

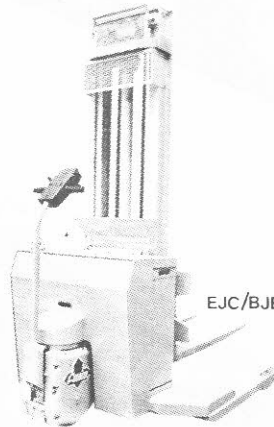
עגלות ומלגזות חשמליות



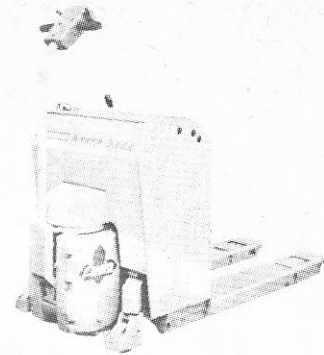
מלגזות הרמה חשמליות מתכנסות ETM/V
כשרי הרמה 1000-3200 ק"ג
למחסנים בעלי מעברים צרים במיוחד
גובה הרמה עד 5000 מ"מ ויותר.



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

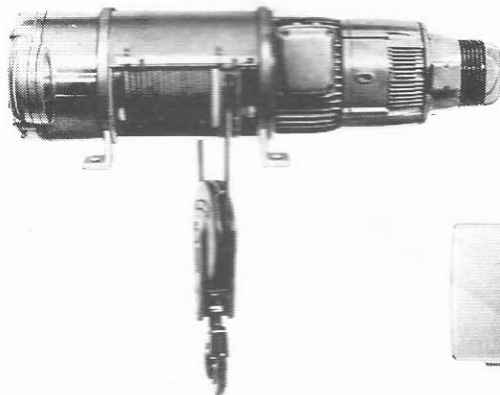


מעמדות משטחים חשמליות מפעיל הולך EJC/BJB
כשרי הרמה 1000-2000 ק"ג
גובה הרמה עד 4000 מ"מ.

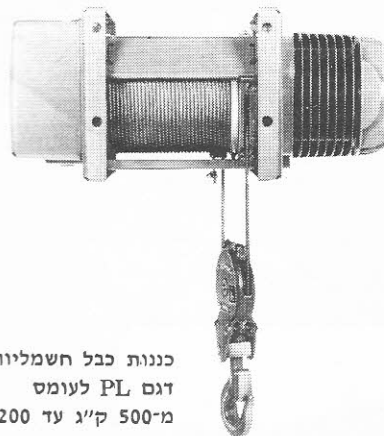


עגלות נושטחים חשמליות EJE
כשר הרמה 1250-2000 ק"ג

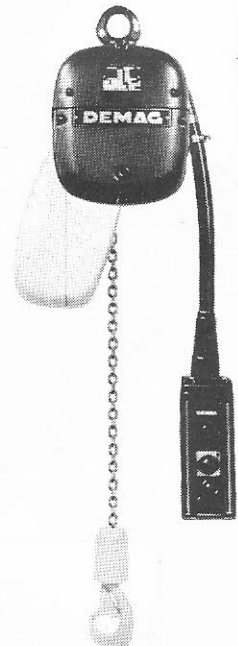
כננות הרמה חשמליות „דמאג“



כננות כבל חשמליות
דגם P לעומס
מ-160 ק"ג עד 63,000 ק"ג.



כננות כבל חשמליות
דגם PL לעומס
מ-500 ק"ג עד 3200 ק"ג.



כננות שרשרת חשמליות
דגם PK לעומס
מ-50 ק"ג עד 4000 ק"ג.

הור-טל חברה לשיווק ייצור ושרותים בע"מ

רחוב חיי אדם 9, ת.ד. 2085 תל אביב 61000, טל. 216159, 265167-8





חוברת מס' 75 ☆ אב, תש"מ ☆ יולי 1980

בתוכן:

- 2 **גשר צף "ריבון ברידג"**
המאמר מתאר גשר צף חדש מתוצרת ארה"ב המסייע לכוחות הלחימה במעבר מכשולי מים.
- 5 **עקרונות בקביעת מרחקי הפרדה באחסנת תחמושת מאת משה קורט**
התחמושת מסוכנת מטבע ייצורה ולכן מחייב השימוש בה משנה-זהירות בכל הקשור לאחסונה הבטוח.
- 12 **הכרת פלדות שריון מאת יצחק אפסל**
במאמר ניתנת האפשרות לקורא להכיר פלדות שריון, שהן פלדות דלות-נתך.
- 17 **צבאות עולם**
● גיסויים ברכב לחימה חדש ל-חי"ר ● מרעום זמן ● אלקטרוני ● פיזור מוקשי ג"ט מעל נושאת מוקשים ● מד-טווח ליזר זעיר.
- 20 **טורבינות גז לטנקים**
המאמר מציג את מעלות טורבינות הגז השונות לטנקים המצויות כיום בשמוש ואלה העתידות לחדור לשוק.
- 29 **אצלנו בחיל**
● יחידת הגיסויים-גאוה ואחריות ● סיום קורס קציני חימוש בסיסי.
- 32 **מסנני אויר לרכב ורק"מ מאת שלמה פרידמן**
מערכת סינון האויר לרכב ולרק"מ היא חלק חשוב בכלי הרכב; המאמר מציג את המסננים השונים המותאמים לאופי השימוש ברכב ולתנאי העבודה והסביבה.
- 36 **טנק לחימה שווייצרי חדש**
המטה הכללי של שווייץ קיבל החלטה לפתח טנק לחימה חדש אשר יהיה בר-תחרות לטנקים האחרים של שנות ה-90.

העורך: יוסף גרייבר

עיצוב השער ותרשימים: אפי צילומים: יחידת הצילומים ד"צ 2128 צה"ל
מען המערכת: ד"צ 2128 צה"ל
תצלום השער - בדיקת יציבות רכב המבוצעת תוך כדי נסיעה - זו אחת הפעולות של יחידת הגיסויים של חיל החימוש (ראה מאמר בעמוד 29).

מערכות בית ההוצאה של צבא ההגנה לישראל

עורך ראשי: סא"ל יעקב זיסקינד.

"מערכות" עורך - סא"ל יוסי פורת.

"קשר ואלקטרוניקה" קצינת עריכה

- מלכה שניר

ה-LKW7tg, מתוצרת חברת מא"ן. גשר זה הנו דגם מועתק של ה"ריבון ברידג'".

גשר מצופים פולני:

הגשר הנו ה-P.P.64 נצפה לראשונה בתמרונים ברית וארשה בשנת 1969. במראהו החיצוני דומה הוא לגשר ה-P.M.P. הרוסי. חלקי הגשר נישאים על גבי משאית 660M ויוצרים צורת האות "V" לעומת "W" של ה-P.M.P. הרוסי.

בגשר זה נצמדים המצופים בחיבור אוטומטי, ואילו ב-P.M.P. החיבור נעשה בידיים. בגשר ניתן ליצור מעבר חד או דו-כיווני. ניתן להעביר עליו משא בשיעור 30 ו-60 טונות, בהתאם לגודלו.

