מכשירי "TRAM" (רבי-חישן לאיבחון מטורות תקיפה — ראה ציור 2). כן פותחה "יוז" את ציוד מערכת ההדמאה התרמית למפציץ B-1, ועד היום סיפקה שלושה אבטיפוסים מסוג זה.



ציור 3: שרטוט סכימאטי — מערכת PVS

מערכת PVS — מערכת משלבת יום/לילה, בעלת זרוע-תצפית למפקד, שניתן לנצל לזיהוי היטב "טאו" ותותח 25 מ"מ "בושמסטר".

1 — ראש פריסקופ; 2 — חלון X13; 3 — נוהל ראייה טאו; 4 — עינית-יום/לילה לתותחן; 5 — נוהל ראיית-לילה; 6 — זרוע המפקד; 7 — תצפית לילה; 8 — תצפית יום.

טובות. יש לציין, כי ניתן להשתמש במכשירי הדמאה תרמית, לא רק ככוונות-לילה, אלא גם ככחישנים רב-תכליתיים, לגילוי והעסקת מטורות צבאיות מבעד עשן, אובך והסוואה ובמבצעים הנערכים במשך היממה כולה. בשנת 1968, קיבלה חברת-יוזם את האפשרות הראשונה לעסוק בפיתוח "פלייר" משופר במידה רבה יותר, בתכנית "פיין-פלייר" (PINE-FLIR) לפיתוח התקן תרמי, המיועד למסוק-הצבא AH-56 ("שייאן"). הדרישה היתה לספק מכשיר, שביצועיו עולים על ביצועי הדור הקודם, שמידותיו מוקטנות בהרבה ומשקלו פחות מ-45 ק"ג. מערכת זו, שסימונה AN/AAS-29, נדרשה להוכיח אמינות רבה ואחזקה פשוטה בשדה. חברת-יוזם סיפקה את כל הדרישות בדגם מודולרי, שבו כל התת-מכללים (מודולים) הנפרדים מותאמים ביניהם לחלוטין ואין צורך לעשות כונונים או התאמות, בעת הרכבה או בשעת החלפת רכיב. דגם זה שימש כבסיס לסידרה של תכניות חדשות, אם כי הפסקת פיתוח המסוק AH-56 גרמה להפסקת הפיתוח בתכנית "פיין" (PINE) ו-12 מהם פגעו במטרה.

סריקה מקבילה

אחת התכניות החדשות, היתה זו של המכשיר AN/AAQ-6, שפותח על-ידי "יוז" למפציץ B-52, היתה זו מערכת ההדמאה התרמית הראשונה, בעלת סריקה מקבילה שעברה לפס-הייצור, ועד 1975 סופקו כ-350 מכשירים מעין אלה. התקן אחר מאותו דור, היה ה-AN/AAR-37, שהותקן במטוסי-סיוור הימי "P3". "פלייר" זה כלל מערך אנכי של 180 גל-אי-גרמנים וסריקה מקבילה. "יוז" יצרה מכשירים כאלה לצי האמריקאי, והכמות הנותרת — סופקה על-ידי חברת "טקסס-אינסטרומנטס". במסגרת תחרות עם "טקסס-אינסטרומנטס", פיתחה "יוז" מכשיר "פלייר" הפועל לפי אותם עקרונות בשביל המטוס OV-10, של חיל הנחתים. התקן זה הועד כ"פלייר" לתצפית-לילה בספינת-

חברת-יוזם את ה — מיני-סייט (כוונת-זעירה) בשביל הטיל המונחה נגד טנקים "טאו", אשר ניצלה את טכניקת-הסריקה המעורבת (DISCOLD). (ראה מאמר בחוברת הבאה). בכוונת זו השתמשו ב-1973 לסידרות ירי-הלילה הראשונות של ה"טאו". בהתבססה על טכנולוגיה שפותחה בשביל ה — מיני-סייט (סריקה מעורבת) על-ידי ניצול שתי שורות של 9 גלאים מסוג מרקורי-קדמיום-טלוריד, השתתפה חברת-יוזם במכרז צבא ארה"ב להשגת חווים לייצור מערכות הדמאה תרמיות מיטלטלות לחיל הרגלים מהדגמים AN/TAS-4 בשביל ה"טאו", AN/TAS-5, בשביל ה"דרגון" ו-AN/TAS-6 לתצפית ארוכת-טווח. אם כי חברת-יוזם מילאה אחר כל הדרישות, הוענק החוזה לחברת "טקסס-אינסטרומנטס" רשות מעבדות ראיית-הלילה של צבא ארה"ב, תמכה בבירור בטכניקת-המודולים האחדים, הפועלת לפי עיקרון של סריקה מקבילה. פיתוחים אחרים של חברת-יוזם בתחום זה, כוללים את מכשיר תצפית-הלילה לשימוש אזרחי, הקרוי "פרובאיי" (UNO) המשמש תחליף זול למכשיר הכוונת קצרת-הטווח (SRV). ה"פרובאיי" הוא בעל סריקה-מקבילה ויש בו 6 גלאים מסוג IN:SB (אינדיום אנטומוניד).

מערכות תצפית תרמיות בעלות סריקה מקבילה

חברת-יוזם החלה כבר ב-1966, בשיתוף עם חיל הים האמריקני, בפיתוח מכשירי הדמאה תרמית מסוג "פלייר" (FLIR) לשימוש במטוסים ומסוקים. "יוז" סיפקה את מכלל הגלאים, מיכל דוקר (DEWAR) שהכיל 36 גלאים, מקרר קריאוגני בחוג סגור, מגברי-קדם ובוררים חשמליים (מולטיפלקסרים). גישה משופרת של מכשיר זה-היתה מערכת מורכבת-מיתלה (GIMBAL MOUNTED) שהותקנה במטוסי-הסיוור הימי "P2" של צי ארה"ב, שנבחנה בטיסה והשיגה תוצאות

מערכת הדמאה תרמית בעלת סריקה טורית וטכניקת הסריקה המעורבת

הערכת הצורך במערכת הדמאה תרמית קטנה וזולה יותר (ה-AN/AAS-29, עלה בזמנו 200,000 דולר, בקירוב) שניתן יהיה להתקין על גבי ספינות קטנות, במסוקים ובכלי-רכב, עוררה את "יוז" ב-1970 לפיתוח של טכניקת-הסריקה המעורבת (DISCOID) שהוזכרה קודם לכן.

תפיסה זו, נבדלת לחלוטין מזו שהשתמשו בה לפני כן במערכות סריקה-מקבילה והיא כוללת סריקה-טורית וקווים משהים-משולבים. (ראה מאמר בחוברת הבאה).

שלושה התקנים: NAVFLIR, ATIS, ו- HIPOD — פותחו במימון עצמי והדגם HIPOD נבחן במטוס קונווייר פרטי של חברת-יוז וזכה להצלחה ניכרת. ל- HIPOD היו שני שדות-ראייה וכן כושרי-הפרדה זוויתיים של 0.2 ו-1 אלפית. מפתח העצמית היה בקוטר של 15 ס"מ, ומיקומו היה בתוך צריח כדורי דו-צירי, בקוטר 33 ס"מ.

בהסתמך על הדנסיון שנרכש בפיתוח ה- HIPOD, החלה "יוז" ב-1972, בתיכנון ובפיתוח "פליר" לשילוב בתוך כוונת-התותחן בטנק M60A3. מערכת זו המוכרת ציור 4: מודולים אחידים בצבא ארה"ב.

מאז אפריל 1978, הפכה חברת-יוז למקור מאושר לכל 11 המודולים האחידים למערכות הדמאה-תרמית בארה"ב.

1 — גלאי בן 180 אלמנטים, כולל אריזה (דיואר); 2 — סורק; 3 — גלאי בן 60 אלמנטים כולל דיואר; 4 — אופטיקת אינפרא-אדום; 5 — מערך דיודות פולטות-אור; 6 — מערכת-קירור; 7 — ווסת-מיקרס (נקודת-עבודה במערכת האלקטרונית); 8 — קדם-מגבר חוץ; 9 — קולימטור לאור נראה; 10 — מגבר-חוץ; 11 — לוח-סריקה ושליבה; 12 — בקרת אות החוץ; המודולים 1 ו-3 — היונם גירסאות שונות של אותו מודול אחד.

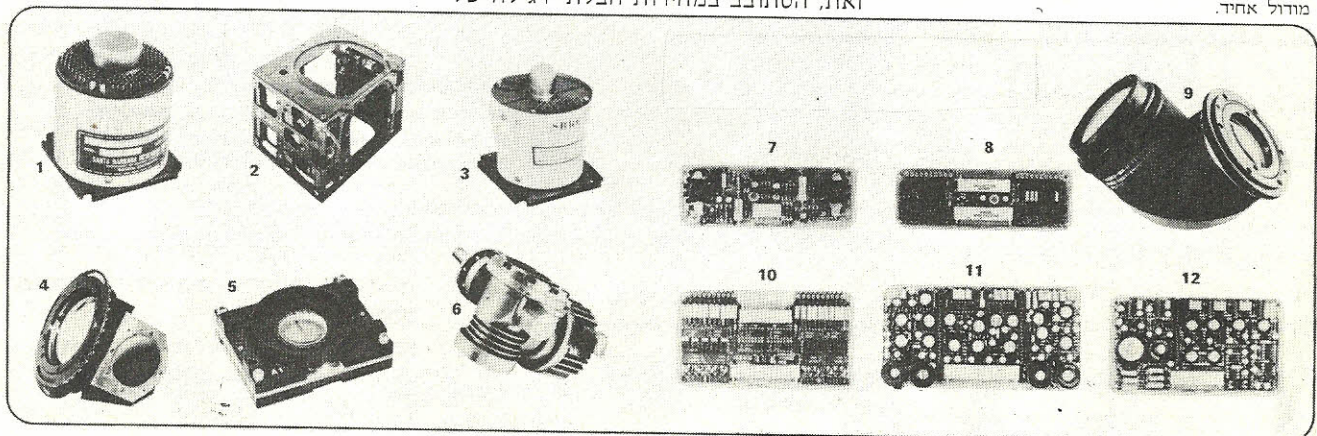
בראשי-התיבות: TINTS (כוונת-לילה תרמית משולבת בצריח), שימשה כבסיס לכוונת-התרמית AN/VSG-2 (TTS) בשביל הטנק M60A3.

חברת "יוז" ו"טקסט אינסטרומנטס", בנו כל אחת לחוד, מספר דגמים של כוונת זו לצורך ניסוי-הערכה על ידי צבא ארה"ב, וחווה הייצור, הוענק כפי שצוין כבר ל"טקסט" אינסטרומנטס ב-1974, רכש הצבא המערבי-גרמני כוונת תרמית אחת מסוג TINTS שנבדקה במשך שנת 1975 בצורה נרחבת ויטודית במרכז הניסויים הגרמני. לדעת אנשי חברת-יוז, הצלחת מבחנים אלה, שנערכו בתנאי מזג האוויר האירופי, היוותה את פריצת-הדרך הטכנולוגית, לשימוש בציוד הדמאה תרמית במערכות בקרת-אש לטנקים, הן בצבא המערבי-גרמני והן בצבאות נ.א.ט.ו. והאחרים, לעומת המכשירים להגברת אור-כוכבים שקדמו לציוד זה והפכו בשל כך לבעלי-חשיבות משנית. בניסויים נוספים נבחנה הכוונת התרמית, כשהיא מותקנת על נגמ"ש מערב-גרמני מוסב מ-113, מתוך צפייה, כי תשמש בעתיד בכלי-רכב לתצפית-אש ארטילרית. על אף הצלחתם של כל המבחנים הללו, בדעת צבא מערב-גרמניה, לרכוש מכשיר המבוסס על מודולים אחידים, במקום כוונת-יוז (TINTS), כדי לשמור על אחידות המכשירים המצויים כבר בסוגי רק"מ אחרים (ליאופרד 1 ו-2, מארדר ו-לוקס). בכוונת-הלילה התרמית (TINTS) ישנם 25 גלאים מסוג HG:CD:TE (מרקורי-קדמיום-טלוריד) המסודרים בשורה, זה בצד זה. הגלאים נסרקו על ידי סורק, המסתובב ב-40,500 סיבובים לדקה, כדי להפיק תמונת-טלוויזיה בעלת 315 קווים, בקצב 15 מסגרות לשניה. ה-DISCOID 525, שהוא פיתוח דגם משוכלל ומאוחר של ה-TINTS שרועץ לפי חוזה עם צבא ארה"ב, היו בו שתי שורות של 25 גלאים כל אחת והוא הפיק תמונות טלוויזיה, בעלות 525 קווים, בקצב של 30 מסגרות לשניה. הסורק, לעומת זאת, הסתובב במהירות הבלתי-רגילה של

65,500 סיבובים לדקה. אחד ממכשירים אלה (מבין ארבעה שנבנו) נבחן כמערכת-גילוי מטורות, בעלת שדה-ראייה רחב, בטיל אוויר-קרקע "מאבריק", המונחה על ידי טלוויזיה. שלושת המכשירים האחרים מנוצלים על-ידי הצבא וחיל הנחתים האמריקאי, כמערכות-ניווט עם "פליר", במסוקים OH-58 ו-CH46. כדי להפחית את קצב-הסריקה הגבוה, עברה חברת-יוז למערך של שש שורות גלאים, כשכל שורה מכילה 12 גלאים. מערכת במבנה זה שנקראה "פליר" לביצועים מעולים, הפיקה תמונות טלוויזיה, בעלות 525 קווים, בקצב של 30 מסגרות לשניה, אך קצב סריקת-הסורק שבה, הופחת עתה בהרבה, כדי 22,500 סיבובים לדקה. לאחר שהפסידה במכרז להשגת חוזה לבניית מכשיר זה, האיר המזל לחברת-יוז — בגיזרה צבא ארה"ב לפחות, כמוזכר קודם לכן, בזכות המעבר מסריקה-טורית לסריקה מקבילה, במכשיר המבוסס על מודולים אחידים, שהועדף על-ידי רשות מעבדות ראיית-הלילה. לאחר זמן קצר מאד, הצליחה למעשה חברת-יוז, לחתום על החוזה הגדול הראשון בתחום זה — מערכת הדמאה תרמית (TIS) לטנק XM1.

בעוד הדגש בחברת-יוז, הוסט בלי ספק מהתקני סריקה-טורית, טוענת החברה, שאלה לא נשכחו בשום פנים ואופן, חילות אמריקאיים אחרים ביקשו לחתום על חוזה לייצור מכשירים מסוג זה, אם כי מדובר בכמות קטנה. בריטניה משתמשת בכוונות אלה, בתכניתה לפיתוח "פליר" ממודולים אחידים, ויש להניח, כי צרפת תשתמש בטכניקת-הסריקה המעורבת, אם תחליט על תכנית מודולים אחידים משלה. הכרעה סופית בשאלה זו — תיפול בקרוב. מועמדים צרפתיים עיקריים, להסבה לשימוש בציוד הדמאה תרמית הם כוונת-הגג לטיל מונחה נגד טנקים, מסוג הוט-APX-397 במסוק "גאזלה", והנגמ"שים VAB ו-AMX-10.

המשך בעמוד 25

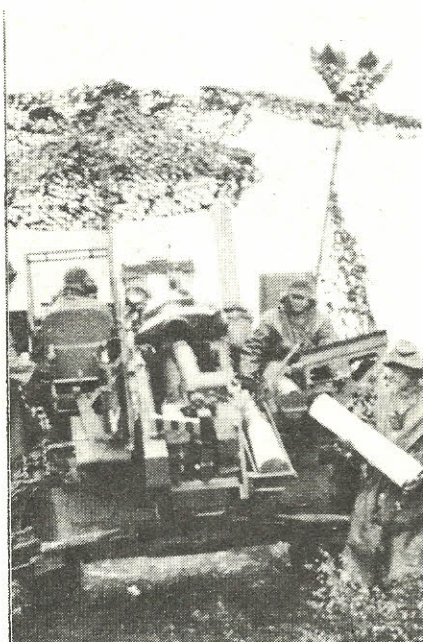


תכונות ההוביצר

משקלו של התותח מגיע ל-11 טונות וזהו
בהחלט משקל סביר, המקנה לו אפשרות
טובה לניידות. תכונה זו, ניתן לייחס, ליחידת
הנעת-העזר הפנימית. אחד מתפקידיה
העיקריים של יחידה זו הוא להניע את המ-
נוע ההידראולי המותקן בכל אחד מהאופ-
נים העיקריים וזאת כדי לאפשר ל"הוביצר"
ר"תנועה למרחקים קצרים, ללא-תלות
ברכב הגורר, לצורך ביצוע שיפור עמדות-
ירי במהירות. יחידה זו מספקת כוח הידר-
אולי גם לאופני-התמיכה של הרכב, ומגד-
לה את ניידות-התותח. את יחידת
הנעת-העזר, ניתן להפעיל גם מתוך תא
הרכב הגורר – כאשר התותח רתום אליו.
להנעת סרן-התותח לקבלת תוספת כוח
מניע, לביצוע פעולות-גרירה בשטח קשה
לתנועה (יחידת הנעת-העזר מפסיקה לפעול
אוטומטית במהירויות של יותר מ-8
קמ"ש). יחידת הנעת-העזר הנה גם היסוד
לכמה אופייני-הפעולה, שהם קרוב לוודאי
מיוחדים לתותח.

אופייני-פעולה אלה, מבטיחים צמצום
אפשרי של עבודת הצוות, בעת תפעול ממו-
שך ופריסה יעילה של כל הציוד בשעת חי-
רום והפעלתו על-ידי חייל אחד בלבד.
כדי שההוביצר יוכל להנחית מכת-אש
בזמן קצר ביותר (3 כדורים ב-8 שניות, או 6
כדורים ב-20 שניות) ולעמוד בקצב אש גבוה
(6 כדורים כל דקה שניה, במשך 20 דקות),
חייב תהליך-הטעינה להיות אוטומטי עד
כמה שהדבר אפשרי. עגורן תחמושת הידר-
אולי, המותקן ישירות באצילים (מימין
לתותח), מרים בכל פעם פגז (שמשקלו 43
ק"ג) מדרגש שעליו 12 פגזים ומעבירו אל
שולחן-הטעינה. משם, הוא מועבר באורח
מכני למגשי-הטעינה והוא מותאם שם עם
תרמיל מפלסטיק קשיח. הכדור ננגח באורח
הידראולי לתוך בית-הבליעה (תנועת-
הנגיחה המתאימה מובטחת לכל זווית, בו
נמצא התותח). לאחר מכן יכול הכוון לכנן
את ההוביצר באורח חשמלי-מכני.

הכוח ההידראולי, מנוצל לכינון ההוביצר
בציוד ובגובה. אם מסיבה כלשהי תתר-
חש תקלה ביחידת-הנעת-העזר, או נמנע
השימוש בה מסיבות טקטיות המחייבות
פעולה שקטה – משתמשים במערכת
משאבות-יד לשעת-חרום. משאבה אחת



ציור 1: במערכת הטעינה של ה-FH77A אפשר, בעזרת התקן מכני (במרכז), להעביר עד 3 פגזים משולחן-הטעינה (מימין) אל מגשי-הטעינה (משמאל) לצורך התאמה ביד, עם תרמילים.



ציור 2: דרגש עם 12 כדורים ניצב מאחורי ה-FH77A, בעת ניסוי-ירי. כדור (בלבן) מונח על מגשי-הטעינה, להתאמה עם פגז שנלקח משולחן-הטעינה. לאחר סוף תנועת ההחזרה של ההוביצר.

מטפלת במערכת-הכינון ובמערכת-הנגיחה,
והשניה באופני ההוביצר העיקריים ובאופני
תמיכת-הרכוב.

התקן הכוון שנבחר ל-FH77A השבדי הנו
אלקטרוני אוטומטי, המוכר, כ-RIA. התקן
זה מורכב משלוש יחידות.

יחידת בקרה ותצוגה: זו מראה את
נתוני-הירי של התותח, באמצעות הודעה
מעמדת הפיקוד של הסוללה, או ממרכז ני-
הול האש. האלקטרוניקה שבתוך היחידה
מחשבת אוטומטית את הפיצוי הדרוש בה-
גבה ובציוד – כדי לקזז את שיפוע
האצילים.

יחידת כינון: אשר סימונה PKD-6,
מכילה כוונת-ציוד והתקן פילוס אוטומ-
טי, וכן אמצעים מכניים ובועות, הנועדים
לפילוס ביד במידת-הצורך. קביעת הציוד
באמצעות סרוו, שמעגליו נמצאים ביחידת-
הבקרה והתצוגה.

טלסקופ כיוון-לאש ישירה: ה-
אוטומטיצייה במכשיר מפשטת ומחישת
את תהליך הכינון. הכוון צריך רק לצודד
את ההוביצר, עד שנקודת-המוצא נראית
(בדרך כלל קולימטור או מוטי-כיוון), ומתג-
לית על הכוונת שלו ואז מכוון ההוביצר
בקו-הירי הדרוש.

לצורך ההגבלה, מגביה הכוון או מנמיך
את הקנה, עד ששתי השתות המוטלות
לתוך הכוונת – מתלכדות. הציוד וההגב-
הה מבוצעים על-ידי לחיצה על כפתורים,
הקבועים על שתי ידיים אחיזה, המאפשרות
ציוד והגבה בעת ובעונה אחת. אם
נתוני-הירי הועברו בצורה נכונה, נדלק אור
ירוק ביחידת הבקרה והתצוגה, ואור צהוב
נדלק כאשר עומדים להעביר נתוני-ירי חד-
שים.