פרויקט הגשר הוצע ב-1964, שלבי הניסוי החימושי נסתיימו ב-1965 ובהליכי הייצור הוחל ב-1966. חלקי החיבור האוטומטיים שיעילותם לא הוכחה - נסדקו, וכיום הגשר הוא במתכונת שונה ובלתי-ידועה די-הצורך.

INTERNATIONAL (מתוך)
DEFENSE REVIEW ומקורות
אחרים).

דלת מוטות-הפיתול ועל ידי זה נגרם בזבוז זמן.

ציוד-עזר

הואיל ול"ריבון ברידג'" אין מערכת הנעה אינטגרלית, יש צורך בשימוש בסירות-גרר, כדי לתמוך בחלקות, לשמור על קו ישר בזמן השימוש, או כאשר קיים הצורך להשתמש בגשר - כדוברה. כן יש צורך בכבלים ובעוגנים, כדי למנוע היסחפות הגשר.

גשרים מתקפלים נוספים

בצבאות עולם: מלבד ה"ריבון ברידג'", האמריקאי וה-P.M.P. הרוסי, קיימים עוד שני סוגי גשרים, הבנויים על יסוד אותן הרעיון.

גשר מצופים גרמני:

זהו גשר מצופים מדגם ABSCH-NITTE, שתוכנן על ידי חברת E.W.K., שפיתחה גם את החלקות האמצעיות של הגשר, שעה שהכבשים פותחו על ידי החברות קרו"פ ומא"ן. הרכב הנושא את הגשר הנו

היסחפות הגשר. מבנה הכבש דומה לחלקות הפנימיות, אולם רק בהבדל אחד: כל חלקת כבש מצויידת בכוכנה הידראולית גדולה, המחוברת למחבר התחתון. בוכנות אלו דוחפות את הכבש החוצה וגורמות לכך שיסתובב למעלה, בזווית של 20° - ביחס למחבר העליון. חיבורים אלה מאפשרים להתאים את הכבשים למצב הרצוי. בהגיע הכבשים למצב הרצוי נסגרות הבוכנות, כדי לאפשר את מעבר הכוחות (ראה ציור 3, למטה).

הכבשים מחוברים לקצה החלקות באמצעות צירים, המאפשרים מעבר חלק בין הגשר לקרקע.

ה"ריבון ברידג'" שונה מגשר ה-P.M.P. בשלושה דברים עיקריים:

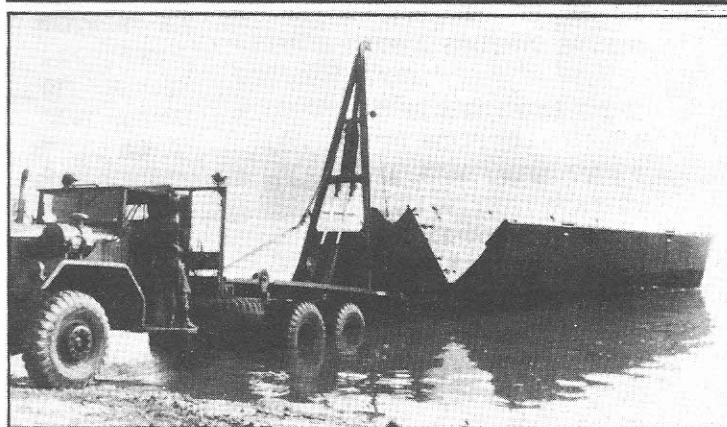
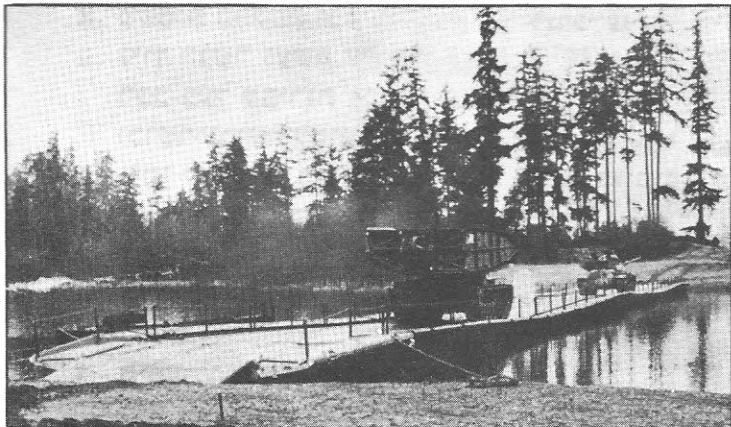
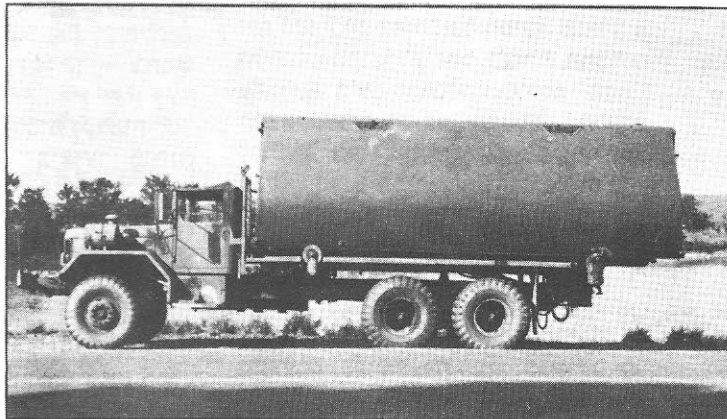
- ה-P.M.P. הרוסי עשוי פלדה וה"ריבון ברידג'" - אלומיניום.
- ה-P.M.P. הרוסי מבטיח ייצור קל יותר להגדלת קשיותו. התוצאה מכך - היא הגדלת משקלו בשליש, בהשוואה ל"ריבון ברידג'".

- ההבדל העיקרי הוא בכך שה-P.M.P. הרוסי פועל בעזרת מוטות-פיתול, המסייעים לפתוח את חלקות הגשר. לכך נודעת יעילות בעת ההשקה, אולם בזמן קיפול הגשר יש צורך להתגבר על התנג-

ציור 1: (למעלה מימין) - "ריבון ברידג'" מסוג M8125 - על גבי מוביל.

ציור 2: (למטה מימין) - "ריבון ברידג'" - בעת השקה.

ציור 3: (למטה משמאל) - "ריבון ברידג'" - במצב פתוח.





טקדונות בקביטת מרחקי הפרדה באחסנת תחמושת

משה קורט

במחנה בצפון הארץ, שבו התפוצצו כ-2500 טונות תחמושת ונזקים חמורים, כולל רגמות תחמושת הגיעו לכל האזור שבין עכו לאכזיב. מקרי-אסון אחרים, דוגמת "אסון אילת", או הפיצוץ במפעל תע"ש ברמת-השרון בשנת 1975, נשכח כבר בוודאי מלב רבים. יש לזכור, כי תחמושת נועדה לגרום נזק ומחובתנו להבטיח, כי נזק זה לא ייגרם בזמן ובמקום בלתי רצויים.