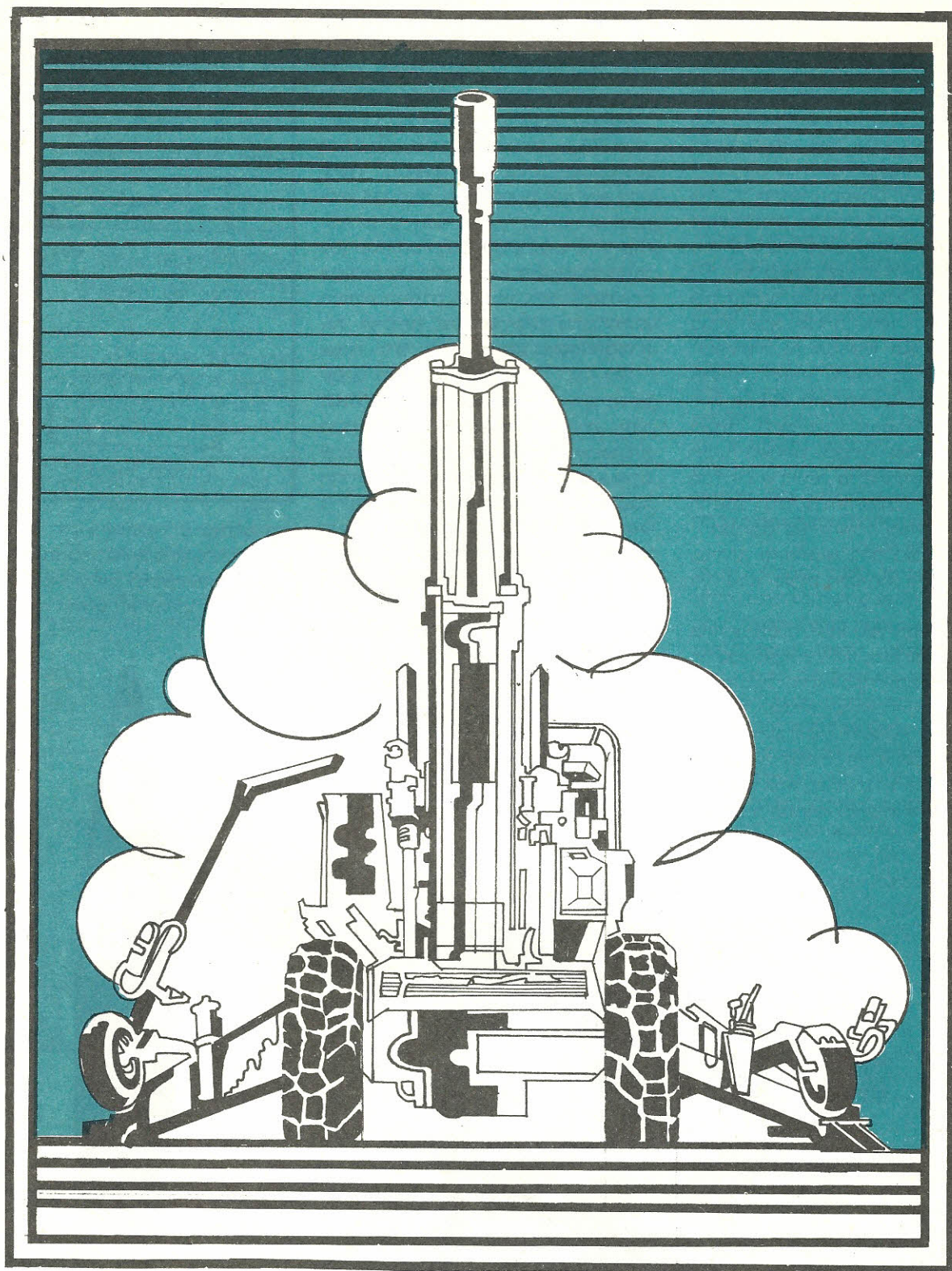
תכונות התחמושת

לתותח הוכנסו לשימוש פגזים בעלי
תכונות חדשות:

– בייצור הפגז החדש (סימונו M/77)
השתמשו ב"פלדה מודרנית" המעניקה
תוצאות-ריסוס משופרות. משקלו של הפגז
– 43 ק"ג כולל מרעום ואורכו הכולל 823
מ"מ. מילוי ה-ט.נ.ט. – 7.8 ק"ג. פותח מי-
לוי בעל עוצמה מוגברת יותר, של חני"מ 8,
אך ישתמשו בכדורי-הייצוא בלבד משום
שאין הוא עומד בתקנות-הבטיחות הקפד-
ניות הנהוגות בשבדיה, בעיתות שלום.

ה-M/77 (ט.נ.ט.) מגדיל את דיוק-הפגיעה
וההריגה ב-25 אחוזים יותר מכדור נפיץ,

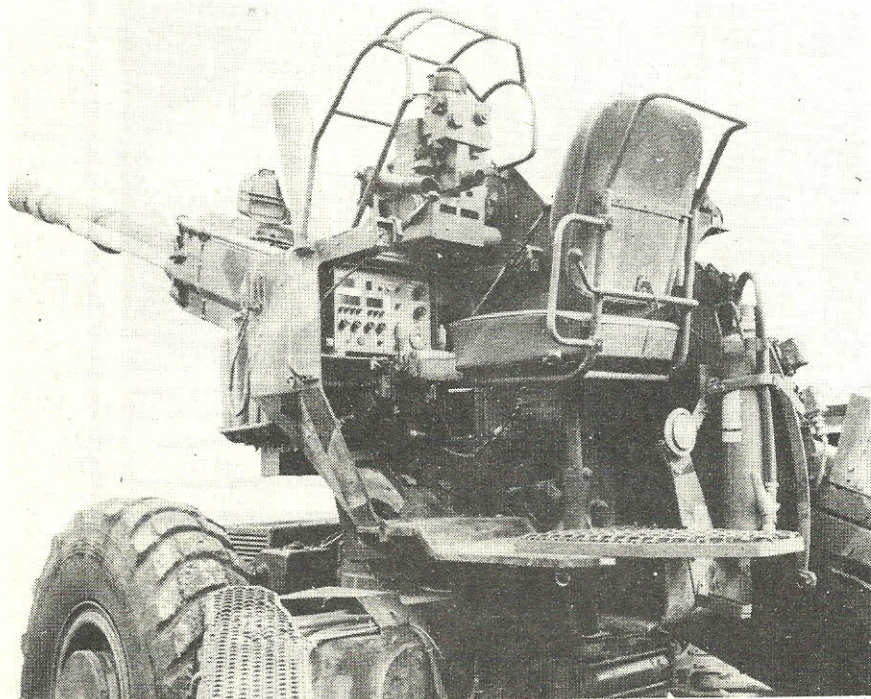
* ראה מאמר בנושא ההוביצר FH 70 ב"מערכות חימוש" גליון
מספר 60, מאי 1976. ראה מאמר בנושא ההוביצר FH 70
ב"מערכות" גליון מספר 268, אפריל 1979.



FH77A - כימח שבי של ההוביצר 155 מ"מ

אם-ימולא בחנ"מ "B". הכדור הוא בעל תרמיל פלסטי עם כרכוב פלדה. תכונה המקנה לתרמיל משקל קל יותר מתרמיל העשוי פלז. אם כי אין כוונה להשתמש בתרמיל בשימוש חוזר, הוכח, שניתן לירות באותו תרמיל משך ארבע פעמים לפחות. דרושים שני תרמילים נפרדים כדי להקיף את כל תחומי-המטענים (מטען 1 - 4 בתרמיל אחד, מטענים 5 ו-6 - בשני). יתכן שידרש תרמיל שלישי מוגדר, אשר צבא שב-דיה בחר לנפקו ליחידות התותחנים. המר-עום התיקני שנבחר לכדורי נפיץ 155 מ"מ בעבור צבא שבדיה, הוא ה-ZELAR של "בופורס", זה המרעום הארטילרי הרב-תכליתי הראשון, שהופעל במדינות המערב. ה-ZELAR הוא מרעום-קירבה והקשה כאחד, ובעל שבע אפשרויות-התקנה: הקשה-השהייה קצרה, השהייה ארוכה, מיידי/רגיש ביותר, מיידי/רגיש רגיל, קרבה-רגישות רגילה/גבוהה/נמוכה. המרעום בא להחליף חמישה מרעומים נפרדים, שהשתמשו בהם בעבר בצבא שב-דיה (אשר בעיות הבטיחות שלהם, מניחות

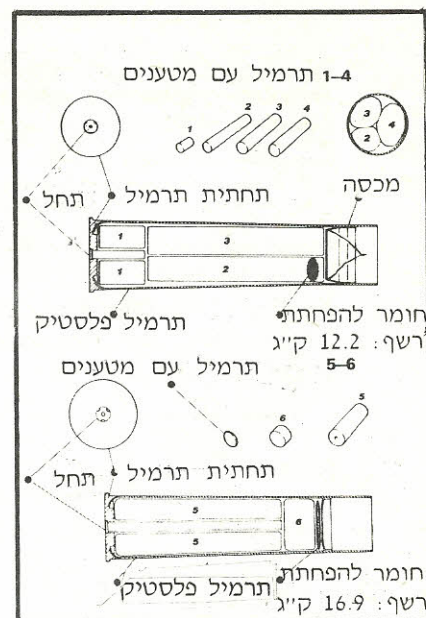
ציור 5: הכוונת RIA שעל ההוביצר FH77A מורכבת מכוונת-צידוד ומטלסקופ-כיוון, הק-בועים מעל יחידת הבקרה והתצוגה. שים לב לכפתורי הצידוד וההגבהה שעל הידיות שלפני מושב הכוון, ולמד - מהירות-הלוע הקבוע מעל למחזיר. יחידת הבקרה והתצוגה מציגה לאוהו ספרות של דיודה-פולטת-אור על נתונים הנוגעים למרעום, ולאזימות והגב-הה.



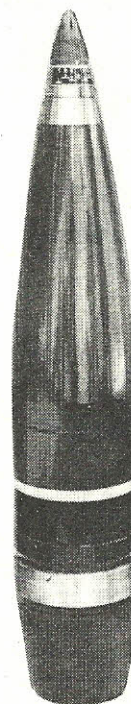
אמריקאי M-107 155 מ"מ. ה-M/77 חנ"מ B מגדיל את היעילות ב-40 אחוזים. **נפיץ אימונים:** פותח פגז אימונים שסימונו M/54 עם מילוי שרובו אדיש המכיל מאיץ ט.נ.ט. לסימון פגיעות. משק-לו 43 ק"ג, אורכו עם מרעום - 705 מ"מ. **עשן:** מסתיים והולך פיתוחו של פגז עשן חדש 155 מ"מ, המתבסס על פגז-עשן מפי-תוח קודם. הפגז משחרר באוויר שני מכלי עשן שגופיהם החיצוניים ננקבים על ידי כוח צנטריפוגלי, ולכן ירידתו מואטת. מהירות-הנפילה הנמוכה (50 מטר לשניה) מבטיחה את יעילותם של המטענים התכליתיים, אפילו בימי רוח או שלג. משך הבעירה שלהם מגיע ל-6 דקות.

תאורה: משך הבעירה של 60 השניות של הכדור החדש "MIRA" 155 מ"מ, יוצר עוצמת-אור של 2.2 מיליון נרות, ומספק את הדרישות השבדיות לגבי תאורה של 5 לוקס (יחידות אור), מעל לשטח של 1,000 מטר קוטר, המתאים לכיוון המדויק של הנשק. מהירות הירידה - 4 מטר לשניה. המשקל עם המרעום 43 ק"ג והאורך 715 מ"מ.

מטען הודף רקטי: פגז נפיץ בעל מטען הודף רקטי נמצא עתה בפיתוח, כדי להשיג טווח מוגדל של 27 - 30 ק"מ. הכ-דור בעל המנוע הרקטי "תיאוקול" דומה לכדור שפותח על-ידי חברת "בופור". הפגז העשוי מפלדה מודרנית, אמור להי-ות יעיל ב-60 אחוזים, לעומת הכדור M/77 (מילוי ט.נ.ט) ובעל דרגת יעילות כפולה -



ציור 3: די רק ב-2 תרמילים נפרדים כדי לטפל בכל תחומי המטענים ההודפים; ייתכן שידרש תרמיל שלישי למטען המוגבר, אם כי צבא שבדיה החליט לא להיענות לאפשרות זו.



ציור 4: למרעום ZELAR (בופור) שבע אפשרויות פיצוץ, בין אם בקירבה או בין אם בהקשה. הקטע האחורי דמוי-הסירה של הפגז נפיץ M/77 החדש, מורכב עם תרמיל פלסטיק במגשה-הטעינה, ומהווה כדור אחוד למחצה הניתן לנגיחה באורח הידראולי לתוך בית-הבלעיה.

הוא בעל מערכת חדישה, בעלת ביצועים מעולים, המצטיינת בכל התכונות הדרושות, המבטיחות את תפולת-המידי ואת קלות-החזקתו. ההוביצר הוא מתחרה ממשי בשוקי העולם - לתותחים הנגררים. ייצור האב-טיפוס הראשון יושלם ב-1980.

חות מצבאות נ.א.ט.ו., אלא שיש עיכובים באספקתם בשל הדרישות השונות הנהוגות בימי שלום בצבא שבדיה וב-נ.א.ט.ו. לגבי מניעת "פיצוץ מוקדם". לסיכום, ההוביצר השבדי FH77A

היום את הדעת, מאחר שבעבר נתגלו במר- עומים איוודאוויות טכניות, והוא משפר את האמינות ב-50 אחוזים, לעומת מרעו- מים מכניים ראשונים מאותו סוג. מרעומי ZEILAR נמצאים כבר בייצור בעבור לקו-

פגז תאורה MIRA

א. פעולה

כאשר מגיע מועד-ההתקנה- מעורר המרעום את מטען-ההדיפה 1 וזה מעורר את מטען-ההשהייה. הלחץ שנוצר בעקבות שריפת מטען-ההדיפה לוחץ את גוף התאורה לאחור, בתוך גוף הפגז. עקב כך נזורים פני הגזירה, הבסיס האקסצנטרי נדחק החוצה מתוך גוף הפגז ונזרק הצידה. אחר כך עוזב גוף התאורה את גוף הפגז, לאחר שהסרטים הקשורים למצנח- הבלימה נתפסים על ידי זרם האוויר ונמשכים החוצה. המצנח מפחית את מהירות המדוכה בשני שלישים ומדפי-הבלימה מאיטים את השחרור בכמה מאות סיבובים לדקה.

מטען-ההשהייה, שבער במשך 2.5 שניות בערך, מצית אז את מטען-ההדיפה 2. הלחץ שנוצר בחלל שמאחורי מטען-ההדיפה דוחק את גליל המדוכה קדימה ביחס למטען התאורה, יחד עם החלקים הממוקמים מאחורי מטען-התאורה. מייד כשהקלע האחורי של גליל-המדוכה חלף מעבר למשטחים הקדמיים של מקטעי הגליל, נדחקים אלה החוצה על ידי הסיחרור הנוצר ועל-ידי טבעת-התמיכה. הנזר ניצת, מיקטעי-הגליל נזרקים הצדה, דיסקית-ההפרדה משוחררת, והמצנח העיקרי נפתח. הנזר הניצת, התלוי מתחת למצנח העיקרי, יורד באטיות לקרקע.

ב. נתונים טכניים

אורך כולל עם מרעום - 715 מ"מ
משקל כולל עם מרעום - 43 ק"ג
Max (לחץ) 305 MPa (3,100 ק"ג/סמ"ר)
מהירות הפרדה מקסימלית - 340 מטר לשנייה
מרעום - סוגי-שעון
תחום התקנת מרעום - 1.2 - 80 שניות
גבולות טמפרטורה - 40°C עד +60°C
כיצוע תאורה (ראה טבלה גלויה):
עוצמת באורה ממוצעת - 2,2 מיליון נרות
משך בעירה - 60 שניות
מהירות ירידה - 4 מטר/שנייה

נתונים טכניים של ה-FH77A

משקל לחץ סרן/ואופנים

משקל - 11.177 ק"ג

עומסי סרן - הוביצר מתנייע:

סרן אופנים מניעים - 9,652 ק"ג

סרן אופני תמיכה - 1,524 ק"ג

עומסי סרן - הוביצר נגרר:

סרן אופנים מניעים - 10,160 ק"ג

לחץ אונקל גרירה - 1,016 ק"ג

מידות

הוביצר במצב ירי:

אורך בהגבהת 0 (אפס) - 11 מטר

רוחב - 7.2 מטר

גובה בהגבהת 0 (אפס) - 2.6 מטר

גובה בהגבהת 50 - 6.8 מטר

הוביצר במצב מסע:

אורך - 11.6 מטר

רוחב - 2.65 מטר

גובה - 2.75 מטר

רוחב העקבה, אופנים מניעים - 2.2 מטר

רוחב העקבה, אופני תמיכה - 2.2 מטר

אורך הקנה - 38 קליברים

תחום צידוד, גבולות הגבהה

תחום צידוד - 30° ±

גבולות הגבהה - 3° עד +50°

קצב מקסימלי בצידוד והגבהה - 2° לשנייה

כוח אש

קליבר - 155 מ"מ

קצב אש מהיר - 3 כדורים ב-8 שניות, 6 כדורים

ב-20 - 25 שניה

קצב אש רצוף - 6 כדורים כל דקה שניה, למשך

20 דקות

זמן דרוש להכנסת ההוביצר לפעולה - 2 אנשים,

2 דקות (בשטח קשה)

ניידות

מנוע - וולוו 20 B, 4 צילינדרים, 4 מהלכים,

מקורר מים, קרבורטור.

הספק - 60 - קילו-וט/5,000 סל"ד (80 כ"ס)

לפי DIN

מהירות בגרירה - 70 קמ"ש

מהירות בגרירה עם הנעה על-ידי מנוע

ההוביצר - מקסימום 8 קמ"ש

מהירות בהנעה עצמית - מקסימום 8 קמ"ש

מרווח קרקע - 45 ס"מ

תחמושת

משקל פגז נפיץ בלי מרעום - 42.4 ק"ג

משקל מטען הודף - 8.4 ק"ג

משקל תרמיל ריק - 5.9 ק"ג

משקל תרמיל - 1 - 4 - 11.9 ק"ג

משקל תרמיל מטענים 5 - 6 - 16.7 ק"ג

מטען של 12 פגזי נפיץ על דרגש: - 620 ק"ג

מטענים 1 - 4 - 250 ק"ג

מטענים 5 - 6 - 310 ק"ג

מהירות לוע (טמפרטורת אבק שריפה - 21°)

מטען 1 - 310 מ"שני

מטען 2 - 371 מ"שני

מטען 3 - 472 מ"שני

מטען 4 - 583 מ"שני

מטען 5 - 692 מ"שני

מטען 6 - 774 מ"שני

מטען מוגבר (אין עוסקים בפיתוחו) - 815 מ"שני

טווח מקסימלי:

מטען 6 עם פגז נפיץ - 22 ק"מ

מטען מוגבר עם פגז נפיץ - 23.5 ק"מ

מטען 6 עם מטען הודף רקטי - 27 - 30 ק"מ

(אומדן)

פיזור - 0.6% של הטווח

משך חי הקנה - 4,000 שעמ"מ (מטען 6).

מרכיבי פגז התאורה

MIRA בן 155

מ"מ:

1 - מרעום

2 - גוף פגז

3 - מטען הדיפה 1

4 - מטען השהייה

5 - מטען הדיפה 2

6 - מטען תחל

7 - גוף מיכל העשן

8 - מטען הגורר

9 - דיסקית הפרדה עליונה

10 - קטעי גליל

11 - מצנח עיקרי

12 - מדפי בלימה

13 - טבעת תמיכה

14 - דיסקית-הפרדה תחתונה

15 - מצנח בלימה

16 - פין גזירה

17 - בסיס

המשך בעמוד 26

תאורה	מתאימה ל:	קוטר שטח ממוצע מואר (מטר)	זמן תאורה יעיל (שניות)
לוקס אחד	תצפית	2,860	60
שני לוקס	תצפית	1,940	60
חמישה לוקס	אש ישירה מכוונת בדייקנות	1,050	60

מנוע-הוואנקל המגנטי היפני לרכב חשמלי

פיים בין המנוע החדש, לבין מנוע מכונות מקובל. שלא כרוב המנועים החשמליים, זקוק המנוע החשמלי הסיבובי להתנעה על ידי מתנע ויש לו מפלג.

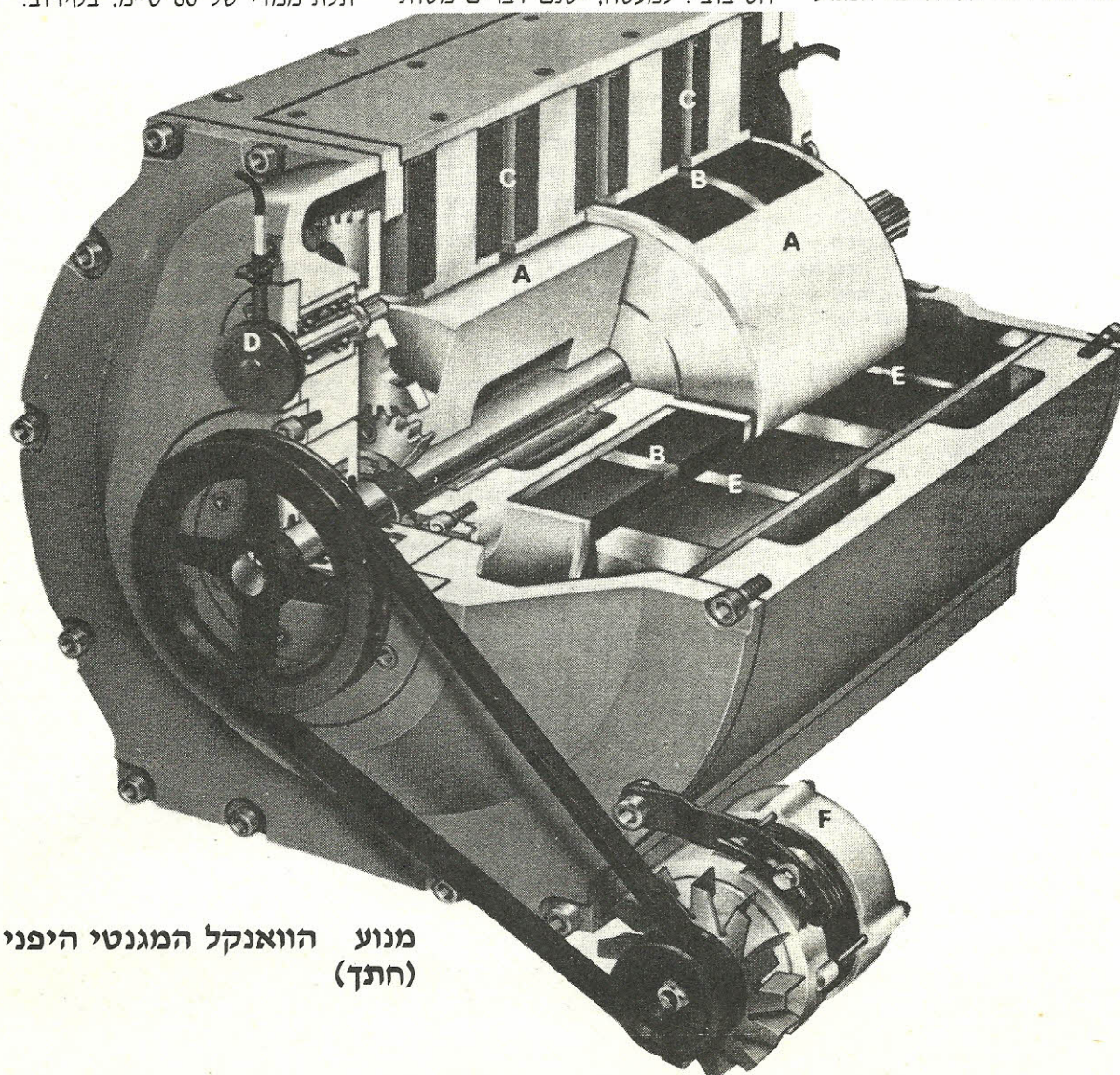
בדומה למנוע וואנקל, גם המבנה החדש קל יותר וקטן יותר, מאשר מנוע בנזין, בעל שיעור הספק זהה. גם המנוע החשמלי הסיבובי הוא קטן מאד, בהש-וואה למנועים החשמליים האחרים. משקלו של האב-טיפוס בן 45 כוח סוס, הוא רק כ-70.31 ק"ג, לעומת 201.85 ק"ג של מנוע חשמלי דומה. החברה היפנית טוענת, כי המנוע הסיבובי הוא די מכונס, כדי שיתאים בתוך שטח תלת-ממדי של 60 ס"מ, בקירוב.