בתחמושת טמון פוטנציאל הרס עצום, הדרוש כדי להשיג את האפקט המתאים בשימוש בה, בזמן ובמקום הרצוי. אך פוטנציאל זה עלול להשתחרר בצורה, במקום ובעיתוי בלתי רצויים ואז הופכת התחמושת גורם לתאונות קשות ונזקים כבדים ברכוש ובנפש. לצערנו, אנו מלאים וגדושים בדוגמאות של אסונות פיצוץ תחמושת שארעו בארץ ובעולם. זכור עדיין המקרה לאחר מלחמת ששת-הימים

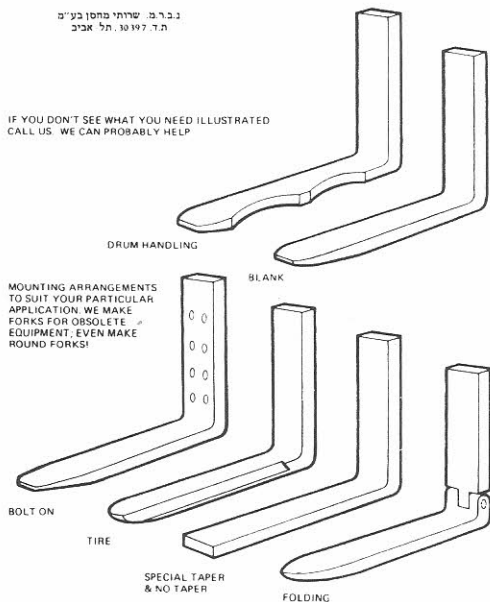
ניתן להשיג זרועות למלגזות
 אצל נ.ב.ר.מ. שרות מחסן בע"מ
 ת"א, רח' היסוד 1, בנין מרכזים
 ת.ד. 30397, טל.: 823140



special application forks

נ.ב.ר.מ. שרותי מחסן בע"מ
 ת.ד. 30397, תל אביב

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



הוראות נכתבות בדם

מעצם מהותה, תכנונה ויעודה, נועדה התחמושת לפעול כשורה, מבלי להיות מוקד-סיכון לעוסקים בה, זאת בתנאי שמקפידים במילוי ההוראות לגביה ולכרוך בטיפול בה. במאמר זה נתרכז בתחום הטיפול בתחמושת הקשור באחסון, והוא, לצערנו, תחום המוזנח אצלנו מאד, במודע ומתוך חוסר ידיעה. יש לציין, כי רבות מהוראות הבטיחות הבסיסיות והחשובות שלנו, פורסמו בעקבות מקרי-אסון שהתרחשו כתוצאה מהזנחה, חוסר זהירות או שניהם יחד. לדאבונינו, עדיין נכונה האימרה, כי רוב הוראות הבטיחות "נכתבות בדם".

כשמדובר במחסן-תחמושת, הכוונה היא לכמות גדולה של חומר-נפץ גולמי, או בתוך מספר רב של יחידות-תחמושת, העשויה להגיע למאות טונות. ההבדל בין מחסן-תחמושת למבנה-מגן אחר הנו מהותי: מבנה-המגן הרגיל, תפקידו לשמור על שלמות תכולתו ובעיקר על אנשים בפני פגיעה של כלי-נשק, המכוון מרחוק; מחסן-תחמושת יש לבנותו כך, ששחרור האנרגיה האצורה בו לא יגרום נזקים לסביבה, בין שאלו מחסנים שכנים או מבנים מאוכלסים.

כמויות ה-חנ"מ הגדולות המאוחסנות בו מציאות מכלל אפשרות כליאתה של אנרגיית-הפיצוץ במחסן, תוך כדי שמירה על שלמותו, דבר האפשרי מעשית רק לגבי כמויות חנ"מ קטנות (דוגמת-המחשה: פיצוץ 10 ק"ג חנ"מ במחסן תחמושת כבדה המכוסה עפר, גרם להרס מוחלט של המח-סן). לכן מבוססת ההגנה בפני ההשפעות הקטלניות של פיצוץ באחסנה, לא על בנייתם של מבנים חזקים, אלא בעיקר על ריחוקם. הבטיחות מושגת על ידי מה שקרוי היה בעבר "מרחקי-בטיחות".

מבחינה היסטורית ההגנה באמצעות מרחקי-בטיחות נקבעה על ידי סיקור והערכת נתונים אמפיריים שהושגו מחקירת מקרי-תאונות בתחמושת, וניתן לומר, כי בתחילת המאה היתה כל התורה הזאת בחיתוליה וידעו אך מעט על ההיב-טים המדעיים והתיאורטיים של התופעות השונות.

בשנת 1926 אָרַע אסון גדול בבסיס תחמושת בארה"ב. באסון זה הידוע בשם "אסון אגם דנמ" רק", שהתרחש בבסיס-תחמושת של ה-NAVAL בניו-ג'רסי (ארה"ב) פגע ברק במחסן שהכיל 300,000 ק"ג חנ"מ. כתוצאה מחוסר מרחקי-הפרדה נאותים התפוצצו 1,500,000 ק"ג חנ"מ במחסנים סמוכים, עשרות נהרגו והנזקים לארסנל הצבא הסתכמו ב-75 מיליון דולר (דולרים של שנת 1926!). מקרה אסון זה נתן דחיפה עצומה לעבודה נמרצת לפיתוח כל תורת מרחקי-ההפרדה הידועה לנו היום.

מונח מטעה ומוטעה

המונח "מרחקי-בטיחות" הנמצא בשימוש נרחב כיום, הנו במידה רבה מונח מוטעה ומטעה, בשל הסברה, כי מחוץ לטווח-הבטיחות לא ייגרם כל נזק לאנשים או לרכוש (הנחה זו אינה נכונה, הואיל וכל המשתנים הקובעים בטיחות, הנם פונקציה רציפה של המרחק). המונח "בטיחות" (SAFE-TY) הנו מושג יחסי: אף אחד אינו מבטח באופן מוחלט



"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

גל-הלהם. אזור הריאקציה מאופיין על ידי עליה גדולה מאד בלחץ (300,000 אטמוספירות) וטמפרטורה (500°K). הריאקציה היא במהותה ריאקציה כימית אקסותרמית, המל-וזה בשחרור אנרגיה (חום וגזים) ה"תומכת" ומחזקת את גל-הלהם, וקובעת את הלחץ בחזית הגל. את כל התופעה הזאת ניתן לתאר במערכת צירים עם ראשית נעה, כאשר ה"חנ"מ "נע" לתוך חזית גל-הלהם, כמתואר בצירור 1, למטה.

יש לציין כי כל התהליך מבוקר ומפוקח על ידי שיקולים תרמורידרודינמיים ולא על ידי מהירות הריאקציה הכימית ב"חנ"מ.