שמסקלו קטן יותר, צורך פחות זרם חשמלי, מאשר מנועים חשמליים מקובלים, והתוצאה היא, כי בדרך זו דרוש שים פחות מצברים להנעת הרכב.

סידור מיוחד של המצברים, מתקן את משקלו של הרכב החשמלי, ומשפר את מהירותו ואת טווח-נסיעתו.

היפנים כינו את הדגם החדש בשם "הוואנקל המגנטי", משום שהמנוע החדש פועל לפי עקרונות, המזכירים את עקרונות-הפעולה של מנוע הוואנקל הסיבובי. למעשה, ישנם דברים משות-

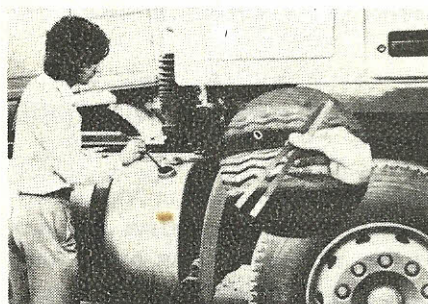
בימים אלה, שבהם שוררת אי-ודאות בכל הנוגע להספקת דלק, משמש הרכב החשמלי מוקד-משיכה גובר והולך. מה, איפוא, מרחיקו מהכביש? מצברים לא יעילים הם הבעייה העיקרית. חוקרים רבים טורחים בפיתוח מצברים טובים יותר, כדי להגיע להעל-את המהירות וטווח-נסיעתם של כלי-הרכב. אבל, קורה טקקו, חברת הנדסה יפנית, טיפלה בענין בכיוון אחר, על ידי פיתוח מנוע, המצמצם את דרישות ההספק של כלי-רכב חשמליים. המנוע



מנוע הוואנקל המגנטי היפני (חתך)

פס נייר מגלה הימצאות מים במכל דלק

חברה בריטית פיתחה שיטה, שבעזרתה ניתן לקבוע את הימצאותם של מים במכל-דלק. אל תוך מכל דלק משקיעים קנה-טבילה, שאליו מחוזה פס נייר לבן, מצופה בשיכבה של חומר כימי, המתמור-סס במים. המים ממוססים את השיכבה החומה הכהה — אך לא את הדלק. לכן, לאחר הוצאת קנה-הטבילה אפשר לקבוע



בוודאות, על פי פס הנייר הלבן, שממנו נתפרדה השיכבה החומה הכהה, דבר הי-מצאותם של מים.

אם המים שקעו בשיכבה, אפשר אפילו לקבוע בקירוב את עומקה ואת עוביה, באמצעות פס הנייר הלבן. פסי הנייר הלבן, באורך 140 מ"מ ו-335 מ"מ מיוצרים מקרטון או מגייר כפיף ומנופקים בתוך שקיות פלסטיות, המכילות כל אחת 10 יחידות.

3/1979: חייל וטכניקה.

המרוחקים זה מזה בזווית של 60 מע-לות. מיקטעי הקובלט מותקנים על הגל המשותף, בזווית המאפשרת להם להימצא תמיד ברווח רדיאלי שווה מס-ביב לעיגול. כל תוף-רוטור מסתובב על פני אלקטרו-מגנט הסטטור שלו (C), ה"ניצת" על ידי המפלג המונע D. המפ-לג רב-הנקודות מוסר ששה דפקים לכל סיבוב, כדי להניע כל מיקטע-קובלט. המיקטעים מונעים על ידי הכוחות המ-גנטיים, הנוצרים ביניהם לבין טבעות-הסטטור האקסצנטריות E הגורמות להתרחבות בלתי-פוסקת של רווח-האוויר. כדי להתנגד למגנטים, המנוע החשמלי הקטן F מתניע את הרוטורים. כאשר הללו מסתובבים במהירות המג-יעה כדי 220 סל"ד, המפלג נכנס לתוך סלילי-הסטטור ומהירות המנוע גדלה והולכת עד ל-5400 סל"ד. המהירות נשלטת על ידי מסירת דפקי זרם, ישר אל האלקטרו-מגנטים, כפי שהדבר נעשה במנועי-כוח, המונעים על ידי מצברים מקובלים.

Pop. Science June 1979

הרחפת לשאת בריחוף משקל עד 200 טונות, הנתמך על 12 הסרנים וכן לשאת בריחוף בחלוקת-עומס שווה את החלק האמצעי, שאינו נתמך על-ידי סרני-הגרור.

לכך נודעת חשיבות רבה, בעיקר בעת נסיעה על פני גשרים ומעברים, בעלי כושר עומס מוגבל, או בעת נסיעה בקרקע רכה. עדיין יש לחכות לתוצאות נסיון הפיתוח הזה, בטרם ניתן יהיה להחליט בענין כדאיות-הניצול של כר-האוויר לתובלה יבשתית.

4. 79 חייל וטכניקה

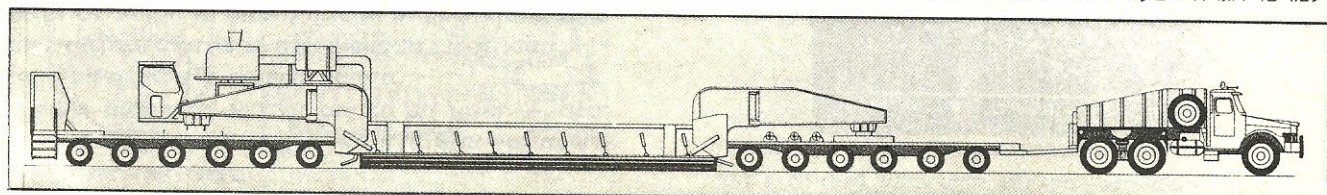
כוחות הדחייה המגנטיים הם ההס-בר למשקל הקל ולדרישות-ההספק הנ-מוכות של המנוע החדש. כיוון שהמנוע מקבל את עיקר-הספקו מפעולת-הגומליון, הקיימת בין המגנטים הקבר-עים, דרושות כמויות קטנות יחסית של נחושת וברזל, לצורך האלקטרו-מגנטים שבשימוש. פירושו של דבר — צימום במשקל ובעלות. המגנטים הקבועים עשויים מקובלט או מברזל מקושר בפ-לסטיק — ושני סוגים אלה קלים. אפשר להוזיל את מגנטי הברזל באופן ניכר, על ידי דפיסה בהזרקה. לבסוף, רוב יציקות המנוע, כולל הרוטור, עשוי-ות סגסוגת קלה.

האב-טיפוס של המנוע המתואר בצי-ור, נמצא עדיין בשלב פיתוח מוקדם ולא נתפרסמו בענין שום פרטי-בצוע. אולם המנוע החשמלי הסיבובי, עשוי ליהפך ברבות הימים, לדבר שיש בו יותר מאשר צעצוע שבידי מהנדסים.

המנוע החשמלי הסיבובי הנסיוני, בן 45 כוח סוס, משתמש בשני תופי רוטור נפרדים A; כל אחד מצויד בשלושה מגנטי-קובלט B) — נראים רק שניים)

גרור-רחפת להובלת משאות

נסיון ראשון לניצול עקרון-הפעולה של כלי-השיט, המרחף ברום מועט מאד, על פני המים ("רחפת"), על ידי "כר-אוויר", גם לצורכי תובלה יבש-תית, נעשה על ידי חברת הנדסת תובלה בריטית, שפיתחה גרור-רחפת כבד, במשקל כולל של 600 טונות, להובלת משאות כבדים בכביש. טורבינת-גז בעלת מדחס-אוויר צירי, מותקנת על הגרור ומספקת אוויר ליצירת "כר-אוויר"; הרחפת מותקנת מתחת למרכז-הגרור. בעזרת כר-האוויר יכולה



טעינת גידוש - עקרו פעולה ומבנה

מאת: אשר שרונאי

מנועי דיזל, הם כידוע סוג מיוחד של מנועי שריפה פנימית, אשר בהם מועברת האנרגיה הכימית של השריפה - עקב פיצוץ המלווה תהליך הזרקת דלק לאוויר, השרוי בלחץ גבוה - ישירות לבוכנות-המנוע.

מנועי הדיזל, לא זו בלבד שהם מתחרים בהצלחה במנועים האחרים, אלא מהווים במקרים רבים גורם מכריע במשק: בתחבורה, ביבשה ובים, בתחנות-כוח ובמפעלי-תעשייה.

תכונה בולטת של מנוע הדיזל, היא: - שהמומנט שמפתח המנוע כמעט ואינו מהווה פונקציה של מהירות-המנוע בתחום העבודה. כמות האוויר, שמקבל הצילינדר, בכל מהלך יניקה אינה תלויה כמעט במהירות המנוע. מסתבר, איפוא, שכמות הדלק הנשרפת עם כל מהלך יניקה, והעבודה היעילה המופקת על-ידי פעולת הבוכנה - קבועות. תכונה חיובית נוספת היא, נצילותו התרמית הגבוהה יחסית של המנוע. מנוע דיזל, צורך פחות דלק להפקת הספק נתון, ונוסף לכך הדלק שלו זול בהרבה מבנזין.

מגרעתו העיקרית ביותר של מנוע הדיזל, היא משקלו היחסי הגבוה לכל כ"ס שהוא מפיק. על מנת לתקן, במידת-מה, מגרעת זו, שהיא חמורה כשמדובר בשימוש במנועי-דיזל למערכות אוטומוטיביות, מתקנים בו את מערכת טעינת-הגידוש, אשר יתרונותיה יוסברו במפורט בהמשך.

לאחרונה כמעט אין מייצרים מנועי-דיזל ללא אלמנט טעינת-גידוש. האפשרות להשגת אותו ההספק במשקל מנוע נמוך יותר - היא פיתוי שלא ניתן ולא כדאי לעמוד בפניו. כיום, נרכשים מנועי-דיזל מיצרני-חוץ. מנועים אלה מסופקים על-ידי היצרן עם מערכות טעינת-הגידוש שלהם. אולם, לא ירחק היום והנסיון המקומי שהצטבר בתחום מנועי טורבינות-הגז והמדחסים הצנטריפוגליים, יביא אותנו לידי ייצור טורבו-מגדשים מתוצרת מקומית.

הכרת מנועי-הדיזל וביצועיו מחייבת בין השאר - הבנה בסיסית של אלמנט הגידוש - למטרות שיפורים, תפעול, אחזקה והתאמה למנוע.

טעינת-גידוש - מהי ?

מטרת טעינת-הגידוש או ההגדשה, היא בראש ובראשונה, להגדיל את הספקו של המנוע, בעל הספק נתון. ההספק שמפתח מנוע דיזל, תלוי בכמות הדלק שהוא שורף; ולכן - אם דרושה הגדלת ההספק - יש לשרוף כמויות גדולות יותר של דלק. כדי לשמור על היחס הכמותי הקבוע: דלק/אוויר - יש לספק כמויות גדולות יותר (משקלית) של אוויר. הואיל וכל קילוגרם דלק דורש כמות מסויימת של אוויר לשריפה - כשכל שאר התנאים נשארים ללא שינוי - יגדל משקלו של האוויר, הנתון בנפח מסויים וקבוע, רק עם עליית לחצו. באופן זה מתקבל מטען גדוש על-ידי הגדלת הלחץ של מטען האוויר בתוך הצילינדר, בתחילת מהלך-הדחיסה.

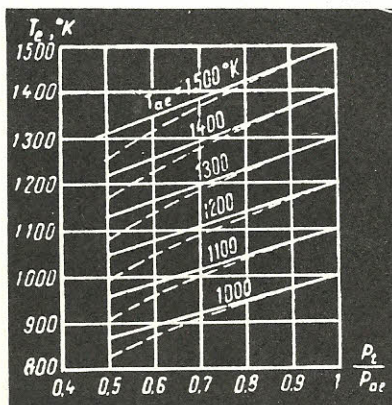
כדי להגדיל את לחץ האוויר אין מטען האוויר "נשאף" לתוך הצילינדר בשאיפה טבעית, על-ידי הבוכנה הנסוגה - אלא נדחק פנימה על-ידי לחץ מוגבר, הנוצר באמצעות מדחס-גידוש.

השינוי העיקרי, הדרוש במבנהו של מנוע בן ארבעה מהלכים, כאשר מצרפים אליו מדחס-גידוש, הוא שינוי בעיתוי שסתומי-היניקה והפליטה. מקדימים את מועד פתיחת שסתום-היניקה ומאחרים את מועד סגירת שסתום-הפליטה. שני השסתומים נשארים פתוחים בחפיפה של 50 - 100 מעלות ויותר. היתרון של חפיפה ממושכת הוא: הדחה מעולה יותר של חללי-השריפה. במנועים בעלי שני מהלכים, קיימים מפוח להספקת אוויר הדחה ונוסף לכך מדחס-גידוש, המעלה את לחץ אוויר-ההדחה ואת כמותו המשקלית. במנועים אלו יש לשנות במעט את עיתוי-ההדחה והפליטה, כדי להשאיר יותר אוויר-הדחה עם תחילת מהלך הדחיסה.

מערכות טעינת-הגידוש, יכולות לקבל הנעה מכנית חיצונית, הנעה המתקבלת ממערכת הטפלים של המנוע. אולם, הגישה המקובלת ביותר כיום, ובפרט לצרכים אוטומוטיביים, היא לנצל את אנרגיית הגזים השרופים הזמינה, לצורך הנעת מדחס-הגידוש (טורבו-מגדשים).

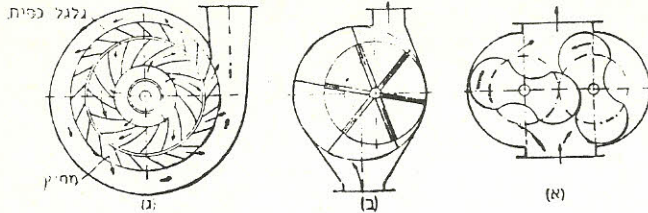
אנרגיית גזי-הפליטה

גזי-הפליטה, בהפלטם מהצילינדר, הם בעלי לחץ בתחום 12 ק"ג/סמ"ר ובעלי טמפרטורה של 1130°C - 1400°K (800). פתיחת שסתומי-הפליטה, גורמת לנפילת לחץ חדה בגזים השרופים וכתוצאה מכך חלה תאוצה בגזים המתפשטים בתהליך איזנטרופי. האנרגיה הקינטית הזמינה, המוקנית לגזי-הפליטה, מנוצלת איפוא, להנעת מכונות הפועלות על עיקרון "התפשטות הגזים".



ציור 1: השתנות הטמפרטורה של הגזים השרופים בסעפת הפליטה.

- (א) — מפוח "רוט"
(ב) — מפוח להבים
(ג) — מדחס צנטריפוגלי.



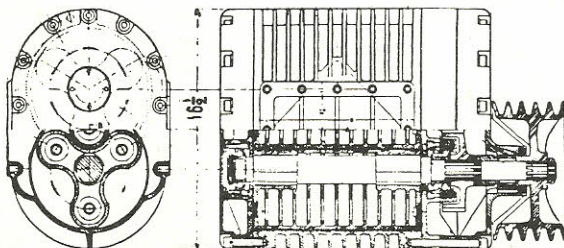
מערכות גידוש — עקרון פעולה ומבנה

הזרמה לתוך הצילינדר של כמות אוויר, הגדולה מזו שהצילינדר יכול היה לינוק בעצמו — נקראת גידוש. פעולת-הגידוש, נעשית באמצעים חיצוניים, ועיקרה — הגברת לחץ האוויר בכניסה לצילינדר (Supercharging, Boosting). מבחינה עקרונית, מביאה פעולת הגידוש לשריפה של כמויות גדולות יותר של דלק. על ידי כך היא מגדילה את נצילותו התרמית של המנוע (הכוונה להגדלת כמות הדלק הנשרפת, מתוך הכמות שלא היתה נשרפת, אילו לא היתה קיימת פעולת-הגידוש). במערכות גידוש אנו משתמשים במקרים אלה:

- לשפר את ביצועיו של מנוע קיים (שיפור ביצועיו האוטומוטיביים של כלי-רכב, אשר אין בכוונתנו להחליף את מנועו, אולם ברצוננו להגביר את הספק המנוע).
- להקטין את משקל המנוע ל"כ"ס מופק (מטוסים, מכוניות ומערכות אוטומוטיביות).
- להקטין את נפח המנוע ולהגבילו (ברכבות ובכלי-רכב ממונעים).
- להתגבר על הבעיה המתהווה עקב שינויים בצפיפות האוויר, עם העליה לגובה מעל פני הים (מנועי מטוסים ומנועים נייחים על הרים).

שיטות מימוש: הגדלת לחץ האוויר, הנינק על-ידי הצילינדרים מושגת על-ידי שימוש במפוחים מסוג "רוט", מפוחי להבים או מדחסים צנטריפוגליים — כמודגם בציור 2. מדחסי-בוכנה, כמעט ואינם נמצאים בשימוש, עקב מבנם הכבד והמסורבל. במפוחים השונים, אנו שואפים לאספקת-אוויר רצופה ככל האפשר וללא תנודות. המפוחים מונעים בדרך כלל על-ידי המנוע עצמו, באמצעות מערכת של גלגלי שיניים חלזוניים, הליקליים, רצועות ושרשראות שקטות. מהירויות הסיבוב המתקבלות במפוח הן פי שניים עד שלושה, מאלו של גל הארכובה במנוע.

לעתים, כשרוצים להגביר את הספקו של מנוע קיים, מרכיבים לו מגדש, המונע באמצעות מנוע חשמלי עצמאי. בציור 3 אנו רואים מפוח "רוט" בעל שלוש כפות, המיועד לטעינת מנוע בן 290 כ"ס. המבנה בעיקרו הוא צילינדר, פתח-הכניסה והיציאה הם חדים ומלוכסנים, כדי להפחית את עצמת הרעש.



ציור 3: מפוח "רוט" בעל שלוש כפות, מונע באמצעות רצועות "V".

לדוגמה: טורבינות-הגז הן מכונות קומפקטיות במבנה ובמשקל, אולם חסרונן הגדול הוא בכך, שהן סובבות במהירות גבוהה ביותר. להן מומנט התמד-גבוה, ולכן תגובת ההיענות שלהן לשינויים דרסטיים בתחום פעולת המנוע — איטית.

טורבינות-גז יכולות לפעול, תיאורטית, בשני משטרי-זרימה:

פעולה בלחץ משתנה: הכניסה לטורבינה יכולה להביא לניצול מלא של אנרגיית גזי-הפליטה. אולם הדבר מחייב התקנת מעברי-זרימה מיוחדים והפרדה בין הצילינדרים, כדי להקטין למינימום את הפסדי-הזרימה. טורבינות הפועלות בלחץ משתנה, הן בדרך כלל בעלות נצילות טובה יחסית, אולם פתרון זה מורכב מבחינה קונסטרוקטיבית.

פעולה בלחץ קבוע: בכניסה לטורבינה מחייבת "בלימת" הגזים תוך כדי תנועתם, על-ידי הובלתם לתוך סעפת יחידה בעלת שטח חתך מספיק, אשר לתוכו מזרימים כל הצילינדרים באותה החטיבה את גזי-השריפה. בתנאים אלו, נוצר לחץ נגדי, הגורם להקטנת הנצילות המכנית, וכן להקטנת נצילות הטורבינה. פתרון זה מקל מבחינה קונסטרוקטיבית.

פעולת הטורבינה, היא למעשה בעלת אופי מעורב. זאת משום שמפרידים את גזי-הפליטה בהגיעם לאזור הטורבינה. תוך כדי היפלטות גזי-השריפה מתוך הצילינדר, הם יורדים בטמפרטורה ובלחץ. בציור 1 אנו רואים את השתנות הטמפרטורה של הגזים השרופים בסעפת הפליטה. אנו רואים, כי ככל שהיחס בין הלחץ בסעפת הפליטה P_t לבין הלחץ בתוך הצילינדר P_{ae} יורד, יורדת גם הטמפרטורה של גזי-השריפה. נפילת הטמפרטורה תהיה יותר חדה, כאשר מנצלים את מלוא אנרגיית הגזים הזמינה (מסומן בקו מרוסק), לעומת מצב "בלימת" הגזים בלחץ P_t (מסומן בקו מלא). אנרגיית גזי-הפליטה הזמינה מתקבלת מהפרש האנטלפיות קק"ל/קג"מ:

$$(1) \Delta i = i_e - i_o = C_p (T_e - T_o)$$

T_e, i_e — טמפרטורה ו־אנטלפיה (קק"ל/קג"מ) גזים.

C_p — חום סגולי בלחץ קבוע ב-קק"ל/קג"מ $^{\circ}K$.

T_o, i_o — טמפרטורה ואנטלפיה בתנאים אטמוספריים.

בכפיפות להיפוטזת-הגזים האידיאליים, ניתן לחשב ביחידות קלוריות את העבודה המכנית, אשר ניתן להפיק מ-ק"ג אחד של גזי-הפליטה. אם נסמן ב- q' (קק"ל/קג"כ) את כמות החום הזמינה המתקבלת משריפת ק"ג אחד של תערובת אוויר/דלק, ניתן לחשב את היחס:

$$\frac{AL}{q'} \times 100\%$$

אשר מייצג את החלק היחסי מכמות החום המופקת על-ידי המנוע, שניתן להפיק מהגזים השרופים כאשר:

A — שווה ערך תרמו-מכני (1 קק"ל/427 קג"כ×מ').

L — העבודה המכנית המתבצעת ע"י המנוע (קג"כ×מ').

אנטלפיה — סכום האנרגיה הפנימית של הגז ומכפלת הלחץ בנפח הסגולי.

מגדשים לעומס כבד ולמהירויות גבוהות, מונעים על-ידי מערכת גלגלי שיניים מכנית – ישירות מהמנוע, או באמצעות האנרגיה הקינטית (תנע) של הגזים השרופים ביציאה מהצילינדר, תוך כדי ניצולם לצורך הנעת טורבינה, המחוברת ישירות למדחס צנטריפוגלי. מהירות הסיבוב המקובלת למדחסים צנטריפוגליים היא 15,000 סל"ד למנועי מהירות נמוכה, 30,000 סל"ד למנועי מהירות גבוהה. אם ההנעה מתבצעת באמצעות המנוע, יהיה יחס מהירות המגדש למהירות המנוע – 1:11 – 1:5.

בציור 4 אנו רואים חתך מלא של מפות צנטריפוגלי עם בית חלזון. מפות זה מונע חיצינית.

הנעה זו יכולה להתבצע על-ידי גורם חיצוני באמצעות הינע הצועות, גלגלי שיניים או הינע שרשרת. פתרון זה מקובל במערכות הנעה נייחות ואין הוא מקובל במערכות אוטומוטיביות – בשל מבנהו המסורבל. כמורכב מחייב פתרון זה התקנת חיבור חיצוני למערכת-השימון של המנוע. יתרונו של פתרון זה, שניתן לטפל בו בקלות יחסית לצורכי תחזוקה וכן מאפשר הוא שינוי המיקום בהתאם לצרכים הקונקרטיים. צורת המיסוב אינה יעילה, בשל היותה מבוססת על "שיטת הקונזולה".

בציור 5 מוצג מגדש אנכי (טורבו-מזחס) של Buchi. המפוח מקבל את תנועתו באמצעות טורבינה, המנצלת את אנרגיית-הגזים הנפלטים.

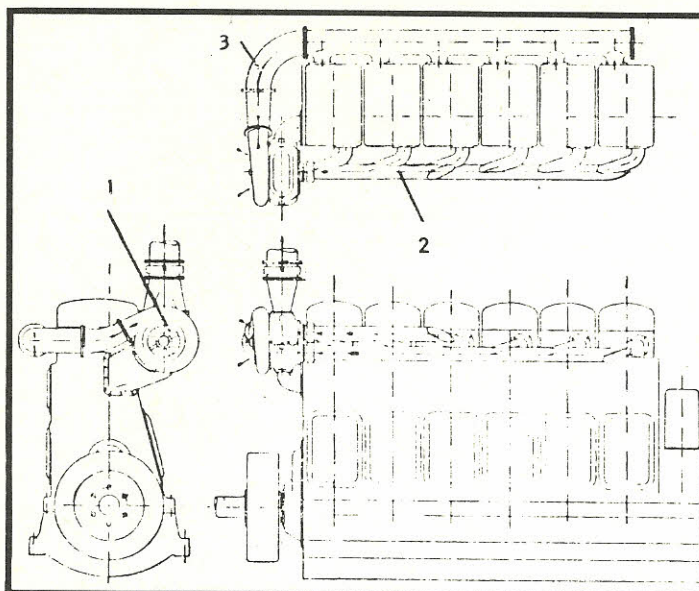
העקרון: האנרגיה הקינטית של האוויר בעוזבו את המאיץ (Impeller) של המדחס מותמרת לאנרגיית לחץ על-ידי הכפות המכוונות והנייחות של הגלגל המכוון (Diffuser).

כדי למנוע את פעולת הטורבינה בדפקים, עקב פעולת הפליטה הבלתי-רציפה של הצילינדרים, נוהגים לחבר את הצילינדרים בצמדים (אותם הצילינדרים אינם פולטים גזי-שריפה בו־זמנית) לנחירי הטורבינה, כמוצג בציור 6. פעולה זו מבטיחה רציפות-הסיבוב של הטורבינה.

בציור 7 אנו רואים שיטות שונות למיקום הטורבו-מדחס, וכן חיבורי הצילינדרים לסעפות-הפליטה. בציור מודגם מנוע בעל ששה צילינדרים, כאשר גזי-הפליטה מכוונים לסעפת-פליטה משותפת.

במנוע שבו קיימות שתי חטיבות צילינדרים, מקובל להפנות את גזי-השריפה של כל חטיבה בנפרד – לסעפת-פליטה משותפת. במקרה זה, מותקנים במנוע שני טורבו-מדחסים, שכל אחד מהם ניטען על-ידי סעפת-פליטה נפרדת. קיימת, כמובן, האפשרות להתקין טורבו-מדחס יחיד, אולם מימדיהו יהיו גדולים יותר ויקשו על בחירת מיקומו. על פי הנסיון שהצטבר ידוע, כי התקנת שני טורבו-מדחסים היא חסכונית יותר במובן של צמצום הגדלת מעטפת המנוע. לצרכים אוטומוטיביים למנועי דיזל, בני 600 כ"ס ומעלה, מעדיפים להתקנתם של טורבו-מדחסים, בשל העובדה שלצורך הספקת כמויות האוויר הדרושות למנוע, תידרש התקנתו של טורבו-מדחס יחיד בעל מימדים נכרים. יש לציין, כי התקנת שני טורבו-מדחסים עדיפה משיקולי נצילות טובה יותר של גזי-הפליטה (קווי-הזרימה של הגזים השרופים קצרים יותר).

שימושים: מפוחים דוגמת "רוט", שימושיים למנועים בעלי מהירויות בינוניות (4000 סל"ד). כושר הספיקה שלהם כמעט ואינו מושפע ממהירות-הסיבוב. לעתים, מקובל להניע אותם באמצעות מנוע חשמלי. המבנה שלהם — מסיבי ומסורבל. מפוחים צנטריפוגליים, המונעים באמצעות אנרגיית גזי-הפליטה, קלים במבנה ושימושיים במרבית המקרים



ציור 6: מקומו של המגדש וחילובי הצילינדרים להנעת הטורבינה (צילינדרים 1, 2, 3, ו- 4, 5, 6 מחוברים בחטיבות בנפרד) — 1 כניסה למדחס — 2 סעפת פליטה — 3 סעפת יניקה.

(מתקנים נייחים, מנועים לצרכים אוטומוטיביים).

במפוחים צנטריפוגליים, יכולים סיבובי המנוע להשתנות, מבלי להשפיע על פעולת הטורבינה (הכוונה להיפוך בכיוון הסיבוב), שכן בכל מקרה אין שינוי בכיוון-הזרימה של הגזים השרופים. במפוחי "רוט" המונעים ישירות מכנית מהמנוע היפוך מגמת-הסיבוב אינו אפשרי.

במהירויות נמוכות, ניתן לשמור על מומנט קבוע של המנוע, ללא עליה נוספת בטמפרטורה של גזי-השריפה. כיום מתרחב והולך השימוש בטורבו-מדחסים והם מועדפים על פני השימוש במערכות-גידוש, המקבלות את תנועתן ישירות ממערכת הטפלים של מנוע. מבנה הטורבינה פשוט יותר, אמינותה גבוהה, והיא מנצלת את אנרגיית הגזים השרופים, אשר אין לה כל ניצול נוסף. הבעיה העיקרית בשימוש בטורבינה היא להתגבר על קיום הטמפרטורה הגבוהה והגבלתה בתחום רצוי. נסכם את היתרונות הקיימים בניצול מערכת טעינת-הגידוש: הגדלת ההספק: בהגדלת הלחץ האפקטיבי הממוצע בשעור מ-30 ועד 50 אחוזים. כאשר משתמשים בגידוש כדי להניע מנוע מהיר, או כדי להתגבר על בעיות שינוי הצפיפות של אוויר-היניקה (נצילות וולטמטרית נמוכה) ניתן להגיע להגדלת ההספק בשעור של 30 אחוזים יותר, מאשר לו ניסינו לתקן את הנצילות הוולטמטרית באמצעים אחרים. לדוגמה: הגדלת הנצילות הוולטמטרית מ-70 ל-90 אחוזים, מגדילה את ההספק המנוע בשעור 37 אחוזים.

בציור 8 ניתן מידע בענין הגברת-ההספק במנוע בן שמונה צילינדרים, המונע באמצעות טורבו-מדחס של Buchi Elliot. נצילות מכנית: הגדלת הפסדי-החיכוך, עקב הרכבת מערכת-גידוש, המונעת באמצעות המנוע, קטנה בהרבה מהתוספת בהספק, הנובעת מעצם השימוש בטעינת-גידוש. כפועל יוצא מכך עולה הנצילות המכנית של המנוע.

בציור 9 אנו רואים את עקומות-הנצילות המכנית של מנוע בן ששה צילינדרים, המנוע על-ידי מצת, מתוצרת Cummins. במנוע זה, מותקן מדחס מסוג "רוט" והנצילות המכנית מתוארת כתלות במהירויות והלחצים השונים.

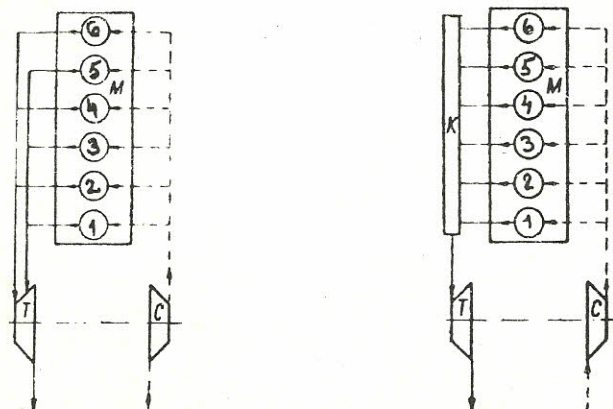
הגברת החסכון בצריכת הדלק: בשל שריפה מושלמת יותר של התערובת, עקב הגברת הטורבולנציה (עירבול בצילינדר), ערבוב טוב יותר בין האוויר והדלק והעלאת הנצילות המכנית — יורדת צריכת הדלק הסגולית.

הנחתת שיעור הדטונציה: במנועי-הצתה על-ידי מצת, מקטינה הגדלת לחץ-הכניסה את משך איחור-ההצתה של התערובת, וכן מקטינה את גרדיאנט הלחץ בצילינדר. כל אלה גורמים לשיפור רציפותה ואחידותה של פעולת השריפה בצילינדר. במנועי-בנזין — כאשר מופעל המנוע ביחס דחיסה כזה, הגורם לדטונציה בזמן גידוש (אם משתמשים באותו דלק עצמו) — חייב יחס-הדחיסה לרדת, כדי שלחץ-הדחיסה של המנוע המוגדש יישאר כפי שהיה לפני שהותקנה בו מערכת טעינת-גידוש. פעולה זו, מורידה קלות את הנצילות התרמית, אולם ההספק גדל. מנוע ללא גידוש, שפעל ביחס דחיסה של 1:6 או 1:7 לפני הגידוש, יפעל לאחריו ביחס דחיסה של 1:5 או 1:6 בהתאמה.

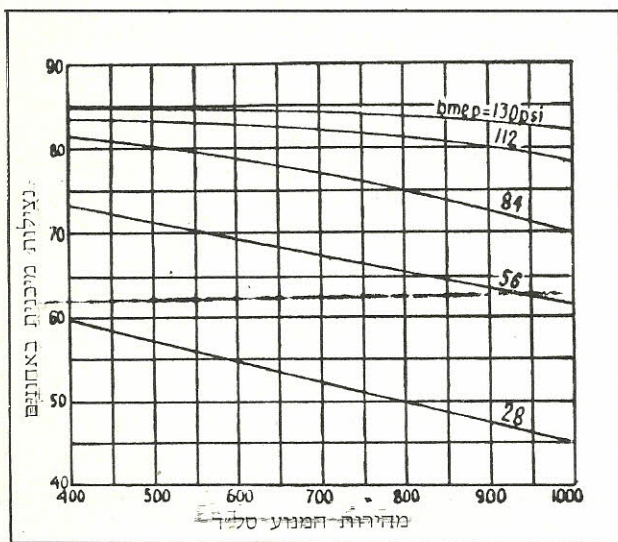
אילוצים קונסטרוקטיביים: מידת-הגידוש המותרת, דהיינו — לחץ וטמפרטורת-הגידוש המקסימליים, מותנים בכושר עמידתו של המנוע הנתון בהגברת הלחץ והגדלת המאמצים התרמיים, הנובעים מעלית הטמפרטורה.

לחץ — הגדלת הלחץ האפקטיבי הממוצע מגבירה את העומס על המיסבים הראשיים. כמו-כן גדל קצב הבליה והשחיקה של החלקים הנעים.

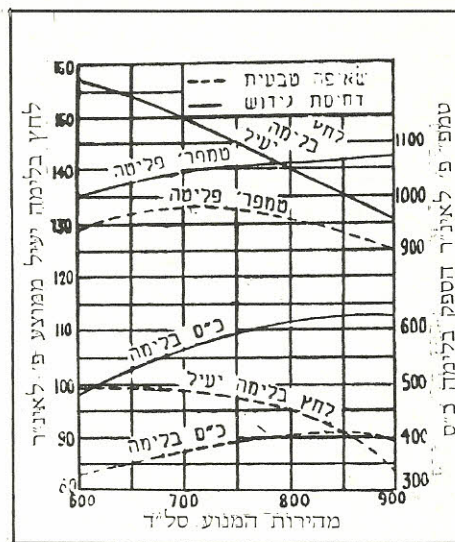
ההספק המנוע = נפח הצילינדרים × סל"ד המנוע × לחץ



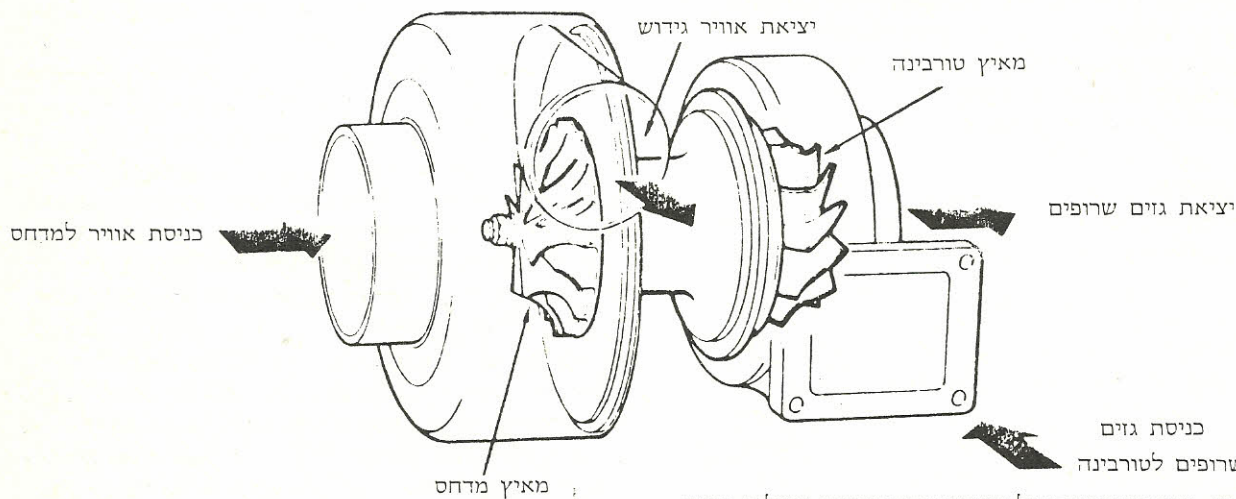
ציור 7: שיטות שונות למיקום הטורבו-מדחס במנוע הדו-צילינדר.



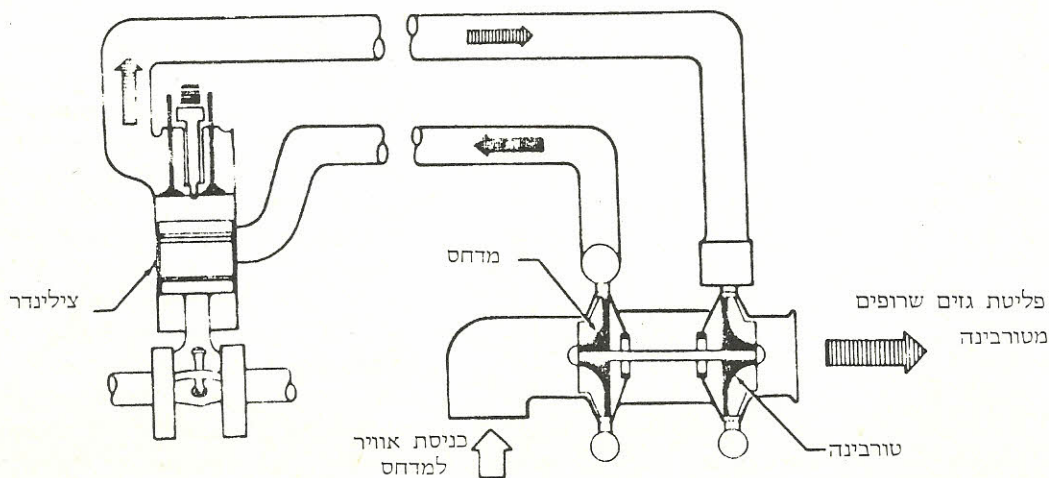
ציר 9: נצילות מוכנית של מנוע קמינס עם טעינת גידוש.



ציר 8: השפעת טעינת הגידוש באמצעות טורבו-מדחס על ביצועי המנוע.



ציר 10: תרשים-התקנה של טורבו-מדחס ועיקרון פעולתו במנוע דיזל.



MERCURY MARINE

„מרקרויזר“
120—255 כ"ס

„מרקיורי“
200—4 כ"ס

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



מפיצים:

„אמביל“ בע"מ
השרון 4, תל-אביב
טל. 331969

ל.י.א. חברה לציווד

הידראולי ופנאומטי בע"מ

רח' קרליבך 29, תל-אביב

טל: 284633

אספקה — תכנון — וייצור

* מערכות הידראוליות ויחידות כח הידראוליות.

* מערכות הידרוסטטיות — EATON.

* מערכות שימון אוטומטי.

* אטמי שמן לייצור בוכנות ואטמים שונים.

* מלאי חלקי חילוף לכל היחידות ההידראוליות

שברשותנו.

אפקטיבי ממוצע.

טמפרטורה: כאמור, עולה הטמפרטורה של הגזים השרופים עקב טעינת-הגידוש. במנוע שטמפרטורת הגזים השרופים שלו לפני התקנת מערכת הגידוש היתה 720°F , לאחר שהורכבה בו המערכת, עלתה טמפרטורת הגזים השרופים 960°F . עלית הטמפרטורה היא ניכרת ויש להביאה בחשבון. המתכנן חייב להבטיח, כי חומרי המבנה של הבוכנה והצילינדר וכן שאר חלקי המנוע הבאים במגע עם הגזים השרופים, יהיו מסוגלים לסבול את תוספת המאמצים התרמיים — בשל עלית הטמפרטורה. טמפרטורת-היציאה הגבוהה של הגזים השרופים נוטה לגרום לשריפה מוגברת של ראש הבוכנה, תושבות ושפות שסתומי-הפליטה.

בציור 10 מוצג תרשים של התקנת טורבו-מדחס למנוע דיזל. כאן רואים את חיבורי סעפת-הפליטה עם הטורבינה וסעפת-היניקה — עם המדחס. כמו-כן רואים את המבנה העקרוני של טורבו-מדחס באמצעות חתכים מקומיים.

מערכות הדמאה תרמית

סוף מעמוד 13

דחיית טכניקת-הסריקה המשולבת על-ידי צבא ארה"ב נראה שלא היה בה כדי פגיעה קשה בחברת-יוז, כיוון שהחברה עובדת כבר במרץ רב על ייצור "דור העתיד" של ציוד הדמאה-תרמית — ה-MFPA (מערך מישור המוקד המונוליטי), המנצל התקנים צמודי-מיטען (CCD).
דור העתיד

אם כי חברת-יוז, אינה מקדמת באופן ממשי את הליכי עבודתה העכשוית בכוונות תרמיות מהדור השני (כל המכשירים הקודמים, לרבות מכשירים בעלי מודולים אחידים, נמנים עם הדור הראשון). ניתן לאשר, כי שלושת החילות המזוינים של ארצות הברית, העניקו חוזים רבי-היקף לפיתוח הטכנולוגיה ההכרחית. שלא כבמערכות הקודמות, מורכבים אלפי גלאים בהתקנים החדשים האלה ועל כן אין הם יכולים לפעול על יסוד העיקרון של סריקה-מקבילה. יתרונות הדור החדש, הם:

- משקל קטן בהרבה.
- מידות קטנות בהרבה.
- צריכת-הספק קטנה מאוד.
- ביצועים משופרים.
- נוסף לכך — היתרון הצפוי הבא — הטעון עדיין הוכחה:
 - עלות ייצור מופחתת בהרבה.
- מבין החוזים שהוענקו לחברת-יוז לפיתוח כוונות תרמיות של דור העתיד, ראויים במיוחד לציון:
 - פיתוח כוונת נשק תת-אדומה, בשיתוף צבא ארה"ב.
 - פיתוח "פליר" טקטי מתקדם (ATAC).
 - בשיתוף עם הצבא ומשרד ההגנה האמריקאי.
 - חיפוש תכנית להצגת הטכנולוגיה של מערכות הדמאה תרמיות, בשיתוף עם חיל האוויר האמריקאי.

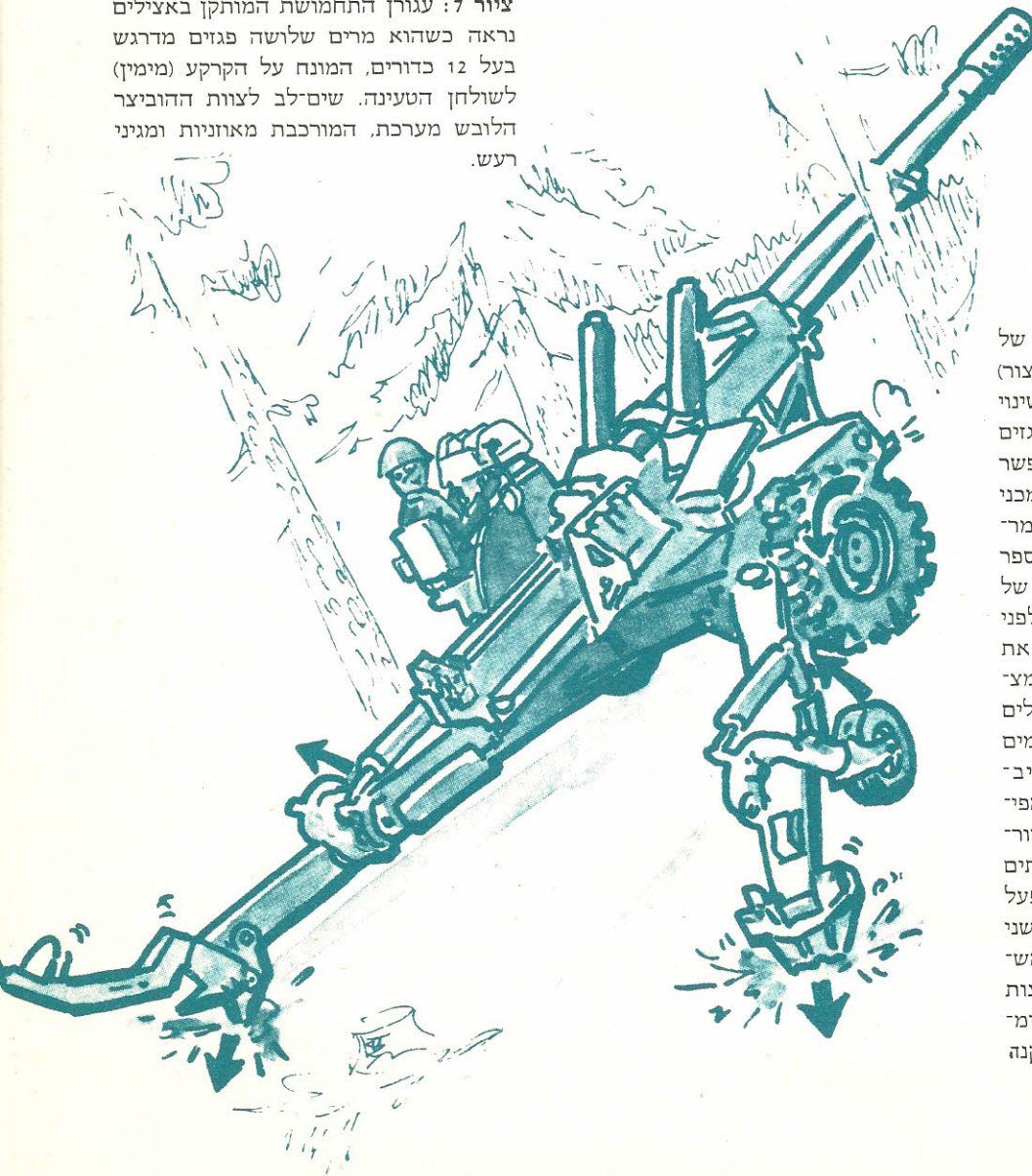
פיתוח שבדי של ההוביצר המשך מעמוד 17



ציור 7: עגרון התחמושת המותקן באצילים נראה כשהוא מרים שלושה פגזים מדרגש בעל 12 כדורים, המונח על הקרקע (מימין) לשולחן הטעינה. שיס-לב לצוות ההוביצר הלוכש מערכת, המורכבת מאוזניות ומגיני רעש.