התופעה הנ"ל שונה תכלית-שינוי מהתפשטות גל קול, כיוון שכאן מדובר בלחצים וטמפרטורות בעלי שיעורים גבוהים ולכן מהירות ההתקדמות היא גבוהה בהרבה ($7,000 \text{ מ}^{\prime}/\text{שנ}^{\prime}$) לעומת $300 \text{ מ}^{\prime}/\text{שנ}^{\prime}$.

פיצוץ חנ"מ באוויר חופשי יוצר כאמור ענן מתפשט של תוצרים גזיים בטמפרטורה ולחצים של 5000°K ו- $300,000$ אטמוספירות בהתאמה. דחיסות האוויר על ידי התוצרים הגזיים מובילה להגברת חזית הגל עם צפיפות טמפרטורה ולחץ גבוהים, הגורמים מהר מאד להיווצרות גרדינט לחץ תלול מאד ואירציפיות חדה לגבי האטמוספירה שלפני חזית זו. השפעת תהליכי פיזור אנרגיה כמו הולכת-חום וצמיגות (ויסקוזיות) התוך, גורמים להיווצרות תנאי שיווי משקל וחזית לחץ חדה זו המתייצבת, מוכרת כגל-הלהם. הלחץ בחזית גל-הלהם הוא בשיעור של כ- $1,000$ אטמוספירות והוא הגורם להשפעות קטלניות בסביבה הקרובה.

ניתוח עקום על לחץ-זמן בפיצוץ באוויר חופשי

כאשר חזית הגל מתפשטת, היא נעה רדיאלית החוצה ממוקד-הפיצוץ. אם כי שיא-הלחץ קטן לפי תלות אקספוננצי-אלית, (כתוצאה מאיבודי-אנרגיה לסביבה), הרי הצורה הכללית של עקום לחץ-זמן בכל נקודה במרחב - נשארת קבועה.

עקום לחץ-זמן כפי שמבחינים בו בנקודה מסוימת במרחב הוא כמתואר בגרף שבצירור 2 בעמוד 8.

בזמן הגעה, t_a (ARRIVAL TIME) אחרי הפיצוץ, הלחץ בנקודה קופץ בצורה חדה, לערך מקסימלי של לחץ-יתר. השטח שמתחת לעקום שווה לאימפולס המתפתח על ידי הלחץ והפועל על מטרות מזדמנות בסביבה. הלחץ דועך מייד אקספוננציאלית כמתואר בגרף. הפאזה השלילית נוצ-

כפני פגיעה, ובמקרים רבים הנוק מעבר למרחק הבטיחות יכול להיות נרחב. נהיה מדויקים יותר אם נאמר, כי מרחקים אלה אינם מרחקי-בטיחות מוחלטים, אולם הם מרחקים של הגנה יחסית ומרחקים גדולים יותר מאלה שצוינו בטבלאות - עדיפים במידת האפשר. האמת היא שכל נסיון להשיג בטיחות מוחלטת יהיה יקר באופן בלתי מציאותי מבחינת מחירי הקרקע והבנייה והטלת הגבלות אסורות על ייצור סוגי תחמושת ופעילויות צבאיות.

המונח מרחקי-הפרדה הנו מועדף ומעתה והלאה נשתמש בו במאמרנו זה. נגדיר, איפוא, את המונח "מרחקי-הפרדה" - זהו המרחק המינימלי המותר בין מחסן תחמושת לבין אובייקטים שונים בשטח - מחסן שכן, מבנים מאוכלסים או עורק-תנועה. המרחק מתבסס על "סיכון אפשרי הקיים לחיים ולרכוש כתוצאה מפיצוץ והוא המינימום המותר להפרדת סיכוני פיצוץ ממטרות שונות, על מנת לפקח על גודל הנוק, אבדן חיים ופגיעות רציניות. מרחקי-הפרדה למבנים מאוכלסים, מקנה הגנה גבוהה לשלד הבית ולתוש-ביו מפגיעה חמורה". המרחקים אינם מקנים הגנה נגד שבר-שמשות ופציעת אנשים משברי-זכוכית, רגמות מבנה או רסיסים. אם נקח, לדוגמה, את הפיצוץ שארע באחרונה במפעל תע"ש ברמת-השרון במאי 1979, נראה, שאמנם שמשות וחלקי-מבנה קלים נשברו, במרחקים העולים בהר-בה על מרחקי-הפרדה שהיה צורך לנקוט בו במקרה מעין זה, ואף רגמות מבנה הגיעו למרחקים גדולים ביותר.

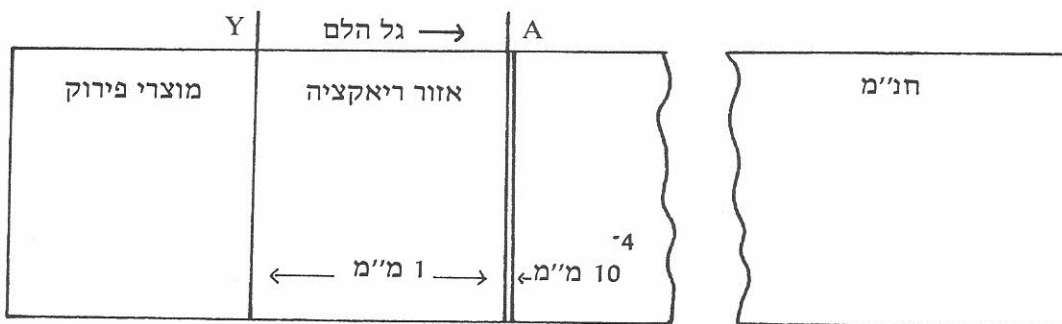
אמצעי-הגנה בפני פיצוץ מקרי חייבים להשיב על אפקטי הפיצוץ (או מנגנוני-ההרס) האלה: הדף או לחץ (ההפרעה האטמוספירית הנוצרת בפיצוץ, הלם-קרקע; להבה וחום; רסיסים, רגמות ותחמושת מועפות. הואיל ובפיצוץ כמויות חנ"מ גדולות ההדף הנו האפקט הדומיננטי, נתרכז תחילה בטיפול בשאלה זו.

מה זה גל הדף או לחץ המתפשט בתווך הסמוך (האטמוספירה)

כתוצאה מפיצוץ?

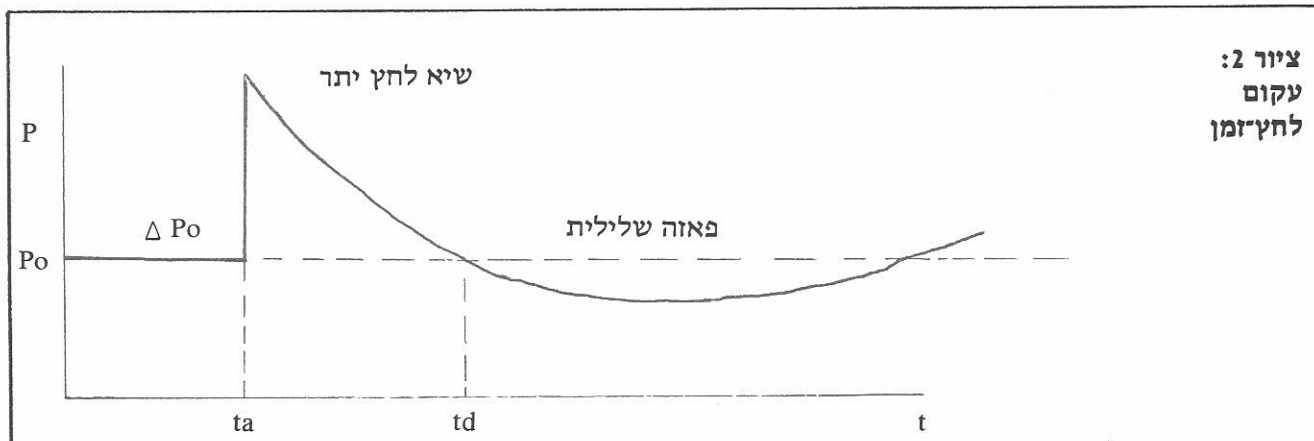
נסה להסביר תופעה זו בתיאור עקרוני של תהליך הדטונציה (ניפוצ).

כאשר עמוד חנ"מ מיוזם בקצהו, עובר גל-הלהם אינטנסיבי דרך ה"חנ"מ במהירות גבוהה מאוד. אזור ה"חנ"מ, שדרכו נע גל-הלהם (SHOCK WAVE), עובר ריאקציה כימית בגלל תנאי-הלחץ והטמפרטורה הגבוהים הקיימים בחזית



צירור 1:
תהליך
הניפוצ
בחנ"מ

ציור 2:
עקום
לחץ-זמן



כאשר הקבוע "K" מכונה "פקטור הסיכון".
איך מקבלים את היחס הנדון?

כזכור, המרחק המיוחס, Z, נתון על ידי $Z = R/W^{1/3}$, אולם $p = f(Z)$, כלומר Z מסויים מתאים לערך קבוע של P (כאשר את היחס ביניהם מקבלים באופן אמפירי והוא מופיע בנומוגרמות השונות, כמתואר בהמשך).

$$P^n = K_1 R/W^{1/3}$$

ניתן בבטחון רב ליחס נזקים שונים לעוצמת לחץ היתר, כדוגמת נזקים לבני-אדם (פגיעה בריאות או עור התוף) ולמבנים. הואיל ואנו קובעים שהסיכון המסויים (בו אנו מתעניינים) הנו פונקציה של הדף אוויר (לחץ), הרי עבור לחץ מסויים שעבורו, לדוגמה, נקבע שקיים סיכון של קריעת עור-התוף, ונכנה לחץ זה שהנו גודל קבוע, נקבל את היחס הבא:

$$P_{\text{עור תוף}} = K_2$$

$$P_{\text{ת.ג}} = K_2 = K_1 R/W^{1/3}$$

$$R = K \cdot W^{1/3}$$

$$K = K_2^n / K_1$$

כאשר:

נומוגרמת $P=f(z)$ בנויה כמתואר בציור 3.

לכל משקל חנ"מ מתפוצץ, ניתן למצוא את הלחץ המתפתח במרחק מסויים מנקודת-הפיצוץ.

הקבוע K, שעליו מבוססת נוסחת המרחק, נקבע לפי סוג המטרה שאליה מתייחסים ורמת-הסיכון המקובלת, או במילים אחרות - לפי לחץ היתר שניתן להפעיל על מטרה זו, ללא גרימת נזק ממשי למטרה.

הקבועים המקובלים לשימוש הם: (ביחידות מטריות)

יחידות מטריות	המטרה
1.1	מחסן מכוסה עפר
3.6	מחסן חנ"מ פרוז
8	בנין עבודה
22	מבנה מגורים
200	תחום ללא נזקים

להמחשת השימוש בקבועים אלה ובנומוגרמות, מובאת להלן הדוגמה הבאה:

נתון מחסן תחמושת המכיל 8000 ק"ג חנ"מ. באיזה מרחק יש למקם מחסן זה ממבנה מגורים?

מרחק-ההפרדה צריך להיות 440 מטר $R = 22 (8000)^{1/3}$

רת בגלל תופעות של התפשטות מהירה והתפשטות-יתר והלחץ נופל מתחת ללחץ האטמוספירי.

חוק המרחק המיוחס

כפי שצוין בהקדמה, ההגנה הטובה ביותר בפני השפעות קטלניות של פיצוץ מבוססת על מרחק-הפרדה, או במילים אחרות, על הקטנת שיא-הלחץ (שהנו הגורם "הקטלני" במערכת) כתלות במרחק.

למעשה, אין כל משוואה הבנויה על סמך ניתוח פיזיקלי תיאורטי היכולה לתאר היחס בין משקל חנ"מ, מרחק מנקודת-הפיצוץ ולחץ בחזית גלי-הלם. הסיפרות מלאה גרפים ונומוגרמות הבנויות על יחסים אמפיריים. מכל מקום, על ידי ניתוח מימדיות, ניתן להגיע להכנת נומוגרמות פשוטות וברורות, המבוססות על חוקיות מסוימת דוגמת חוק המרחק המיוחס (SCALING LAW).

חוק זה קובע שגלי-הלם דומים נוצרים במרחקים מיוחסים (SCALED DISTANCES) כאשר שני מטענים בעלי גיאומטריה דומה אך במידות שונות, מתפוצצים באותם תנאים אטמוספיריים.

$$Z = R/W^{1/3} \quad \text{— המרחק המיוחס הוא}$$

כאשר: R - מרחק ממרכז הפיצוץ.

W - משקל החנ"מ.

חוק המרחק קובע, במילים אחרות, ששני מטענים יפתחו גלי-הלם (לחצים) דומים במרחקים המתייחסים ביניהם, כמו השורש השלישי של יחסי המשקל (או האנרגיות המשוחררות).

לדוגמה: כדי ליצור לחץ מסוים במרחק הגדול כפליים ממרחק נתון, דרוש להשתמש במטען חנ"מ גדול פי 8, לפי החישוב הבא (הדרישה לשוויון ב"Z"):