ציור 6: שבע אפשרויות ההתקנה של המרעום ZELAR (ועוד המצב "S" — נצור), נראות בבירור. כניסת המרעום ניתנת לשניו כדי להתאימה למידות החלל של הפגזים שבידי צבא ארה"ב, אנגליה ושבדיה. אפשר להתקין את התקן ההקשה החשמלי-המכני לרגישות רגילה או גבוהה (רק בהתקנת מרעום מספר 3); בגשם יש להימנע ממספר התקנה זה. האלקטרודות והאלקטרוליט של מצבר מרעום-הקירבה מופרדים זה מזה לפני ירי. צלוחית (אמפולה) זכוכית המכילה את האלקטרוליט מתנפצת בעת ירי, כאשר המצבר נותן כמעט מיד מתח מלא. המעגלים המודפסים של ההצתה האלקטרונית מושמים בתוך תרכובת לשמירת החוץ וטיב האחסנה. מחסום פלדה מגן על ההתקן הפירוטכני בעת הקשה, כאשר מופעל סידור ההשהייה. לקטע הפירוטכני שלושה מצתים חשמליים, הראשון שימושי כאשר מופעל מרעום-הקירבה ולירי בהקשה מיידית; השני — עם סידור פנימי של ההשהייה קצרה והשישי עם סידור-השהייה ארוכה להתפוצצות נתיר ("ריקושט"). ההשהייה-הדריכה המינימלית להתקנה במצב הקשה 75 מטר, להתקנה במצב קירבה 3 שניות.



מסיבת-פרידה לקצינים בכירים שסיימו את שירותם בחיל החימוש

חיל החימוש נפרד באחרונה במסיבה חגיגית, מקבוצת קצינים בכירים, שסיימו תקופות-שירות ארוכות בחיל.

הם עברו כברת-דרך ארוכה, משנות ה"מישים הראשונות, עת היו חיילים וקצינים צעירים ועשו צעדיהם הראשונים בחיל החימוש, גאים על המשימות שלפניהם, אך תוהים עדיין בכל הכרוך לעתידם האישי בצה"ל.

והנה כיום — נפרדים הם מצה"ל, "מז"דקנים" קמעה, מרביתם לאחר 25 שנות שירות ויותר, נזכרים במסלול הדרך, בתרומתם לחיל ולעיצובו, בימי השמחה והיגון שנפלו בחלקם בעבר.

הם עוזבים גאים ומרוצים על הטיית השכם לבניית מפעל גדול ורב-ערך, למען עמם ועתידם.

קדמה לטקס מסיבת-רעים חגיגית ורב-תשתית על דשא מטופח — ליד שולחנות ערוכים.

ותיקים וצעירים, מפקדים וחניכים, נפגשו שוב לאחר תקופות-זמן ממושכות: פגישות נרגשות, קריאות-פתע קולניות וגילויי-שמחה מפתיעים, נשמעו בחלל האוויר כפעם בפעם, בהיפגש חברים וידידים משכבר הימים.

במישטח-הדשא רחב-המידות, נתכנס לאחר מכן קהל מוזמנים רב ומגוון — לטקס הנאה והמרשים.

פתח את מסיבת הפרידה קצין החימוש הראשי תא"ל בן-ציון בן-בשט שאמר:

"אנחנו כולנו משתתפים והשתתפנו במשך השנים בארועי-פרידה מהסוג הנערך כאן הערב. מפגישה לפגישה כל אחד מאתנו מתקרב, מי מתוך ציפיה ומי פחות לאותו ערב בו ישב בחבורה של חתני הערב הלב-שת אזרחית.

אני מקווה שערב זה יהווה התחלה של מסורת בחיל ויחליף את המפגשים האקר-איים של העבר. אחת לשנה, במסיבת גן כזו, נפרד מכל הפורשים במשך השנה.

זהו ללא ספק רגע, בו מהולים שמחה בעצב ואינני רוצה להתיימר ולנסות לתאר את הרגשתנו, לא כל שכן את תחושותיהם של העוזבים.

אנחנו נפרדים היום מקבוצת אנשי-צבא ותיקים שבילו מיטב שנותיהם בחיל החימוש, חצו אותו לאורך ולרוחב ותרמו נתח נכבד של חייהם לעיצוב דמותו ולפיתוחו. אני יודע שההפריה היא הדדית ושאלו שולחים לחיים שבחוץ אנשים בשלים,

מיומנים ועשירי-נסיון שיוכלו להתמודד בהצלחה בכל מסלול בו יבחרו.

אני מאחל בשם החיל לכל אחד מכם הצלחה בדרכו ומבטיח שהקשר עם החיל לא ינותק ונמשיך לראותכם במפגשים וארועים.

אני מנצל את ההזדמנות לאחל לכולנו שנה טובה ופורייה."

עם סיום דברי-הברכה מפי ראש החיל, נקראו הפורשים לעלות על הבמה, כשהמנחה סוקר קצרות את מייגוון-תפקידיהם של כל אחד מהם בחיל והנוכחים מקבלים אותם בתשואות רמות ולבביות. לכל אחד מהמסיימים הוענקה תמונת אמנות — כשי.

בשם קבוצת הקצינים שסיימו שירותם, השיב בדברי-תודה אל"מ (מיל) מאיר: "שנות שירותנו — ליוו אותנו בקביעות. אשר רכשנו בחיל — נותן ביטוי בכל צעד דינו. נהניתי מכל רגע של שירותי בחיל ולו נשאלתי, אם מוכן אני לחזור על כל מסכת העשייה בעבר — הייתי משיב בחיוב מלא. חיל החימוש ראוי למלוא הכבוד וההערכה.

החיל הוא אחד הקשים בצה"ל ופיקודו — בידיים נאמנות. בלעדי לא יתואר חיל טוב ופעולה תקינה של צה"ל. תודה על הכל — ולכולנו שלום."

בסיום הטקס והמסיבה החלפנו דברים עם שניים מהמסיימים:

סא"ל יהודה, שהיה שותף מלא בעיצוב דמות החיל מראשיתו, השיב לשאלותינו: "מעולם לא ידעתי חיי אזרח מה הם. מהאניה צורפתי ישירות לחיל החימוש. עתה בגמר שירותי, הנני פותח לראשונה בחיי האזרחיים. לו נתאפשר הדבר — הייתי מתחיל הכל מחדש — בחיל החימוש."

סא"ל אברהם אמר לנו, כי שירת 27 שנים, מרביתם במפקדת החיל. "לא התרגלתי עדיין לחיים אזרחיים. כשאני סוקר תקופת שירותי נראה לי, כי החיל עתה

גדול יותר — אבל יש פחות אינטימיות." את מסיבת הפרידה חתמה תכנית אמנו-תית עשירה.

זוטות

• במסיבת-פרידה שנערכה במפקדת החיל לרגל פרישתם של מספר קצינים בכירים לגימלאות, נשא דברו בשם הפורשים לגימלאות, אל"מ (מיל) מאיר.

ה"חברה" ציפו כמקובל לדברי-ברכה קצרים, אך אל"מ מאיר שניחן בכושר רטורי מצויין, לא החמיץ הזדמנות נוספת להפגינו ותיאר באריכות את חוויותיו ותפקידיו בפיקודים השונים.

בתום הנאום העיר אחד הנוכחים "כל הכבוד לשלישות החיל; תאר לך מה היה קורה, לו היו כוללים במסלול השירות של אל"מ מאיר גם את הגייס ומרש"ל."

• "האם יצליח?" מתח וחרדה ליוו את צעידתו של קצין החימוש הראשי על מגרש המסדרים, כאשר קבל באחרונה את מסדר-הסיום של קורס קציני-חימוש. בתום צעידה נאה לאורך המסלול, פרצה אנחת רווחה אצל קצינים אחדים אשר ידעו שבמשך הימים שלפני המסדר (וגם לאחריו) נראה קצין החימוש הראשי כשהוא "סוחר" רגל בצליעה, עד כדי חשש שלא יוכל להשתתף במסדר.

• שיא היעילות בחודשים האחרונים נזקף ללא צל של ספק על חשבון צוות-הצלמים של בסיס-ההדרכה החילי. בכנס ותיקים שנערך לאחרונה בבסיס, הופתעו הנוכחים כאשר במהלך ארוחת-הצהרים החגיגית, הוקרן על פני מסכים באולם, סרט שתיאר את ארועי-היום. הסרט המחיש את הישגי חיל החימוש בתחום אמצעי-ההדרכה, שם-ערכת הטלוויזיה במעגל סגור — הינה רק אחד מהם.

השמועה אומרת, כי בתום הטקס נוצרו כבר קשרים מסחריים בין צוות הצלמים ואיש תעשית הסרטים שהזדמן למקום. האם בכוונת חיל החימוש להשתלט גם על תעשייה זו?!

אצלנו בחיל





למעלה: קצין החימוש
הראשי נושא דברו
במסיבת הפרידה.

למעלה משמאל: קשח"ר
לוחץ ידו של קצין ותיק
הפורש לגימלאות.

ממול: קהל האורחים
במסיבה.

ניתן להשיג זרועות למלגזות
אצל נ.ב.ר.מ. שרות

ת"א רחוב היסוד 1, בנין מרכזים. טל' 823140-03 ת.ד. 30397

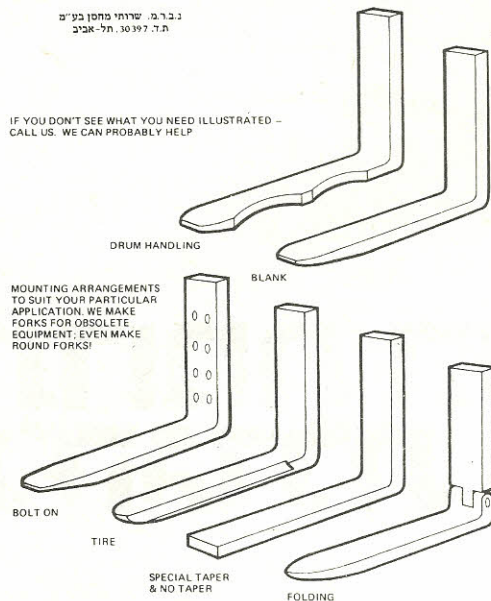


Kenhar

special application forks

נ.ב.ר.מ. שירותי מחסן בע"מ
ת.ד. 30397 תל-אביב

IF YOU DON'T SEE WHAT YOU NEED ILLUSTRATED -
CALL US. WE CAN PROBABLY HELP



LOCTITE®

אמינות בזכות הטכניקה

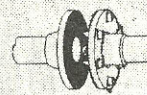
הטיבה של לוקטייט

שיטת

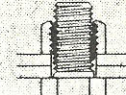
לוקטייט

הדרך הטובה יותר
לחיבור חלקים

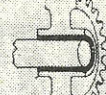
אטימה



הבטחה



הדבקה וקבוע



לקבלת פרטים ויעוץ טכני פנה אל:

דוקל תעשיות ומסחר בע"מ

ת.א. מדרמורק 21, מנת אבן נבירה
ת.ד. 33108 טור 233735-220375



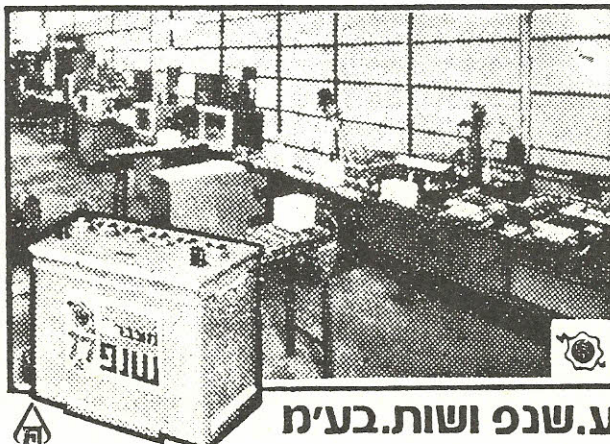
מ/י/י

שנפ 77

המילה האחרונה במצברים!

SHNAPP 77 אחריות - 18 חודש!

SHNAPP 77 ארגז פוליפרופילן שקוף!



ע.שנפ ושות'.בע"מ

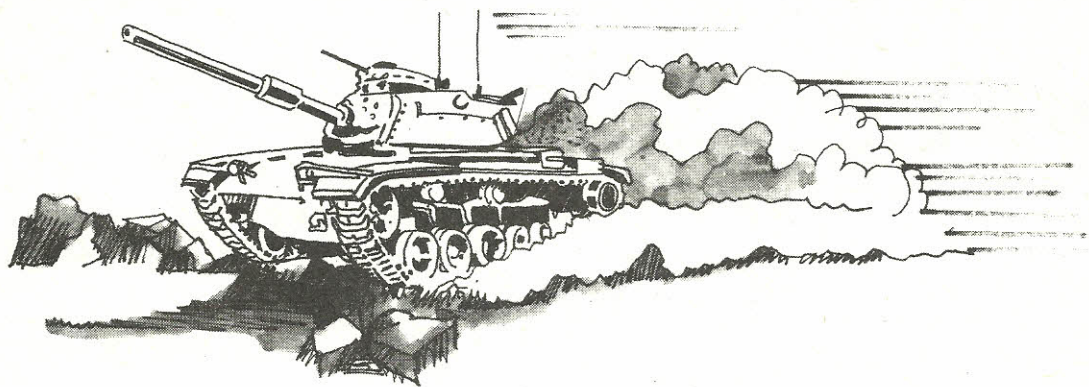
יעילות יעול

הם סוד

כל תפעול

המען להגשת הצעות יעול:

משרד הבטחון, הפיקוח המשקי,
הועדה המרכזית להצעות יעול
ו/או ועדת היעול היחידתית.



תרומת הניידות והזריזות להגדלת שרירות הטנק*

מאת: אבישי אמיתי

ניידות וזריזות הן תכונות רכב-קרב משורין, המאופיינות בעיקר על-ידי מהירות ותאוצה. גורמים שונים משפיעים על הניידות והזריזות של הרכב הקרבי המשורין כגון:

- כוח המנוע, המתבטא במושג כוללני של כוח סגולי, או יחס כוח לטונה.
- יעילות תיבת-ההילוכים או הממסרת והתאמתה למנוע.
- ה"מזקו"מ (Suspension) והתאמתו לשטחים שונים ותנאי דרך שונים.
- גורמים אלה מאפשרים לרכב לנוע במהירויות גבוהות בשטחים קשים, תוך-כדי פיתוח תאוצות גבוהות, וזאת מבלי להפחית באורח משמעי מכוסר הצוות לתפקד, ובעיקר לכוון את כלי הנשק כדי לפגוע במטרות-אויב.

שינוי יחידת-ההנעה

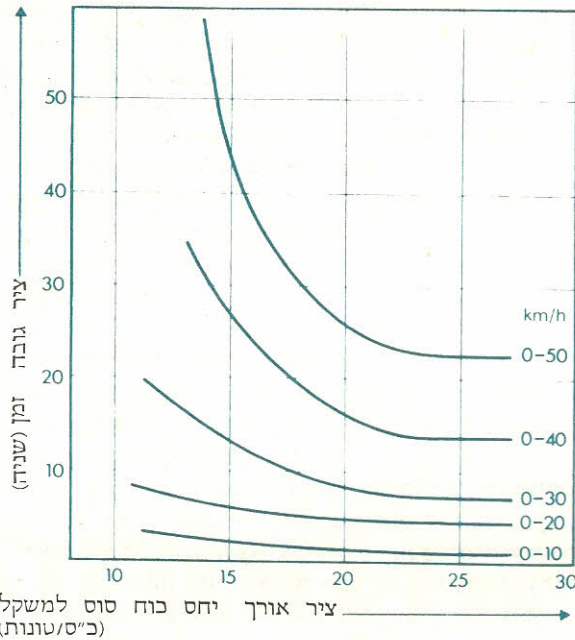
הצורך בהגדלת מהירות ותאוצה, גרמו לשינוי בתפיסה לגבי יחידת-ההנעה בטנקים. הדבר התבטא בהגדלת הכוח הסגולי – שהוא יחס כוח סוס לטונה (המתקבל מחלוקת הספק ברוטו של המנוע במשקל ערוך לקרב של הטנק). נקח לדוגמה: הטנק M-60, שהוא אולי החשוב ביותר של הדור האחרון בעולם המערבי, ונשווה אותו עם הטנק XM-1, נראה, כי הכוח הסגולי עלה מ-15,3 ל-28,5 כוח סוס לטונה. הגדלת המנוע, משפרת הן את המהירות והן את התאוצה. אם נתעלם מהבדלים משניים, הנובעים מהתאמת ממסרת מנוע, שימוש בטורבו-מדחס למנוע וכו', נקבל גרף עקרוני – כמתואר בציור 1. גרף זה מתאר את הזמן הנחוץ, להגיע למהירויות שונות כתלות בכוח הסגולי. ציור 2 מתאר באופן גרפי את כושר ההאצה של ה"XM-1",

באמצע שנות הששים, החלה להתגבש תפיסה הקובעת, כי הגדלת ניידות וזריזות, לא רק מעלה את סיכויי הטנק להשיג הישגים אסטרטגיים וטקטיים, אלא גם מעלה את כושר-שרידותו. תפיסה זו, שקבעה לעצמה מקום נכבד בתכנון הטנקים הגרמניים מתבססת והולכת גם במדינות אחרות, המתכננות ומייצרות טנקים, כ-ארה"ב, בריה"מ, יפאן ובריטניה.

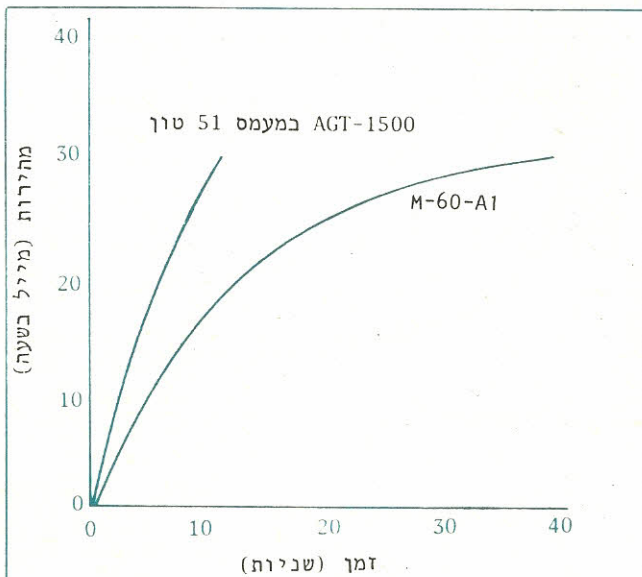
למעשה, קיימות שתי גישות שונות מנוגדות, לאימוץ תפיסה זו:

- הגדלת המהירות והתאוצה, כדי להימנע מפגיעה מנשק האויב (במאמר נתרכז בהסבר תפיסה זו בלבד).
- הגדלת עובי השריון, כדי לאפשר תנועה בטוחה, תחת אש-אויב.

*זוהן המאמר מכון להמחשה תיאורטית בלבד. נכתב על דעתו האישית של המחבר – ומתבסס על עובדות מעשיות.



ציור 1: תלות הזמן ביחס HP למשקל כדי להגיע למהירות יציבה



ציור 2:

התאוצה המזיקה שמקנה מנוע טורבינה בהשוואה לתאוצה של M-60 בטון

לעומת ה-"M-60-A3", הנובע מההבדל בכוח הסגולי שבין שני טנקים אלה.

כדי להגדיל את התאוצה, חובה להגדיל גם את חטיבת הכוח. הגדלת חטיבת הכוח גוררת הגדלת נפח תא המנוע, הגדלת המשקל וכו'. כדי לחזור למשקל מקורי של הטנק, יש צורך בהקטנת עובי השריון, מספר הפגזים, כמות הדלק וכו'. גישה זו אינה מקובלת בעולם המערבי, אך קיימת בתכנון הטנקים הרוסיים, שם הוקטנה כמות הדלק (יחסית לגודל המנוע) וכן הוקטנה כמות הפגזים, וזאת כדי לשמור על משקל הטנק – ללא פגיעה בעובי השריון שלו. בעולם המערבי התמקדו בהגדלת היחס של כוח למשקל של המנוע.

בטנק "לאופרד 2" הצליחו מתכנני המנוע להגדיל יחס זה ב-40–50 אחוזים וב-"XM-1", שבו נבחר מנוע הטורבינה, אף עלו על הישג זה בהגדלת היחס ב-100 אחוזים ומעלה. טבלה 1 מראה השוואה של מספר תכונות בין "XM-1", "ליאופרד 2" ו-"M-60" המצביעה על ההישגים בתחום הגדלת התאוצה והמהירות.

אם נקח בחשבון את ההתקדמות שחלה בנשק ה-"נ"ט", מסתבר שהטנקים חייבים לפעול בתאוצות גבוהות, כדי להימנע מפגיעה. ניתוח תיאורטי גס, מראה שטנק באורך 7 מטר, הנע ב-90 מעלות לקו-יירי האויב, חייב להאיץ ב-3.5 (מטר)/(שניה×שניה) על – מנת להימנע מפגיעת קליע ח"ש מנעל, שנורה מטנק בעל מערכת בקרת-אש, הכוללת מחשב-יירי אלקטרוני, בטווח 2000 מטר. טנקי-הלחימה המצויים כיום בצבאות המערב, מאיצים רק ב-2 (מטר)/(שניה×שניה) או פחות, שהיא כמחצית התאוצה הדרושה. בגרף שבציור 3 מתוארת התאוצה הדרושה כתלות בטווח מטנק אויב, לסוגי פגזים שונים, בני 105 מ"מ, כאשר הטנק נע ב-90 מעלות לקו-יירי.

אם הטנק נע בקו-יירי, הוא צריך להאיץ בטווח 2000 מטר בכ-170 (מטר)/(שניה×שניה) כדי להימנע מפגיעת קליע ח"ש מנעל מיוצב-סנפירים ובכ-29 (מטר)/(שניה×שניה) כדי להימנע מפגיעת קליע נ"ט נפיץ. ברור, כי תאוצות אלו אינן מעשיות ולכן כל נסיון התחמקות בקו-יירי – מועד לכישלון. בציור 4 מתואר תחום הפגיעה של סוגי-תחמושת שונים, בני 105 מ"מ, המכוונים לטווחים שונים למטרה בגובה של 2 מטר. בציור 5 מתואר גרף השוואתי של סיכויי אי-היפגעות של "XM-1" ו-"M-60" כתלות בטווח וכתנאי לכושר-ההאצה שלהם.