$$Z_1 = R_1/W_1^{1/3} = Z_2 = R_2/R_2^{1/3}$$

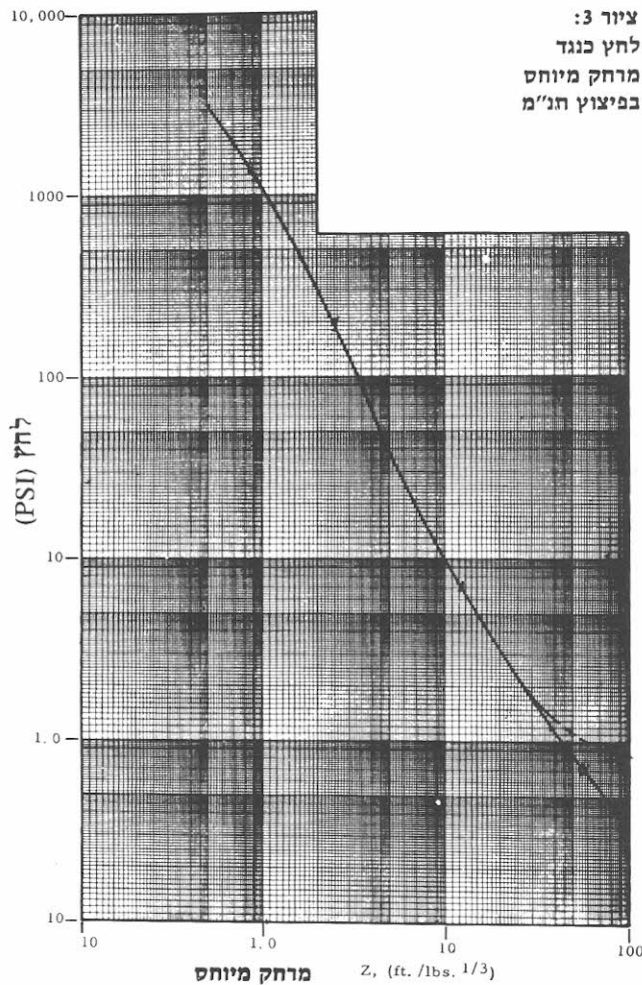
$$W_2 = (R_2/R_1)^3 W_1 = (2R_1/R_1)^3 W_1$$

$$W_2 = (2)^3 W_1$$

$$W_2 = 8W_1$$

קביעת מרחק-ההפרדה עצמו בין מוקד-הפיצוץ לבין אובייקט-ים שונים בסביבה הקרובה, מוגדר בדרך-כלל על ידי

$$R = K \cdot W^{1/3}$$



ובשמוש בנומוגרמה ניתן לראות שלצורך מקרה זה שבו $Z=55$ נקבל $(PSI) P=1$ יש לציין, כי במרחק זה לא נקבל, במקרה של פיצוץ, נזקים חמורים לגוף ולרכוש כמו קריעת עור-התוף או הרס קירות, אך ברור שאנו עדיין בתחום של נזקים קלים, כמו שבירת שמשות ומסגרות קלות. כדי להימצא בתחום ללא נזקים, היינו חייבים להשתמש ב- $K=200$, או במלים אחרות - להתרחק כ-4 ק"מ ממקום הפיצוץ!

השימוש בטבלאות מרחקי-הפרדה אינו מצריך ידע יסודי של התאוריה השלמה המסתתרת מאחורי קביעת רמות-הסיכון השונות, שעליהן מסתמכות הטבלאות. הטבלאות מאפשרות קביעה פשוטה של מרחקי-הפרדה הנדרשים ממחסן התחמושת למטרות השונות בסביבתו, או לחילופין - קביעת כמות החנ"מ המקסימלית המותרת לאחסנה.

מבחינים במספר סוגי מרחקי-הפרדה:

- מרחק בין מחסני-תחמושת - המרחק המינימלי המותר בין שני מחסני-תחמושת שכנים; מרחק זה בא למנוע מעבר פיצוץ בין מחסנים סמוכים על ידי הדף, אש, רגמות או רסיסים.
- מרחק למחסנים כלליים ומכוני-עבודה - מיועד לתת לעובדים הגנה מסוימת בפני השפעות-פיצוץ, אך הנזק למבנים קלים יהיה חמור ואנשים עלולים להיפגע בצורה קשה.
- מרחק למבנים מאוכלסים - המרחק המינימלי המותר בין מחסן תחמושת ומבנים מאוכלסים (משרדים, מגורים). המרחק קים מיועדים למנוע נזק חמור במבנים (ערעור יסודות) ופגיעה קשה באזרחים, אך המבנים "יסבלו" נזקים קלים (שבירת שמשות ומסגרות קלות) ואנשים עלולים להיפגע קלות.

(כאן גם המקום להביא כדוגמה קיצונית את מרחקי-הפרדה הנדרש לאחסנת רימון יד. לפי הנוסחה הכללית המרחק לפי תכולת חנ"מ של 200 גרם, צריך היה להיות 10 מטר בלבד, שזה לכל הדעות מרחקי-הפרדה מגוחך והמרחק הנכון חייב להיות עשרות מונים גדול יותר!).

לכן יש להדגיש: מרחקי-הפרדה המבוססים על נזק מהשפעת ות הדף מספקים דרגת הגנה גבוהה מרסיסים ורגמות רק לכמויות חנ"מ גדולות. לכמויות קטנות - שם סיכון הרסיסים הוא הדומיננטי, יש להגדיל את המרחקים על פי תוצאות הניסויים וניתוח סיכוני-ריסוס קיימים. בצה"ל נקבע כלל של שמירה על מרחקי-הפרדה מינימלי שמתחתיו אין לרדת, ללא תלות בכמות החנ"מ, המאוחסנת במחסן (כמובן, אם כמות החנ"מ במחסן גדולה מאוד והשפעות ההדף הן הדומיננטיות, יש לקבוע מרחק גדול יותר - בהתאם לכמות החנ"מ).

סוללות-מגן

סוללת-מגן הנה אחת מאותן "פרות קדושות", או "אימרות קסם" שאנשים חושבים שהשימוש בהן יפתור את מירב הבעיות הקיימות באחסנת תחמושת, ויצמצם מרחקי-

ברצוני להעיר תשומת-לב לשני נושאים רבי-ערך, שאנשים העובדים בתחום זה עושים בהם מתוך חוסר ידיעה, שימוש מוטעה:

מרחקי-הפרדה לכמויות חנ"מ קטנות

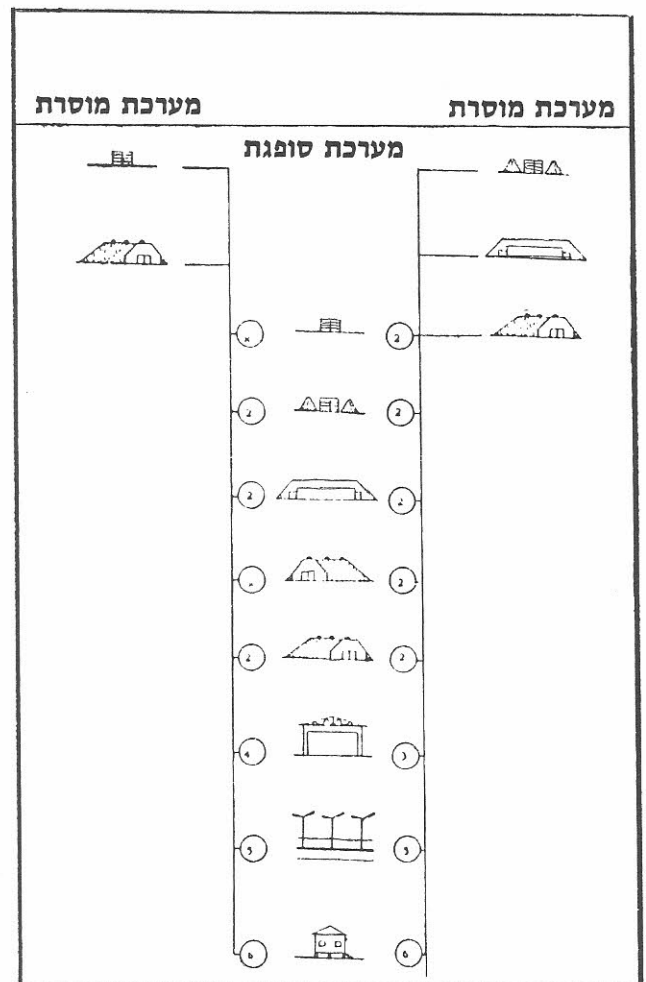
כאשר משתמשים בנוסחת השורש השלישי, או בטבלאות מרחקי-הפרדה, חייבים להבהיר קודם לכן ניתוח איכותי חשוב: חוק זה, המבוסס על השפעות הדף בלבד, ניתן לשימוש ללא כל מגבלות לכמויות חנ"מ גדולות (שיעור של אלפי טונות). לכמויות חנ"מ קטנות השפעות הריסוס מהוות סיכון גדול הרבה יותר מאשר השפעות-הדף. אנשים רבים חשים אינטואיטיבית, שניתן לכלוא השפעות פיצוץ קטן, נאמר של 250 ק"ג או פחות. הנכון הוא, כי זה אפשרי, אך בפירוש בלתי מעשי.

(ניסויי-פיצוץ שבוצעו כאמור בכמות חנ"מ של 10 ק"ג בלבד במחסן-בטון עם כיסוי עפר סטנדרדי, הסתכמו בהרס מוחלט של המבנה; חלק מהמבנה קרס פנימה ורגמות מבנה נזרקו החוצה וגרמו לסיכונים בסביבה הקרובה).

ציור 4: טבלת מרחקי הפרדה

משקל חנ"מ נטו (בק"ג) מרחקי הפרדה במטרים					
6	5	4	3	2	1
			65	5	500
			75	5	750
275	180	275	80	10	1,000
			85	10	1,250
			95	10	1,500
			100	10	1,750
			100	10	2,000
			105	10	2,250
			110	10	2,500
300	200	300	115	15	3,000
335	225	335	125	15	3,500
360	240	360	130	15	4,000
370	245	370	135	15	4,500
385	260	385	140	15	5,000
440	295	440	160	15	7,500
485	325	485	175	20	10,000
520	350	520	185	20	12,500
555	370	555	200	20	15,000
585	390	585	210	20	17,500
610	410	610	220	20	20,000
655	440	655	235	25	25,000
700	470	700	250	25	30,000
735	490	735	265	25	35,000
765	510	765	275	30	40,000
825	550	825	295	30	50,000
880	590	880	315	35	60,000
945	630	945	340	35	75,000
1040	695	1040	375	40	100,000
1120	750	1120	400	40	125,000
1190	795	1190	425	45	150,000

כל טבלה מורכבת משני חלקים:
 ציור המפרט את סוגי המרחקים, בהתאם לסוג מחסן תחמושת וסוגי המטרות.
 טבלה המפרטת המרחקים בין מחסן התחמושת למטרות השונות, בסדר עולה לפי משקל חנ"מ נטו במחסן.
 אופן השימוש בטבלאות מומחש באמצעות הדוגמה הבאה:
 יש צורך למקם מחסן תחמושת חדש המיועד להכיל 50,000 ק"ג חנ"מ, בקרבת בנין מגורים. מחסן התחמושת ימוקם במרחק הפרדה מינימלי של 825 מטר מהמבנה (הקביעה לפי עמודה 6 בטבלה, המתאימה למרחק בין המחסן למבנים מאוכלסים). לצורך השוואה שימוש בנוסחה $R = K \cdot W^{1/3}$, כאשר במקרה זה $K = 22$ היה מתבטא $R = 815$ מטר.



נגרמו נזקים קלים לרכוש ולמבנים: במקרה הפיצוץ בתע"ש ב-1975, נדרש מרחק הפרדה לפי טבלאות של כ-500 מטר בלבד, אך ברור שזנקים ייגרמו גם הרחק מעבר לטווח זה. כדי להימנע בתחום ללא נזקים דרוש היה להשתמש ב"פק" טור סיכון" $K=200+300$ ואז הטווח צריך היה להיות כ-5 ק"מ וזה אכן הטווח שעד אליו נרשמו עדיין נזקים!



בסיכום ברצוני לחזור ולהדגיש שמרחק הפרדה אינם ערוי בה לבטיחות מוחלטת ונזק קל עד בינוני ייגרם גם מעבר לטווח זה ובני אדם יכולים להיפגע מרגמה או מרסיס "טועה". אך כמובן סיכויים טובים יותר להינצל ולהימנע מנזק חמור קימים כאשר מקפידים על שמירת מרחקי הפרדה המינימליים ואין חורגים מהם כלפי מטה. אישורים מיוחדים לאחסנת תחמושת בניגוד להוראות (ה"אהובים" כל-כך) אינם אלא – לאחר פיצוץ קטלני – סתם פיסות נייר.

הבה נקפיד כולנו על שמירת מרחק הפרדה ולא נזדקק השכם והערב לתזכורות עצובות ולהמשך "כתיבה בדם" של הוראות הבטיחות!

ההפרדה. האמת היא שסוללות-מגן אינן מאפשרות ברוב המקרים הקטנת מרחק הפרדה השונים! כאשר אנו דנים במרחק הפרדה בין מחסנים סמוכים, סוללת-מגן מצמצמת את הסיכון בפני התפשטות הדף בסביבה הקרובה ביותר ועוצרת רסיסים מהירים מנמיכי-מעוף. לכן השימוש בסוללת-מגן מקטין מרחק הפרדה בין מחסנים המכילים תחמושת העוברת פיצוץ כולל (Mass Deton-ation) כדוגמת פגזים ארטילריים. אין סוללת-מגן נותנת הגנה בפני מעבר אש, רסיסים גבוהים ורגמות מועפות, ולכן למרבית פריטי התחמושת אין סוללת-מגן מאפשרת הקטנת מרחקים.

לגבי מרחק הפרדה למבנים מאוכלסים, כוונתנו לשדה הלחץ הרחוק, ששם אין לסוללת-מגן השפעה "מנחיתה" כלל, ולפיכך אין הימצאות סוללת-מגן מקטינה את המרחק קים למבנים מאוכלסים ולעורקי-תחבורה, ללא תלות בסוג התחמושת!

להלן נציין דוגמאות אחדות של מקרי-אסון קלאסיים שארעו בארץ ובעולם ונסה להסיק מהן את המסקנות הנאותות: הארועים הבולטים בתחום זה, היו:

בשנת 1947 – התפוצצו בטכסס, 3500 טונות חנ"מ. כ-500 בני אדם נהרגו ונזקים חמורים הגיעו לטווח 2.5 ק"מ.