כל החישובים שתוארו – הם ניתוחים תיאורטיים, שבהם לא הובאו בחשבון גורמי החטאה נוספים, וכושן של מערכות בקרת אש חדישות, להתגבר על מהירות תנועת-המטרה וגורמים אחרים בשדה-הקרב. תוצאות ניסויים שונים לא הראו למעשה "שיפורים" מהותיים בהחטאה בגלל תנועת-המטרה. בטבלה 2 מתוארים סיכויי-הפגיעה, כפי שנמדדו בפועל, בטנק "M-60-A1", ללא ייצוב במערכת בקרת-הצריח עם כוונת "M-32" ומחשב-יירי מכני "M-13" במטרת-טנק T-62 העומד ונע ב-20 קמ"ש. כן מתוארים סיכויי-הפגיעה באותם תנאים ובאותה מטרה של טנק "M-60-A3", בעלת מערכת-ייצוב, כוונת "M-35" ומחשב אלקטרוני "M-21". באופן כללי ניתן לומר, כי ירידת סיכוי-הפגיעה, בשל תנועת-המטרה, אינה כה משמעותית כפי שניתן היה לצפות.

בטבלה 3 מתוארים סיכויי-פגיעה של "XM-1" במטרה רבועית, ששטחה 7.5×7.5 רגל, העומדת ונעה. כאן הירידה עקב תנועת-המטרה – משמעותית יותר, אך אין לנו כל נתונים לא על

הנסוי השני נערך ע"י CDEC (COMBAT DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL COMMAND). תוצאותיו לא פורסמו, אם כי שימשו, כאמור, לפרוייקט ה-HIMAG. באמצעות מיכשור מיוחד הן אפיינו את השפעות המהירויות והתאוצות הגבוהות על יכולת התותחן לעקוב אחר רכב בעל כושר-תמרון גבוה. המרכב הוצג כנגד "M-60-A1", בעל מערכת-ייצוב וכנגד מערכת-שיגור טילי "טאו", כשהוא נע במהירויות של 55 מיל לשעה (88 קמ"ש) ועומד בתאוצות של עד 7g בציר האורך שלו.

ה-HIMAG, הוא למעשה מעבדה משוכללת ומורכבת ביותר, בעלת כושר-תנועה כטנק ובעל אפשרות שינוי ערכים של כוח סגולי, תנועת מזקו"מ, לחץ שטח זחל, וכו' בתחומים רחבים ובעל מערכת בקרת-אש, שבה נתן לעבור ממצב של כוונת-רגילה ועד למערכת משוכללת, בעלת מחשב הפועל בחוג סגור. באמצעות כלי זה תבדוק מפקדת-מחקר-ופיתוח של צבא ארה"ב, יחד עם חיל השריון האמריקני, נתונים שונים וביניהם:

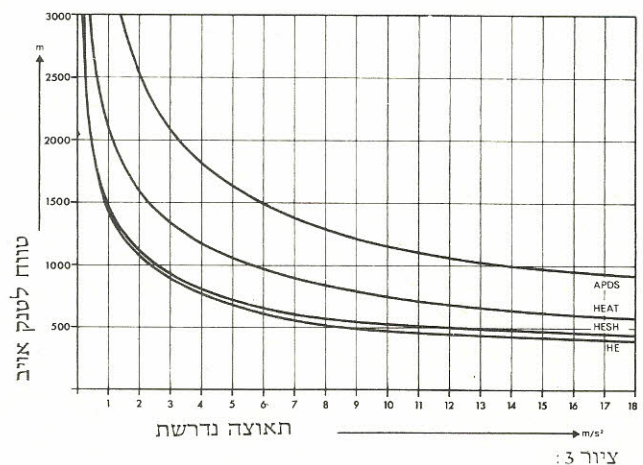
- השפעת המסלול על כושר ניידות וזריזות.
- השפעת זריזות וניידות על טילים נגד-טנקים ואפקטיביות תותחי-אויב.
- קביעה כמותית של הקשר בין כושר ניידות, זריזות, שריון ושרידות.
- באילו גורמי הנדסת-אנוש יש להתחשב להשגת שימוש אופטימלי בתכונות גבוהות של ניידות וזריזות.
- פרוייקט שני שבו עוסק הצבא האמריקני היום הוא ה-HSTV-L (High Survivability Test Vehicle - Light Weight) מרכב M-113 עם מזקו"מ הידרו-פנימטי. שלושת הנושאים העיקריים העומדים לבחינה בפרוייקט זה הם:
- הערכת האפשרות להתקין תותח אוטומטי, בעל מהירות-לוע גבוהה ותחמושת נגד-טנקים המצטיינת באנרגיה קינטית, בקליבר בינוני (75 מ"מ) על מרכב קל, ולאפיין תצורות-התקנה אופטימליות.
- לאפיין את ההרכב הטוב ביותר של נשק, מערכת-בקרת-אש, מרכב לרכב הגנה/התקפה ושרידות כללית של המערכת.
- לאפיין, באמצעות הערכת הצבא, את התעסוקה הטקטית הטובה ביותר של מערכת-הנשק, כדי לנצל את פוטנציאל של מערכת זו, בצורה הטובה ביותר בשדה-הקרב.
- נראה שעד השלמתם של פרוייקטים מתקדמים אלה, נצטרך להישאר בחוסר-ודאות בכל הנוגע לתועלת הכמותית שבניידות וזריזות, בהגדלת כושר השרידות, ולהסתפק בהערכות מומחים או ניסויים בלתי-מושלמים, בתנאי זירה ואקלים חד-פעמיים.

מהירות תנועת-המטרה ולא על מהירות-הטנק במצבים השונים.

הואיל ובענין הניידות והזריזות, הנתונים הקיימים בידי מתכנני-הטנקים הם ראשוניים בלבד, ואין הם יכולים לשמש בסיס מוצק לקביעת עמדות תכנוניות והחלטות, החליט הצבא האמריקני לבצע מערכת פרוייקטים, בהשקעות-ענק, שתתן תשובות לשאלות שכיום אין להן מענה.

בפני הצבא האמריקני עמדו ארבע שאלות עיקריות, אשר לפתרונן תוכנן ראשון הפרוייקטים:

- האם קיימת הגדלה בכושר-השרידות, כתוצאה מהגדלת מהירות ותאוצה?
- אם כן, האם הגדלה זו גבוהה דיה, כדי לערוב להגנת-הטנק, כפי שניתן להשיג מסוגי השריון הכבד?
- האם יכולת ה"הרג" של נשק, בעל קצב ירי גבוה "מכסה" על הגדלת העלות/הוצאה לתחמושת והקטנת רמת הדיק, שהיא תוצאת ממערכת-נשק מעין זו?
- האם זקוק הצבא האמריקני למערכת בקרת-אש מורכבת, מתוחכמת ויקרה, שתשרת תותח נגד-טנקים?
- מנקודת-המבט של נושא סקירה זו, נועד הפרוייקט לתת תשובה להשפעה שיש ליכולת רכב-קרב משורין, לתמרון במהירויות ובתאוצות גבוהות-על שרידותו בשדה-הקרב. נערכו ניסויים אחדים אשר תוצאותיהם שימשו כנתוני-כניסה לניסויי-המרכב של ה-HIMAG.
- אחד משני הניסויים העיקריים ביותר היה בתחום השרידות/זריזות של הטנק (S-tank agility/Survivability) ואשר בעקבותיו נקבעו מסקנות אחדות;
- אסור שהתמרון בשדה-הקרב יחייב הורדת מהירות.
- רכב איטי ופחות זריז חייב להוריד מהירות כדי לתמרון, כך שהמסלול הטוב ביותר לפעולתו הוא לדלג ממחסה למחסה.
- אם טנק מתקדם בהתקפת-מצח, אין הבדל אם הטנק מהיר או איטי, זריז או מגושם, הוא פשוט "מת".



ציור 3: תאוצה נדרשת להמנע מפגיעה של פגזים שונים 105 מ"מ כתלות בטווח



תוצרת ישראל
נחה בינלאומית

• במפעל
• בסדנה • במחסן
• בחקלאות
• במטבח • במרתף
• בשרותים • במקלט

האוורור הנכון
רק עם מבוחי טייפון

רח' גיבורי ישראל 153, טל. 253702



טבלה מס' 1: השוואת מהירויות ותאוצות

M60A1	לאופרד 2AV	XM-1 (דגם קרייזלר)	
15 – 16	9.2	7.0	זמן האצה מ-0 – 32 קמ"ש (שניות) מהירות שיוט (קמ"ש) מהירות מירבית (קמ"ש) מהירות בשיפוע 10% (5.7°) (קמ"ש) מהירות בשיפוע 60% (31°) (קמ"ש)
19 – 16	55.	56.	
48.	68.	72.	
17.	36.	40.	
2.4	8.	7.5	

טבלה מס' 2: M60A1 ללא מערכת ייצוב לעומת T62 גלוי באופן מלא

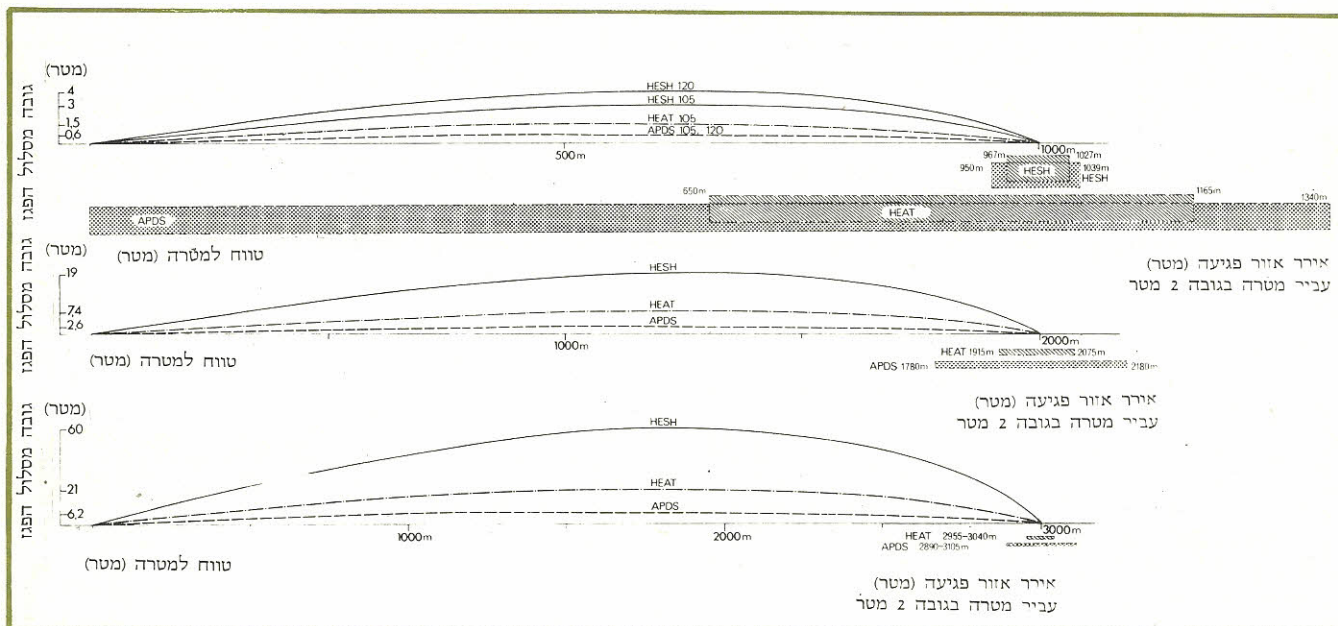
Motion תנועה	Range טווח	PH ₁	M728 (APDS)		PH ₁	M456 (HEAT)	
			PK/H ₁	PK/S ₁		PK/H ₁	PK/S ₁
S – S	1000	78	76	59	66	54	36
S – S	2000	31	61	19	11	44	05
S – S	3000	11	52	06	01	43	01
S – M I	1000	76	68	52	57	35	20
S – M I	2000	27	52	14	05	31	02
S – M I	3000	08	41	03	0	32	0
S – M II	1000	72	79	57	55	64	35
S – M II	2000	24	70	17	08	56	04
S – M II	3000	09	66	06	01	54	01

טבלה מס' 2ב: M60A3 עם מערכת ייצוב לעומת T62 גלוי באופן מלא

Motion תנועה	Range טווח	PH ₁	M728 (APDS)		PH ₁	M456 (HEAT)	
			PK/H ₁	PK/S ₁		PK/H ₁	PK/S ₁
S – S	1000	85	80	68	87	62	54
S – S	2000	58	65	38	53	51	27
S – S	3000	38	54	21	19	44	08
S – M I	1000	85	78	67	79	46	36
S – M I	2000	41	48	20	08	21	02
S – M I	3000	07	34	02	0	21	0
S – M II	1000	88	86	76	89	75	67
S – M II	2000	56	73	41	47	62	29
S – M II	3000	33	69	22	07	50	03

מקרא:

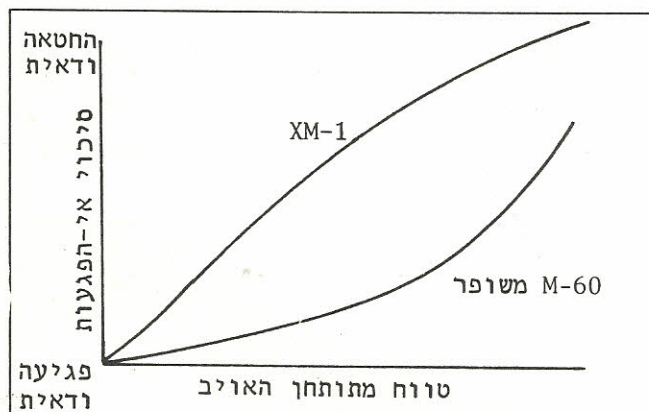
- S – S – טנק עומד מטרה עומדת
- S – M I – מטרה מתקדמת ב-30° במהירות 20 קמ"ש
- S – M II – מטרה מתקדמת ב-90° במהירות 20 קמ"ש
- PH₁ – סיבויי פגיעה בפגז ראשון
- PK/H₁ – סיבויי הרג אם פגז ראשון פגע
- PK/S₁ – סיבויי הרג בירי פגז בודד



ציור 4: טווחי פגיעה של תחמושת 105 מ"מ כתלות בטווח, במטרה בגובה 2 מטרים.

טבלה מס' 3:

כושר פגיעה של XM-1 במטרה 7.5x7.5 רגל



ציור 5:

סיכוי ההיפגעות הנמוך של XM-1 בהשוואה לפטון M-60 משופר

פגז APDS

מזב	טווח מטרים	סיכויי פגיעה %
SS	1500	97
	2000	80
	3500	*43
SM	1500	71
	2500	51
MS	1500	78
	2000	48
MM	2000	42

פגז HEAT

מזב	טווח מטרים	סיכויי פגיעה %
SS	1500	72
	2500	43
SM	2000	45
	1500	68
MS	2000	48
	2000	*54

מקרא:

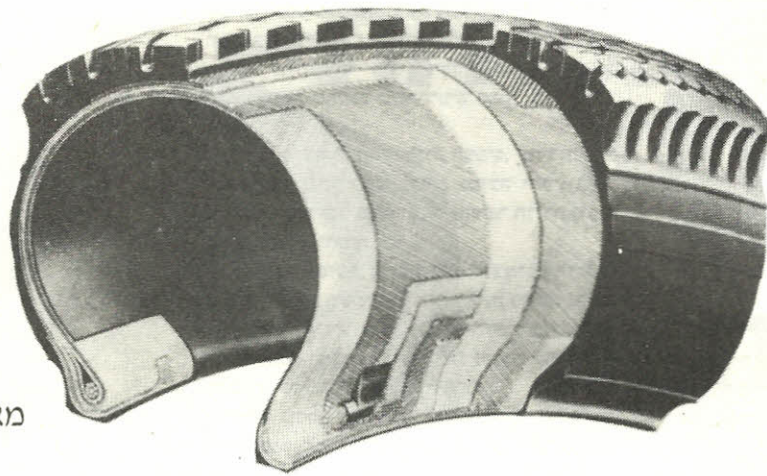
SS – טנק עומד מטרה עומדת

SM – טנק עומד מטרה נעה

MS – טנק נע מטרה עומדת

MM – טנק נע מטרה נעה.

הערה: התוצאות המסומנות ב"***" – הן תוצאות חריגות.



מבנה עקרוני של הצמיג

מאת: ישראל קוסמן

השוואה בין צמיגים רדיאליים ודגילים

מתכונות באזור מרכז המגע, ומתפשטת באזורי קצוות המגע, כפי שמודגם בציור 5. מכאן, שבאזור המגע של הצמיג בקרקע, חלקי הגומי של הצמיג מבצעים גם תנועה רחבית, בשעור קטן, נוסף לתנועה ההיקפית בכיוון הנסיעה של הרכב. הדבר מודגם על ידי הקו בציור 5, המתאר מהלך נקודה מסוימת: הסימנים A, B, C מתארים את המיקום של אותה נקודה כשהיא מתגלגלת במגע עם הקרקע.

ברבדים הרדיאליים כיוון החוטים ניצב לקו ההיקף של הצמיג, וברבדים ההיקפיים כיוון החוטים כמעט מקביל להיקף הצמיג (יוצר זווית בשיעור 2 עד 10 מעלות). הרבדים ההיקפיים יוצרים חגורה שרוחבה כרוחב סולית הצמיג. מהלך החוטים בתוך הצמיג מודגם בציור מס' 2. צמיג אופייני של רכב נוסעים, בנוי משני רבדים רדיאליים, וארבעה רבדים היקפיים.

במאמר זה נתאר את מבנה הצמיגים הרגילים והצמיגים הרדיאליים, פירוט תכונותיהם העיקריות, על יתרונותיהם וחסרונותיהם.

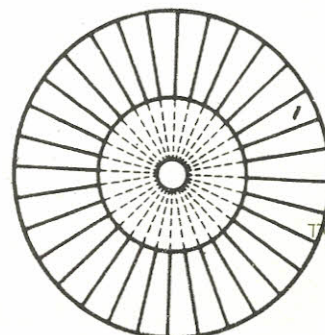
מבנה צמיג רגיל

צמיג רגיל, בנוי מרבדים אחידים המשתרעים לכל חתך הצמיג, כאשר החוטים בתוכם מונחים באלכסון, במבנה של שתי יערכ. זווית אופיינית בין האלכסון לבין קו היקף הצמיג היא 30 עד 45 מעלות (הצמיג בכותרת המאמר הינו צמיג רגיל).

מבנה צמיג רדיאלי

צמיג רדיאלי, בנוי משני סוגי רבדים: רבדים רדיאליים, המשתרעים לכל היקף הצמיג ומעניקים לו את שמו (ראה ציור 1), ורבדים היקפיים הנמצאים באזור המדרס בלבד.

ציור 1: צמיג רדיאלי



הרבדים הרדיאליים מונחים לאורך הרדיוס של הצמיג

צורת הפעולה של צמיג רדיאלי

החגורה ההיקפית הנוצרת על ידי הרבדים שבהיקף הצמיג, שומרת על צורה קבועה כשמופעלים עליה כוחות משיכה ולחיצה, והיא אינה נמתחת ואינה מתכווצת (ראה ציור 5). אם נסמן על סולית הצמיג הרדיאלי משבצות ריבועיות — כשהוא במצב חופשי — ולאחר מכן נניח לו להתגלגל כשהוא עמוס, יתברר לנו שבאזור המגע של הצמיג בקרקע, שומרת הסוליה על צורתה המקורית, כפי שמודגם בציור 5.

ציור 2: חתך של צמיג רדיאלי



חגורה היקפית מסביב לצמיג

הבדלי מבנה בין סוגי הצמיגים

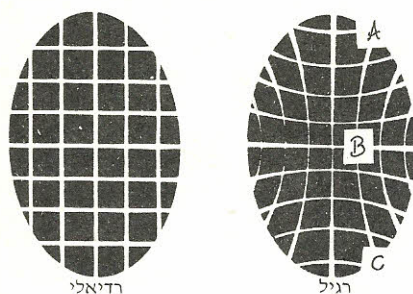
ציור 3 מציג את ההבדל העקרוני בין המבנה של צמיג רגיל לבין המבנה של צמיג רדיאלי (בהתייחס לצמיגים אופייניים של רכב נוסעים). צמיג רגיל: בנוי מארבעה רבדים בכל היקפו, ואילו צמיג רדיאלי בנוי משני רבדים באזור הרפנות, וששה רבדים (2 רדיאליים ו-4 היקפיים) באזור הסוליה.

מיעוט הרבדים ברפנות הצמיג הרדיאלי גורם לשקיעה גדולה יותר של הצמיג בעומס, ומסיבה זו צמיג רדיאלי נראה, כי לכאורה חסר בו אוויר. הבדלים נוספים בין שני סוגי הצמיגים: גובה החתך של צמיג רדיאלי (מידה A בציור 3) קטן יותר ואזור הכתף בצמיג רדיאלי מעוגל יותר (כתף הצמיג הוא המפגש בין הסוליה לבין הרפנות).

צורת הפעולה של צמיג רגיל

מבנה השתי יערכ האלכסוני של חוטים, הקיים ברבדים של צמיג רגיל, מאפשר את ההתפשטות וההתכווצות של סוליות הצמיג, כפי שמודגם בציור מס' 4.

אם נסמן על סולית הצמיג הרגיל משבצות ריבועיות, כשהוא נמצא במצב חופשי, ולאחר מכן נניח לו להתגלגל כשהוא עמוס, יתברר לנו שבאזור המגע של הצמיג בקרקע, הסוליה



צור 5: עיוות הנוצר בסולית
הצמיג באזור המגע בקרקע

במהירויות נמוכות, ובמיוחד בעת תמרון לקראת חנייה, הכוח הדרוש לסובך גלגל-ההגה — עולה, והוא בדרך כלל גבוה יותר בצמיגים רדיאליים. מחיר: הצמיגים הרדיאליים יקרים יותר מצמיגים רגילים. דבר זה נובע בעיקר מתהליך-הייצור השונה והיקר יותר של צמיג רדיאלי.

תכנון מתלה-הרכב: הצמיגים הרדיאליים אינם רגישים לשינויים בזווית שפיעת-האופן (CAMBER) והדבר מאפשר ייצור מתלה נפרד, שבו זווית שפיעת-האופן משתנה בעת תנודות המתלה. מתלים מהסוג הנ"ל זולים יחסית, ותכונה זו מנוצלת עד עתה בעיקר ברכב אירופי. ראוי לציין, כי ברכב שמערכת-המתלה מתוכננת מראש עם צמיגים רדיאליים, ניתן להגיע למיצוי טוב יותר של התכונות הטובות, תוך כדי הקטנת התכונות השליליות.

צורת המדרס: אי-קיום החיכוך הרחבי בצמיגים הרדיאליים, מאפשר תכנון צורות מדרס יעילות ונאות לעין (שלא ניתן להשתמש בהן בצמיגים רגילים). הן תורמות ליציבות ולתאחזה גבוהים יותר של הצמיג הרדיאלי.

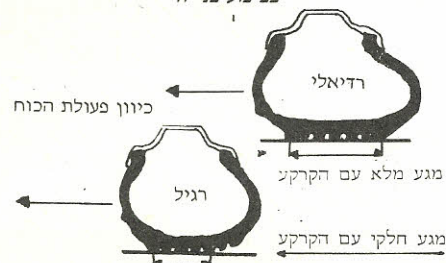
התקנת צמיגים משני סוגים: אין להתקין צמיג רדיאלי וצמיג רגיל באותו סרן. התכונות השונות של הצמיגים גורמות להתנהגות שאינה סימטרית בעת היגוי ובלימה והדבר מסכן את הנוסעים ברכב.

אין להתקין צמיגים רדיאליים בסרן קדמי וצמיגים רגילים — בסרן אחורי. הדבר פוגע בתפקוד מערכת-ההיגוי, וגורם לרכב "לשוט" אף בעת נסיעה בקו ישר.

התקנת צמיגים רדיאליים בסרן אחורי וצמיגים רגילים בסרן קדמי — משפרת את בצועי הרכב במידת-מה, אך דבר זה אינו מעשי, משום שהוא מצריך שני גלגלים רורביים ברכב — רדיאלי ורגיל.

המשך בעמוד 41

צור 6: התנהגות הצמיגים
בביצוע פנייה



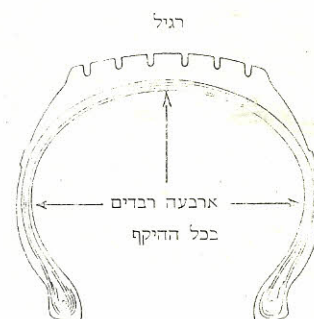
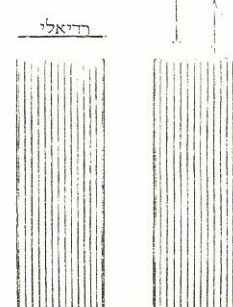
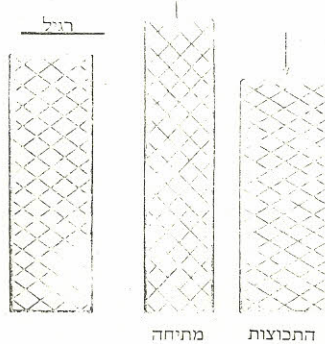
עמידות בפני נקרים: לצמיג הרדיאלי עמידה טובה יותר בפני נקרים ("פנצ'ר") באזור הסוליה, עקב תוספת ה"חגורה" בת 4 רבדים באזור המדרס. שיפור נוסף מתקבל כשהחוטם בתוך ה"חגורה" הם חוטי-פלדה.

לעומת זאת, באזור דפנות הצמיג, עמידותו של הצמיג הרדיאלי בפני נקרים נמוכה יותר, בגלל המספר הקטן של הרבדים, המאפשר חדירת גופים זרים בקלות יחסית.

מהירות נסיעה מקסימלית: הצמיג הרדיאלי מתחמם פחות מצמיג רגיל במהירות נסיעה נתונה, ולכן ניתן להגיע אתו למהירויות-נסיעה גבוהות יותר (אחת המגבלות למהירות נסיעה מקסימלית נקבעת על ידי התחממות הצמיג). התחממות מופרזת גורמת להפרדה בין הרבדים, התנפחות, והתקלפות המדרס. טמפרטורת הפעולה הנמוכה יותר של צמיג רדיאלי תורמת גם לאורך החיים הרב יותר שלו.

התנגדות לגלגול וצריכת דלק: התנגדות לגלגול של צמיג רדיאלי נמוכה יותר, בהשוואה לצמיג רגיל. דבר זה מפחית את ההספק המכוכוז בצמיגים, וכתוצאה מכך צריכת הדלק של רכב בעל צמיגים רדיאליים קטנה יותר בשיעור עד 10 אחוז, לעומת רכב דומה בעל צמיגים רגילים. נוחות נסיעה: הצמיגים מהווים חלק ממערכת-המתלה ברכב, ומשפיעים על נוחות הנסיעה. צמיג רגיל, בולם טוב יותר את הזעזועים, הנגרמים על-ידי הדרך, במהירויות נסיעה נמוכות יחסית. (עד 50 — 60 קמ"ש). צמיג רדיאלי, לעומת זאת, בולם את זעזועי-הדרך באורח יעיל יותר, במהירויות גבוהות מ-50 — 60 קמ"ש. מומנט היגוי: במהירויות נסיעה גבוהות, מומנט ההיגוי והכוח הדרושים לסובך את גלגל-ההגה, נמוך יחסית בשני סוגי הצמיגים.

צור 4: השתנות מבנה הרבדים
בעת מתחה או התכווצות



רדיאלי

(6 רבדים בסוליה, 2 רבדים במדרס)



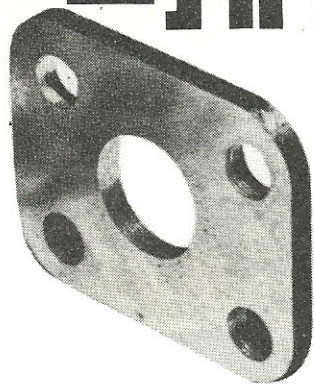
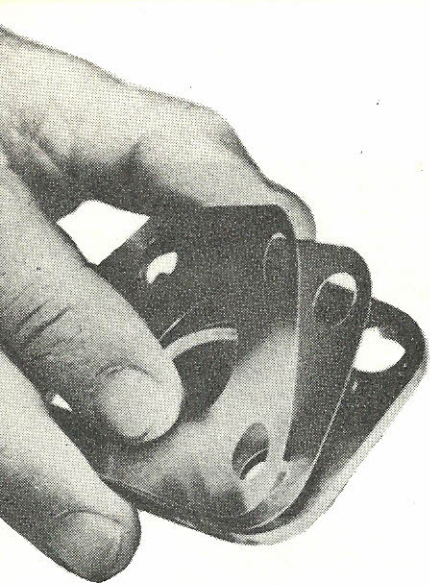
צור 3: הבדלי מבנה בין צמיג
רגיל לרדיאלי

השוואת תכונות הצמיגים

אורך חיים: לצמיג הרדיאלי, אורך חיים גדול משום שהעוותים של הסוליה באזור המגע בקרקע קטנים יותר, ואין בו החיכוך הרחבי הקיים בצמיג רגיל. אורך החיים של צמיג רדיאלי גדול בשיעור עד פי שניים, בהשוואה לצמיג רגיל.

תכונות תאחזה ובלימה: כתוצאה מאי-קיום תנועה רחבית בשטח המגע של הצמיג בקרקע, כוחות התאחזה והבלימה המקסימליים האפשריים — גדולים יותר בצמיג הרדיאלי. הדבר בא לידי ביטוי בנסיעה בטוחה יותר בכבישים רטובים ומושלגים, ובמרחק בלימה קטן יותר בבלימת-חירום.

התאחזה הגבוהה של הצמיג הרדיאלי בכביש רטוב, מתאפשרת גם משום שסולית-הצמיג אינה מתעוותת בשטח המגע עם הקרקע, ולכן החריצים שבסוליה נשארים פתוחים לניקוז מים, בהשעה הם נסתמים חלקית בצמיג רגיל, כמודגם בצור 5. יציבות בסיכוכים: רכב בעל צמיגים רדיאליים, יציב יותר מרכב בעל צמיגים רגילים, בעת ביצוע פניה במהירות גבוהה. הסיבה העיקרית לכך נעוצה במבנה הצמיג הרדיאלי: הסוליה הקשיחה שומרת על מגע מלא עם קרקע, ורק הדפנות מתעוותות, כפי שמודגם בצור 6. בצמיג רגיל גם הסוליה מתעוותת, והמגע בינה לבין הקרקע הופך להיות מגע חלקי. כנגד זאת, קיימת מגרעת בצמיג רדיאלי בעת ביצוע פניה במהירות גבוהה. אם המהירות גבוהה מדי, איבוד השליטה על הרכב יהיה פתאומי — כמעט ללא התראה מוקדמת. ברכב בעל צמיגים רגילים — איבוד השליטה יהיה הדרגתי, וקיים סיכוי גבוה יותר שהנהג יצליח להשתלט עליו.



שימוש בכחיות – כוונון חוסך עיבוד במכונה

ויות נייר, גורם לעתים קרובות נזק והשחתה. חיסרון אחר הוא העלות ואי-הנוחות הכרוכים בקנייה, בטיפול, ובשמירת המצאי של מידות עובי שונות.

פחיות-כוונון שיכבתיות

הסוג הרב-צדדי הנו פחיות-הכוונון השכבתיות, כלומר המסודרות בשכבות. אלה פותחו במטרה להתגבר על החסרונות של פחיות-הכוונון המוקשות ובעלות דפים חלצים; פחיות-הכוונון השכבתיות מאפשרות כונון מהיר ודיוק מירבי. הן נדרשות בדרך כלל בשרטוטי הרכבה של חברות גדולות לעיבוד מתכת, המייצרות רכיבי חלליות, קטרי-רכבת, ציוד חפירה, מכונות כלים, מכונות כבדות וציוד אלקטרוני. החומר של פחיות-כוונון שיכבתיות מורכב משכבות של דפי מתכת-יחידים כשכל דף הוא בעל עובי 0.001, 0.002 או 0.003 אינץ' ומישטחו מקושר (מחוזק) לזולתו, באמצעות שרף מידבק. פחיות אלה מיוצרות בצורת לוח, שעוביו הכולל הוא מ-0.006 ועד 0.376 אינץ'. ניתן לייצר, לפי דרישה, פחיות-כוונון במידות עובי גדולות יותר. פחיות-כוונון אלה מיוצרות בצורת לוח שאורכו 48 אינץ' ורוחבו (לפי סוג המתכת) משתרע מ-8 ועד 24 אינץ'. החומרים הנפוצים שמהם מיוצרות פחיות-כוונון שיכבתיות הן בדרך כלל פלדת-פחמן, פלדה אל-חלודה ואלומיניום. על פי דרישות מיוחדות אפשר גם לשלב שכבות העשויות מטיטניום ומחומרים אחרים.

חומר הקישור (בעובי מקסימלי של 0.0003 אינץ') בין שכבות המתכת, חזק

המבטיחות שליטה מירבית על הסיבולת.

פחיות-כוונון מוקשות

הפחיות הללו, העשויות מלוח-מתכת או לוח פלסטיק שטוח, הן הסוג הפשוט ביותר בין סוגי פחיות-הכוונון האחרים. משתמשים בהן כאשר אין צורך בסיבולות מדויקות, או כאשר מסתפקים במידה אחת כדי להשיג מיקום, כונון או רווח נכון. אם דרוש שינוי בעובי, יש להשתמש באמצעים מסויים מים לכוונון, ואלה בדרך כלל קשורים בהשחתת פחיות-הכוונון עד למידת הערבי הדרושה, או שמשתמשים בפחיות-כוונון בעלות דפים חלצים, או בפחיות שיכבתיות.

לצורך השגת סיבולות מכריעות, אפשר, כמובן, להשחזי פחיות-כוונון מתכתיות, אף על פי שמחיר עיבודן יש-לול במידה רבה את היתרון הטמון בחיסכון הזמן. אם החלקים המתחברים גדולים מאד, או בעלי-מבנה מסובך, יהיה זה מעשי יותר לעבד את פחיות-הכוונון, מאשר לעבד את החלקים.

פחיות-כוונון בעלות דפים חלצים

— אלה מורכבות מקבוצה של פחיות מוקשות, בדרך כלל בעלות עובי שונה; השימוש בפחיות-כוונון, בעלות דפים חלצים, מאפשר להשיג שינויים דרריים בכוונון, בעיקר על ידי הוספת שכבות שונות, או על ידי הוצאת שכבות. החיסרון שבפחיות-כוונון בעלות דפים חלצים הוא בכך, שצריך לחשב ולהרכיב בהתאמה את הפחיות השונות, דבר המעורר חדירת גופים זרים אל בין השכבות. הטיפול בפחיות הדקות העש-

בלא עזרה של עיבוד מיוחד במכונה או טיפול ברנני, אין להרכיב קבוצה של רכיבים ולשמור על סיבולות מדויקות. אולם בכוח גמישותן של פחיות הניתנות לכוונון, אפשר להגיע לסיבולות מדויקות מאוד — ונוסף לכך גם לחיסכון בכסף.

פחיות-כוונון (Shims) נחוו את תפקידן הראשון — להיות אמצעים שהועדו בעיקר להגנה על חלקים מעובדים אשר הסיבולת (טולרנס) שלהם, סתתה מהמידות המדויקות. בימינו הכירו בהן כרכיבי-הנדסה מועילים מאד שביכלתם להבטיח דיוק מימדי בשיעור שלא ניתן להשיגו בדרך אחרת, אלא על-ידי עיבוד יקר במכונה בלבד.

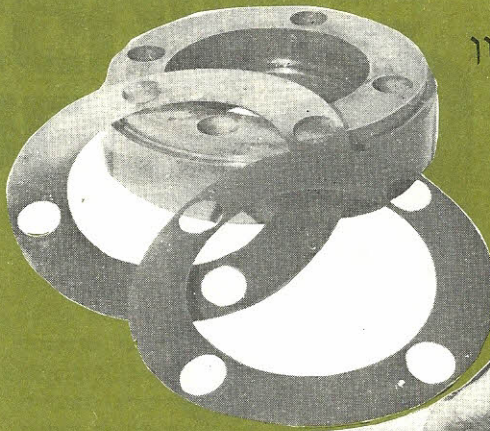
כיום, משתמשים בפחיות-כוונון במכללי-מיסבים ובגלגלי-שיניים, בתיבות ממסרות, במבנים של גופי-מטוס, בנתיבי מערכת מכונות, ובמכללים אחרים הקשורים בסיבולות מתקדמות וזקוקים לדיוק לצורך ביצועם התקין. במרביתם של מכללים אלה, מסתפקים בעיבוד גס; פחיות-כוונון מתאימות יכולות לספק את הפיצוי הנחוץ בחלק העלות שמוציאים על עיבוד הגימור.

שלושת הסוגים העיקריים

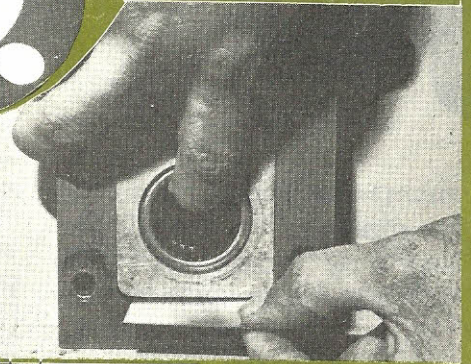
סיוע רב-ערך לפיתוח פחיות-הכוונון כמכשיר תכנון בעל חשיבות היה בהימצאותם של שלושה סוגים שונים של פחיות-כוונון המספקים דרישות הרכבה שונות. בראשונה פותחו פחיות-כוונון מוקשות. לאחר שנתגלו מגבלותיהן (הנובעות מהצרכים הגדלים והולכים בשינויי-כוונון) פותחו פחיות-הכוונון השיכבתיות המתוחכמות,

השימוש בפחיות כוונון

במכשיר-ניקוב –
משתמשים בפחית
כוונון מוקשה, כדי
להתאים מיסב בתוך
תושבת כדורית.

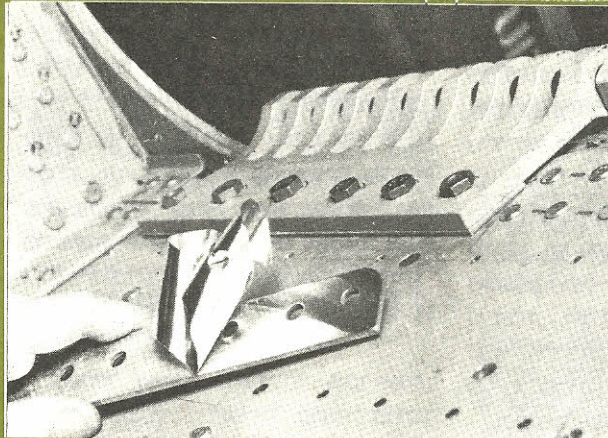


במכונת-דחיצה תעשייתית –
פחית-כוונון
עשויה פלזי מבטיחה
מיקום מדויק של
מיסב-גל.



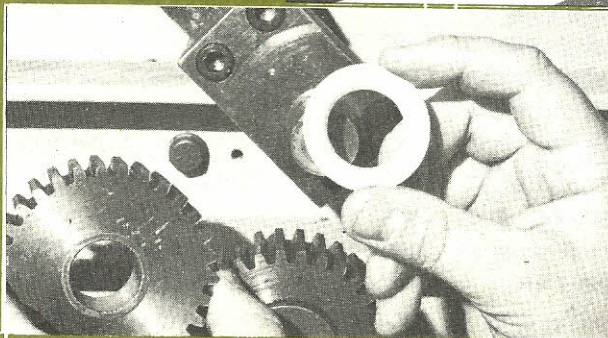
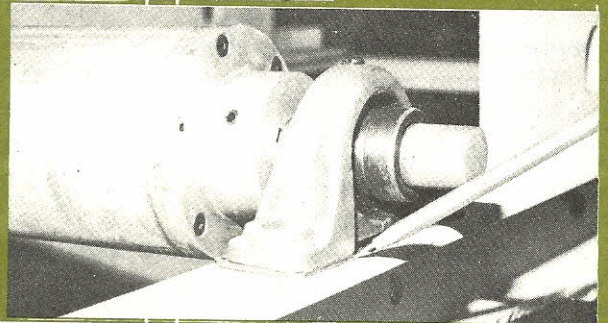
עד כדי כך, שפחית-הכוונון נראית ומת-
נהגת בדומה למתכת מוצקה. הטיפול
והעבודה הנעשים במידה סבירה, כולל
גזירה, הטבעה ועיבוד, לא יביאו לידי
הפרדת השכבות. כל הסוגים של פחיות-
כוונון שיכבתיות עשויים מלוחות ומ-
קושרים זה לזה באמצעות שרף מידבק.
לצורך השימוש, מקלפים, פשוטו כמ-
שמעו, את השכבות הדקות בעזרת להב-
סכין, שכבה – שכבה, בדיוק בקור-
ההפרדה. במעט נסיון יוכל כל עובד
לרכוש מומחיות בהפרדת שכבות יחי-
דות, לפי דרישה. פחיות-כוונון המסוד-
רות בשכבות ומקושרות זו לזו באמצע-
עות שרף, מיוצרות במידות סיבולת,
שבמקרים רבים מדויקות (צרות) יותר
מסיבולות דומות בחומרים מוצקים.
בדרך כלל, הסיבולת היא בתחום הפ-
לוס או המינוס של שכבה אחת, או של
שכבות אחדות. סיבולת-הפלוס של
פחית-כוונון שיכבתית, חשובה הרבה
פחות מאשר סיבולת-המינוס, כיוון
שניתן לקלף בקלות את הפחית, כדי
לצמצם את מידת העובי. יצרני פחיות-
הכוונון מתרכזים בעיקר בשליטה על
סיבולת-הפלוס, משום שלא יהיה זה
חסכוני להוסיף שכבות מיותרות. בתקן
הצבאי מצוינות הסיבולות המוגדרות.
בגלל השימוש בחומר הקישור בין השכ-
בות, אפשר היה להניח, כי פחיות-כוונון
שיכבתיות נדחסות בקלות יתר מאשר
פחיות-כוונון מוקשות, או בעלות דפים
חליצים. אין הדבר כך. דחיסותן של
פחיות-כוונון שיכבתיות היא, לאמיתו
של דבר, פחותה במקצת מאשר דחיסו-
תם של שני הסוגים האחרים. על כל
פנים, טמפרטורת-משטח של יותר מ-
350 מעלות פארנהייט, עלולה להרוס
את חומר השרף המקשר התקני, ולה-
ביא בשל כך לידי איבוד-מה ממידת
העובי.

ניתן להשתמש בחומרים מקשרים
אחרים, כגון לחם, כדי להשיג טמפרטור-
ה שימושית גבוהה יותר בלא לאבד
עובי. את פחיות-הכוונון המקושרות
במיקשר הזה אפשר להשיג רק בפלזי
ופלדה והן מיוצרות בצורת לוחות,
שעוביים המקסימלי 8 אינץ'. קילוף של
פחיות-כוונון מולחמות, לצורך הפרדת
שכבות, נוח בדיוק כמו קילוף פחיות-
כוונון המקושרות בשרף.



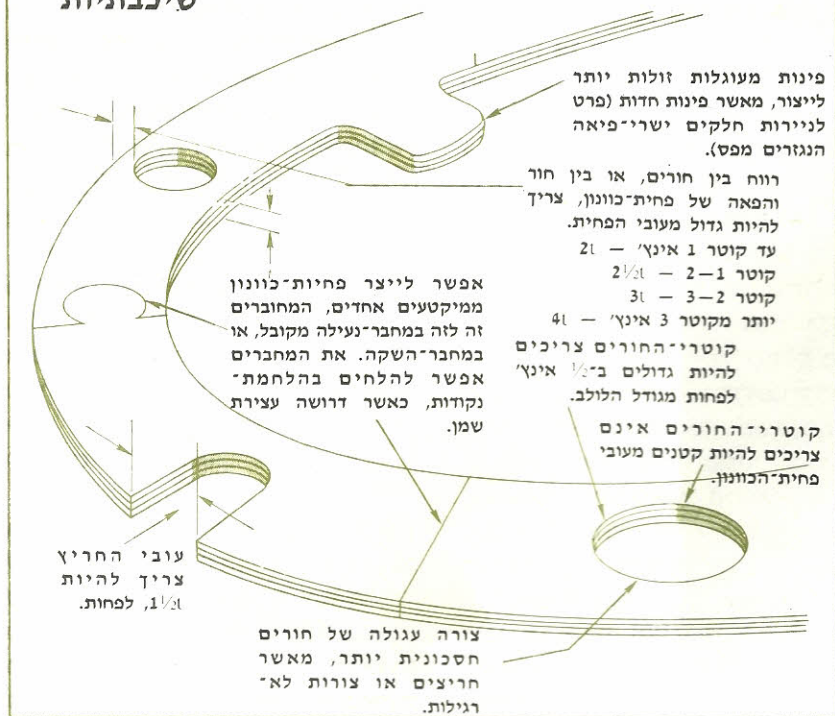
במטוס-תובלה –
פחית-כוונון שיכבתית
מאלומיניום, מבטיחה
יישור הכרחי להתאמה
מדויקת ופעולה
נאותה של ציר בדלת
הראשית במטוס-
התובלה.

במערכת עיבוד חוטי
אריג – משתמשים
בפחיות-כוונון שכב-
תיות מפלדה, כדי
לקבוע את מקומם של
מיסבים רגילים, לצורך
יישורן של גל.



בהינע של מכונה –
פחית-כוונון פשוטה
דמויית דיסקית שכב-
תית, מכוונת את מצב
האנכי של גלגל-שניים
מניע, כדי להבטיח
יישור נכון של ראש
השן.

עצות מועילות בתיכנון כאשר משתמשים בפחיות-כוונון שיכבתיות



קונית, ואילו החלק השיכבתי מאפשר כונון-המידה.

שיקולי תכנון

הפרמטרים החשובים שיש להתחשב בהם בקביעת פחיות-כוונון, הם: דרי- שות כונון, מידה וצורה, מיגבלות פי- סיות וסביבתיות, סיבולות וכמובן - כמות ועלות.

כוונון - תפקידה העיקרי של פחית הכונון - הוא לספק כונון מימדי בתוך גוף מכני. לכן, הפעולה הראשונה היא לקבוע:

- הרווח המירבי שיש למלאו.
- הכונון הכולל הדרוש.
- הסיבולת הכוללת המותרת וה- מירבית של הגוף המוגמר.

הכוונון הכולל מצריך הגדרה של החלק השיכבתי בפחית-הכוונון. בגור- פים מסויימים - מיסבי הפרקים חצ- ויים. למשל, מותקנות פחיות-כוונון, המאפשרות גם את הכונון שיש לבצע בהם בעתיד, לצורך קיזוז הבלייה. בקור- הרכבה, ששם עשויה כל יחידה לדרוש כונון שונה, המועילה ביותר היא פחית-כוונון שיכבתית. לדוגמה: אם

לות משטח קישור מלא. יותר משכבה אחת ניתן להוציא, ולהשתמש שוב בשיכבה זו, כיוון שאין היא נהרסת בעת קילופה. אם כי חומר הקישור המידבק נמרח כמעט בדרך כלל על כל המשטח של שולי הפחית, הושארו קטעים בשור- ליים בלא החומר המידבק, כדי להקל על ההפרדה. אף על פי שפחיות-הכוונון המקושרות בקצה, הן בדרך כלל יקרות במקצת, מאשר פחיות בעלות משטח קישור מלא, הן חסכוניות יותר בשימוש בכמות גדולה, בשל החיסכון בזמן המור- פק בעת קילוף השכבות.

פחיות-כוונון קוניות - פחיות אלו, כיחידות או בקבוצה, יחד עם הצדדים הקוניים המופנים זה לזה, מותקנות בצורת טריז, שנועד להדק סיבולות רפ- ויות, בין מישטחים עקומים וישרים, כגון אלה שנתקלים בהם בגופי-מטוס או בחלליות. פחיות קוניות מבטיחות אפילו מישטח ישר וחלק יותר - שהוא חיוני בגופים הנעים במהירות על- קולית.

לעתים קרובות מיוצרות פחיות- כונון קוניות מחומרים מוצקים, כדי שישמשו כקטע בין שכבות הפחית השי- כבתית. רק הקטע המוצק עשוי בצורה

פחיות-כוונון מוקשות בחלקן - בדרך כלל, פחיות-כוונון שיכבתיות מור- רכבות משכבות בעלות עובי זהה. לצר- כים מיוחדים, או לפחיות-כוונון עבות יחסית, חסכוני יותר אם מכלילים בצי- רוף השכבות גם קטע מוקשה (כבד) יותר. פחית-כוונון מעין זו נקראת "מוקשה למחצה" או "מוקשה לשלושת רבעים", תלוי ביחס הקטע המוקשה למידת העובי הכוללת.

לדוגמה, פחית-כוונון שעוביה 0.062 אינץ', שיש בה קטע מוקשה של 0.032 אינץ' עובי ושכבות של 0.002 אינץ', תיקרא פחית "חצי מוקשה וחצי שיכב- תית" ("חציה 0.062 אינץ' וחציה 0.002 אינץ'"). כמובן, שתפקידה למלא רוו- חים בין 0.032 אינץ' ו-0.062 אינץ', לפי בהוספת שכבות של 0.062 אינץ', לפי הצורך. מידות העובי התקניות לקטע המוקשה בפחית-כוונון, שהיא מוקשה בחלקה ושיכבתית בחלקה, הן: 0.032 אינץ' ו-0.050 אינץ' ו-0.062 אינץ' ו-0.093 אינץ'. לפי דרישה, ניתן להשיג מידת עובי מיוחדת. פחית-כוונון מוקשה בחלקה, זולה מאשר פחית-כוונון המ- סודרת בשכבות ובעלת עובי זהה.

מלבד חיסכון-העלות, מתכננים לפע- מים פחיות-כוונון מוקשות בחלקן, לשימושים הדורשים קשיחות מוגברת, או כשדרוש מישטח-מגע בצד אחד בלבד. לפעמים, משתמשים בפחית- כונון מוקשה בחלקה כתוספת לפחית- כונון מוקשה, ובאופן זה נוצר בתוך הפחית מעין כריך - יחד עם החלק השיכבתי.

פחיות-כוונון המקושרות בקצה

צורה אחרת של פחית-כוונון שיכבתית, מקושרת בחומר מידבק על בסיס גומי רק בקצה הפחית, בדומה לפנקס- ניירות. פחיות-כוונון המקושרות בקצה, מאפשרות את השימוש בשכבות בעלות מידות עובי בלתי-מוגבלות כמעט, החל מ-0.001 אינץ' ומעלה, בכל סוג מתכת. כיוון שאין כל גוף זר נמצא בין השכבות, אין הפחית מושפעת על ידי הטמפרטורה. ניתן לקלף את פחיות-הכוונון הללו באצבעות או בלהב-סכין, המוכנס בנקודת-ההפרדה הרצויה, בזמן הקצר ב-20 אחוז מהזמן הדרוש בפחיות-כוונון שיכבתיות, בע-

הרווח המירבי שיש למלאו בכל היחידות הוא 0.062 אינץ', תחומי הכוונון הכולל הוא מ-0.062 אינץ', בצמצום הדרגתי עד 0.048 אינץ', והסיבולת הכוללת המותרת המירבית היא 0.001 + אינץ', הרי תיגדרש פחית-כוונון שעו-בייה 0.062 אינץ' העשויה משיכבות של 0.002 אינץ' וקטע מוצק של 0.032 אינץ'.

בהנחה, כי הכוונון הנדרש הנמוך ביותר הוא 0.032 אינץ', הרי תיגדרש פחית-כוונון בעלת שכבות של 0.002 אינץ'. לו היו מגדילים את הסיבולת המותרת עד 0.0015 אינץ', כי אז אפשר יהיה להשתמש בשכבות עבות יותר, שהן גם זולות יותר.

מידה — אפשר לייצר פחית-כוונון שיכבתיות בכל מידה, מבלי להתחשב במיגבלות הלוחות שמהם עשויה הפחית. פחית-כוונון שהן גדולות בהרבה מאשר עובי חומר הלוח עצמו, מיוצרות על ידי חיבור קטעים נפרדים בשיטת מחבר-השקה, או בשיטת המחבר הסגור. אם קוטר של פחית-כוונון עגולה, גדול רק במעט מרוחב החומר הגולמי, מותר בדרך כלל להותיר מישטחים רי-קים קטנים, בחלקים שהם מעבר לשולי היקף הפחית, מבלי שהללו פוגעים בביצועה של פחית-הכוונון.

לעתים, מתוכננות פחית-הכוונון בצורה של שני חצאים, בשיטת מחבר-השקה (יש בהם חריצים במקום חורים לחיזוק בברגים), כדי לאפשר התקנה לאחר הרכבה. במקרים אלה, משחררים את הגוף (המכלל) ואחרי-כן מחליקים את פחית-הכוונון למקומו; בשיטה זו מבטלים את הצורך בפירוק.

בדרך כלל, הצורה של פחית-הכוונון צריכה להתאים לצורתו של החלק המ-תכסה על-ידיה. אולם, כדי לשמור על עלויות-ייצור נמוכות, שינוי מעשי הוא להשתמש בפחית בעלת צורה עגולה, או מלבנית מקובלת, הבולטת במעט — במקום ששם הפחית הבולטת לא תפ-ריע, כמובן, לפעולת הצידוד.

יש להגדיל במעט את קוטרם של חורי-הברגים בפחית-כוונון — כ-1/23 אינץ' בקירוב, גדול יותר מאשר החורים בחלקים המעובדים — כדי לבטל את האפשרות של סדיקה או קריעה של

פחית-הכוונון בעת הרכבתה. מידת החורים ומיקומם אינם צריכים להיות בהכרח מדויקים, כמו הסיבולות של החורים או היקף השוליים של רכיבים מעובדים.

פחית-כוונון שיכבתיות ניתנות ליי-צור בעזרת ההטבעה והעיבוד הרגילות. בדומה לחומר מוצק, אפשר לעשות גם בפחית-הכוונון השיכבתיות ניקוב, גזי-רה, קדיחה, חריטה וחריצה. על כל פנים, יש לנקוט זהירות בעת קדיחה או חריטה: הלוח השיכבתי צריך להיות מוחזק חזק בין שני חלקי מתכת מוצק-קה, כדי למנוע ניתוק והתרופפות השכבות. לא זאת בלבד, אלא שכאשר דרו-שה דופן דקה, צריך שקטע זה יהיה רחב מעט יותר מאשר החומר המוצק, בעל אותו עובי, כדי למנוע התפרדות השכבות בעת הטבעה.

המלצות בעד העובי המינימלי של דופן, או מידות הדופן, מצויות במדריך לתכנון פחית-כוונון שיכבתיות. לפחית-כוונון שחלקה מוצק וחלקה שי-כבתי, יש להוסיף חצי מידת-העובי לכל קבוצה, כיוון שחומר הקישור שבין הקטע המוצק והקטע השיכבתי — נוטה להתבקע במידה רבה יותר, בשל המכה של מכונת-הניקוב, מאשר החומר העשוי כולו משכבות. בכל מקום שאין מרשים בו דפנות רחבות יותר, ניתן להתגבר על הקושי, על ידי ניקוב הקוטר החיצוני במידה יתרה, ואחר כך לבצע חריטתו למידה הדרושה. במקרים מסויימים, אפשר גם להשתמש בפחית-כוונון דקה יותר.

גורמים פיסיים וסביבתיים —

שיקולים של גורמים פיסיים וסביבתיים, בעת תכנון של פחית-כוונון כולל דרישות משקל (במיוחד בחלליות), התנגדות לקורוזיה (באווניות), טמפרטורת הפעולה (במטוסי-סילון) ואפשרות זיהום מגופים זרים. בגופים בעלי סיב-לת מדוייקת (צרה), גוף זר עלול לשנות כוונון מכריע של חלק ולהביא בסופו של דבר לידי שבר או בלייה.

כן יש להביא בחשבון גם קומפטיבי-ליות כימית, כדי למנוע אפשרות של פעולה אלקטרוליטית. כיוון שבייצור של פחית-כוונון שיכבתיות, משתמשים רק בארבע מתכות-יסוד — פלז 30 —

70, פלדה בעלת תכולת-פחמן נמוכה, פלדה אל-חלודה מסוג 302, ואלומיניום 1100 או 5052 — תתעורר רק לעתים רחוקות מאד בעיית הקומפטיביליות.

סיבולות — הסיבולת החשובה ביותר בתיכנון של פחית-כוונון היא — הער-בי; מידות מיתאר (היקף) מכרעות לע-תים רחוקות. מקבילות, שטחיות, טיב-משטח וגיוון מישטח, הן תכונות, שכל אחת מהן או כולן יחד עשויות לחייב סיבולות מדוייקות (צורות) לשימושים מיוחדים. מכל מקום, יש להימנע מסיבולות לא-תקניות, אלא אם כן הן חיו-ניות בהחלט לפעולתה התקינה של פחית-הכוונון. כל תוספת בסיבולת מר-סיפה עלות.

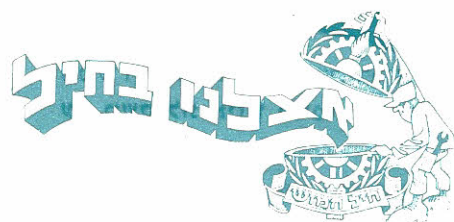
עלות — העלות הממשית של פחית-כוונון היא העלות הכוללת המורגשת בו במקום, כלומר — מחיר קניית הפחית בצירוף שכר-התקנתה בכל מקום שניתן להשתמש בו בפחית-כוונון, שאינה טעונה שינוי, תהיה זו העלות הנמוכה ביותר. אם פחית-כוונון מוקשה מצריכה השחזה טרם התקנתה, יש להשוות את עבודת-ההשחזה עם ספירת השכבות של פחית בעלת דפים חליצים, או לקילוף של פחית שכבתית, בצירוף המחיר המסוכסם של שני סוגי פחית הכוונון. ברוב המקרים, הפחית המעובד — יקרה יותר.

גם הכמות מכבידה על הבחירה והע-לות של פחית-כוונון. כמות גדולה, למשל, עלולה להכתיב את השימוש בפחית-כוונון המקושרות בקצה משום שניתן יהיה להצדיק את ייצורו של דפוס מתכת, הגורר ייצור מואץ וצמ-צום בעובדים; כמויות שהמלאי שלהן זול יותר, אם הן מכילות פחית-כוונון שכבתיות, בעלות מישטח קישור מלא. פחית-כוונון המקושרות בקצה בלבד מיוצרות על ידי ניקוב כל שכבה לחוד לפני קישורה, ואילו פחית-כוונון בעלת מישטח קישור מלא — מקושרת כבר מראש לפי מידת העובי הסופית.

MACHINE DESIGN

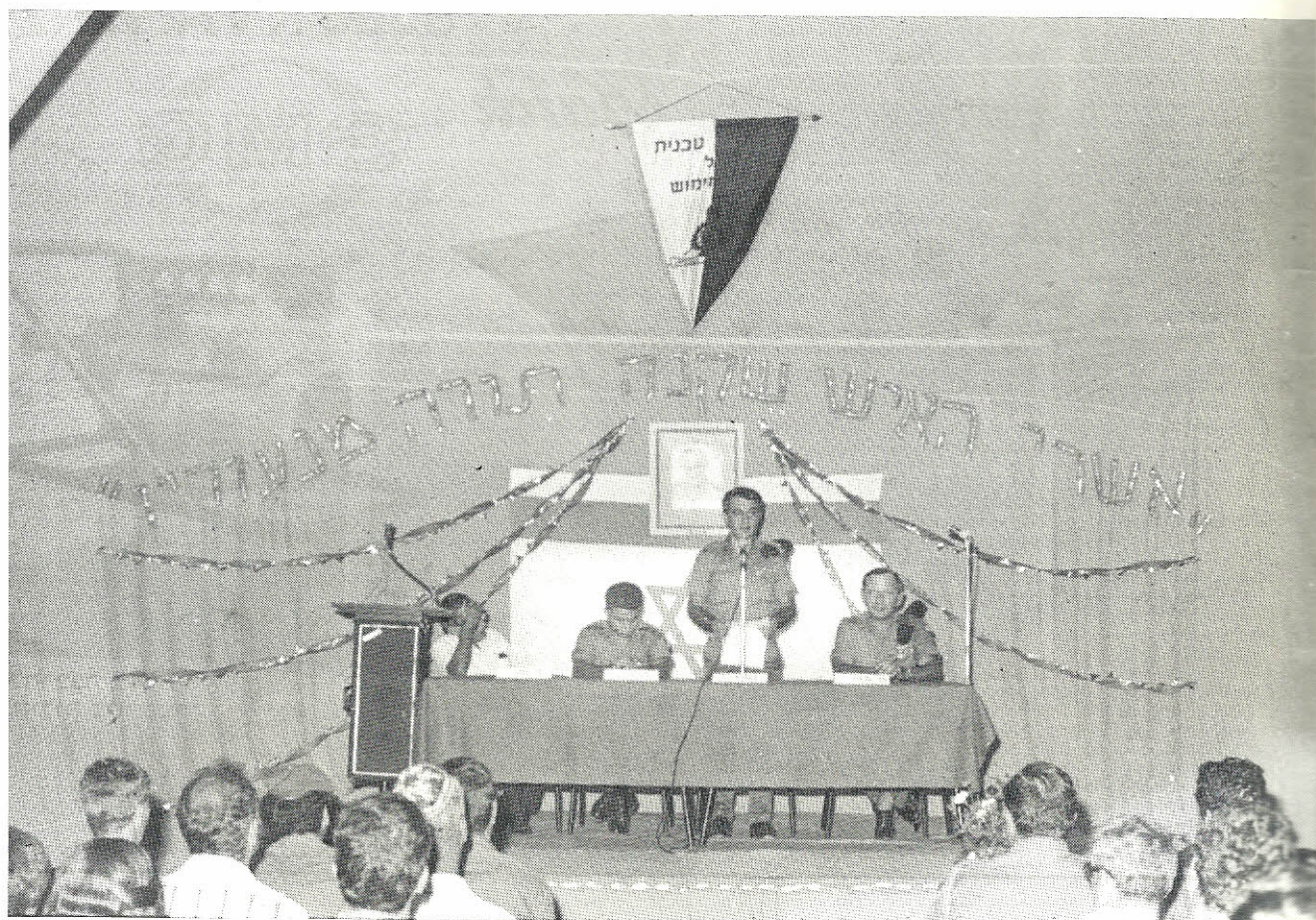
צמיג "רגיל עם חגורה" (BIAS BELTED)

בסוף שנות הששים ותחילת שנות השבעים, ניסו יצרני הצמיגים בארה"ב "להתחכם", ולייצר צמיגים המבוססים על צמיגים רגילים, כתוספת חגורת רבדים היקפיים. הדבר נועד לאפשר ייצור צמיגים הממזגים את התכונות הטובות של רדיאליים ורגילים, בניצול ציוד קיים לייצור צמיגים רגילים, והימנעות מהסבת ציוד בהיקף גדול. הצמיג ה"רגיל עם חגורה" לא נקלט בשוק וייצורו נחשב היום לאפיוזודה חולפת, בלתי-מוצלחת.



טקס הענקת מילגות על-שם סא"ל פאול ברניקר ז"ל

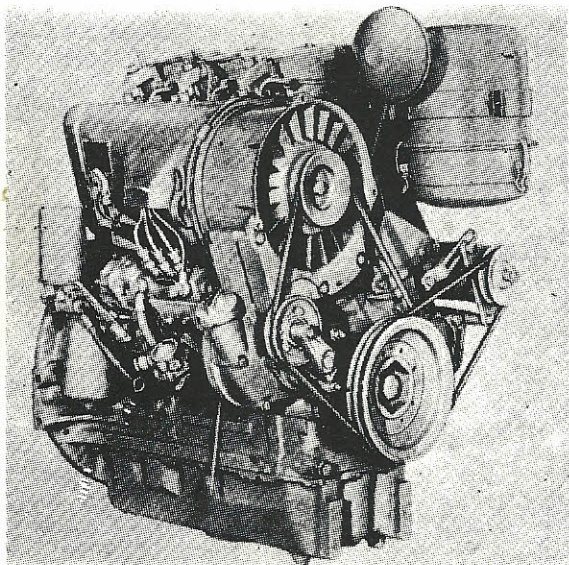
הטקס השנתי של הענקת מילגות על-שם סא"ל ברניקר ז"ל, נערך בפנימייה של חיל החימוש. אורח הכבוד בטקס היה קצין החימוש הראשי, תא"ל בן-ציון בן-בשט. בדבריו בפני קהל הנוכחים, עמד קצין החימוש הראשי, בין היתר, על תפקידם ומעמדם של בוגרי הפנימיה הצבאית בעתודת כוח האדם הטכנולוגי של חיל החימוש והעניק את המילגות לחניכים המצטיינים. סא"ל פאול ברניקר שירת בחיל החימוש והיה מראשוני החיל הבכיר. משפחתו החליטה להעניק מידי שנה מילגה לתלמידי פנימיית חיל החימוש.



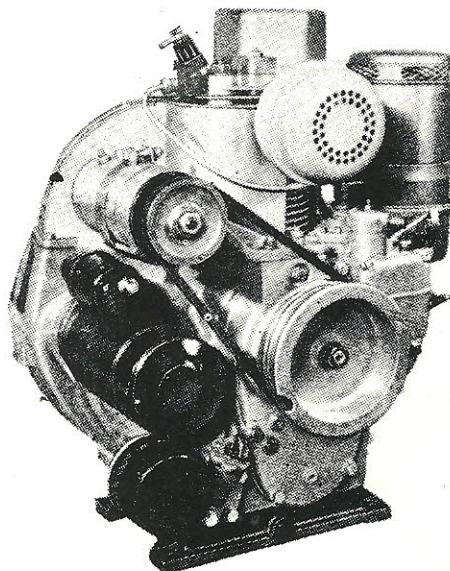


מנועי-דיזל "דויטץ"

מנועי-דיזל מקוררי-אוויר מ-3 — 500 כ"ס
מנועי-דיזל מקוררי-מים מ-60 — 8500 כ"ס



מנועי דיזל מדגם F2—F6L912
מקוררי אוויר בהספקים מ 21 כ"ס עד 120 כ"ס



מנוע-דיזל חד-צילינדר מקוררי-אוויר
עם משקולת איזון פנימית לדיכוי רעידות
הספק: 3 עד 14 כ"ס

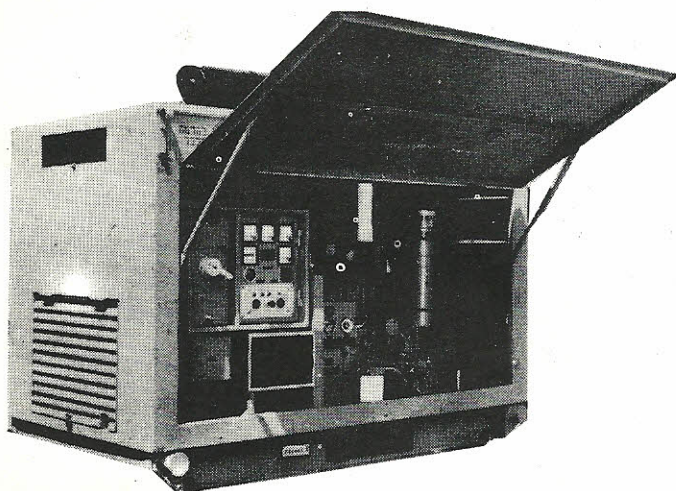


דיזלגנרטורים ואלטרנטורים מ-2 עד 8000 KVA

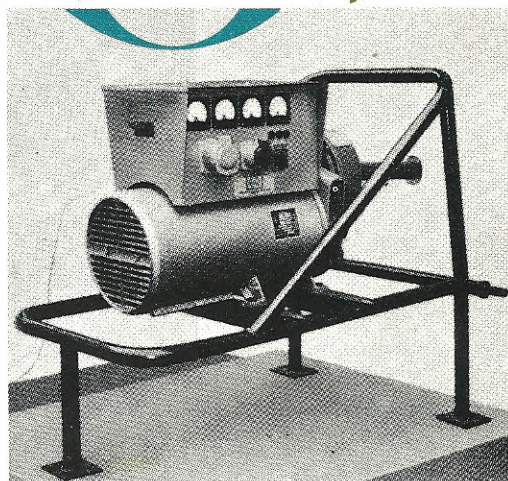
A. van Kaick



הצעה מיוחדת



דיזלגנרטור 30 KVA עם חופה



גנרטור להרכבה ל-P.T.O.
ושלוש נקודות בטרקטור

מלאי, שירות, יעוץ, חלפים, אחריות

חברה להנדסה ולתעשייה בע"מ

תל-אביב שד' רוטשילד 7 טלפון 651511 ת.ד. 1191