בשנת 1950 – התפוצצו בניו-ג'רסי, 500 טונות חנ"מ. 26 בני אדם נהרגו ונזקים חמורים הגיעו לטווח של 1.8 ק"מ.

בשנת 1963 – התפוצצו 50,000 טונות חנ"מ במפעל ייצור בפאתי סן-אנטוניו בטכסס. בדרך נס לא נפגע איש. נזקים קלים של שבר שמשות ומסגרות הגיעו במוצע עד לטווח 12 ק"מ, כאשר ברצועה צרה – עקב תנאים אטמוספריים מיוחדים (נוצי-רה מעין ניקבת-לחץ). הנזקים הגיעו לטווח של 18 ק"מ.

בשנת 1975 – התפוצצו כ-10 טונות חנ"מ במפעל תע"ש ברמת-השרון. אסון כבד נמנע בדרך נס עקב התרחשות הפיצוץ ביום שבתון. נזקים קלים של שבר שמשות ומסגרות הגיעו לטווח של עד 5 ק"מ (לכל האזור שבין רמת-השרון וכפר-סבא).

בשנת 1977 – ארע פיצוץ במצבור תחמושת של צה"ל בצפון הארץ. תחמושת זו אוחסנה באתרי-אחסנה (מחפורות) צמודים, במרחק כ-30 מטר זה מזה. הפיצוץ עבר למספר מחפורות סמוכות, בעיקר לאלה שבהן הסוללות היו נמוכות מגובה התחמושת.

מניתוח מקרי-הפיצוץ הנדונים עולה שבחלק נכבד מהם, אם כי נשמרו מרחקי-הפרדה הנדרשים ממבנים מאוכלסים,

מוצרי איכות לעבוד שבני



שמיים ועולים

- * לעיבוד גירוסטה, פלדה ואלומיניום
- * לניסור ולהברגות
- * לשימון מובילים במכונות כלים

אירוסולים

- * לניקוי ושימון מכשירי מדידה, פלטות, גרניט ובלוקים
- * להגנה נגד קורוזיה לחלקים מעובדים ומכונות
- * צבע סימון כחול לחלקי מכונות

לפנות:

טכנו כלל – חברה להספקה תעשייתית בע"מ

רח' קבוץ גלויות 45 ת"א, טל. 822110, 03-836287
סניפנו בצפון:

שיא הצפון בע"מ – אזור תעשייה ג' נצרת עלית,
טלפון: 74625, 065-72612

ובחנויות המובחרות

הכרת פלדות

שריון

יצחק אפסל

עיון בתקנים צבאיים של ארצות שונות, מגלה בהם חוסר אחידות, שהוא מובן לנוכח הבדלי גישה, נסיון וכושד ייצור מקומי האופייניים לכל ארץ, אבל בכולן מושם הדגש באותן דרישות בסיסיות. הדרישה לעמידות בליסטית היא העיקרית שבהן. תכונת העמידות הבליסטית מוגדרת לעתים בתקנים בצורה שונה, כפי שיתברר להלן, אך תמיד מבטאת תכונה זו כושר-ההגנה של הפלדה.

כנגד ירי בתחמושת מסוימת מוגדרת ה"עמידות הבליסטית" של פלדת שריון בעלת עובי נתון על ידי מצב התקיפה הגבולי (זווית ומהירות-פגיעה), שבו הש"ריון עדיין לא נכשל. ביטוייה של העמידות הבליסטית נעשה באחת הדרכים הבאות: ציון זווית הגנה גבולית בתקיפת קליע בעל מהירות מוגדרת, או ציון מהירות הגנה גבולית בתקיפת קליע בזווית מוגדרת. הואיל וקיים קשר חד-ערכי בין מהירות קליע למרחק המעוף שלו מן הקנה, אפשר לפרש "מהירות הגנה" ל"מרחק הגנה" ולכן ניתן לבטא את ה"עמידות הבליסטית" גם באמצעות "מרחק הגנה" (ראה ציור 1).

השימוש במיגון סוגי תחמושת, ביצוע ירי בתנאי תקיפה שונים ודרך הביטוי השונה של תכונת העמידות הבליסטית (זווית-הגנה, מהירות-הגנה, מרחק-הגנה), גורמים לשוני בהגדרת תכונת-ההגנה הבליסטית בתקנים השונים. יתירה מזו, גם הקריטריון הקובע את כשלון פלדת השריון בעת ירי, אינו אחיד בכל התקנים הצבאיים ולא נפרט זאת במאמרנו זה.

אף כי הדרישה העיקרית בתקנים היא לביצועים הבליסטיים של הפלדה כפי שצויין כבר, קיימת בתקנים הקפדה חמורה לא פחות כלפי תכונות מכניות מסוימות של הפלדה. ההקפדה נוגעת לתכונות הקשיות ואנרגיית-הנגיפה, שלהן קשר לביצועים הבליסטיים של הפלדה. עובי הפלדה הוא הערך הקובע את תחום הקשיות שלה ואת שיעור אנרגיית-הנגיפה המינימלית המתאימה.

ההבדלים בדרישות המכניות הקיימים בין תקן לתקן (כלומר בין פלדת שריון אחת לאחרת) אפשר לייחס לשוני הקיים בדרישות הבליסטיות מאותן פלדות. בדרך כלל אין בתקנים הגבלה בשימוש בהרכבים כימיים

**פלדת-שריון היא פלדה
דלת-נתך, בעלת חוזק
גבוה, המיוצרת על פי תקן
צבאי לפלדות שריון
ומתאימה לדרישותיו.
משמעות הדבר, כי פלדה
לא תיחשב כפלדת שריון,
כל עוד לא יוצרה לפי
דרישות תקן צבאי מסויים
ולא נוסתה ועמדה
בהצלחה במבחן דרישותיו.
עצם העובדה שהרכבה
הכימי של פלדה מסוימת
דומה לזה של פלדת שריון
צבאית ידועה ותכונותיה
המכניות – דומות, עדיין
אינו מקנה לה מעמד של
פלדת שריון.**

מוגדרים, כי די בכך שמתקיימות בפלדה התכונות האחרות. הסעיפים הדניים בהרכב הכימי מגבילים רק את אחוזי הגפרית והזרחן לצורך הבטחת איכות הפלדה. בתקנים אחדים קיימת גם הגבלה לגבי אחוזי הפחמן.

טבלה 1: הרכב כימי של פלדות-שריון שונות (יצרנים שונים)

מס'	C(%)	Mn(%)	Si(%)	P(%)	S(%)	Cr(%)	Ni(%)	V(%)
1	0.28	0.30	0.25	0.003	0.030	2.50	-	0.85
2	0.30	0.90	0.35	0.03	0.006	2.50	0.45	0.60
3	0.35	0.60	0.15	0.020	0.015	1.00	1.50	0.25
4	0.28	0.40	0.20	0.020	0.015	2.00	1.90	0.25
5	0.28	0.80	0.35	0.005	0.005	1.50	1.50	0.45

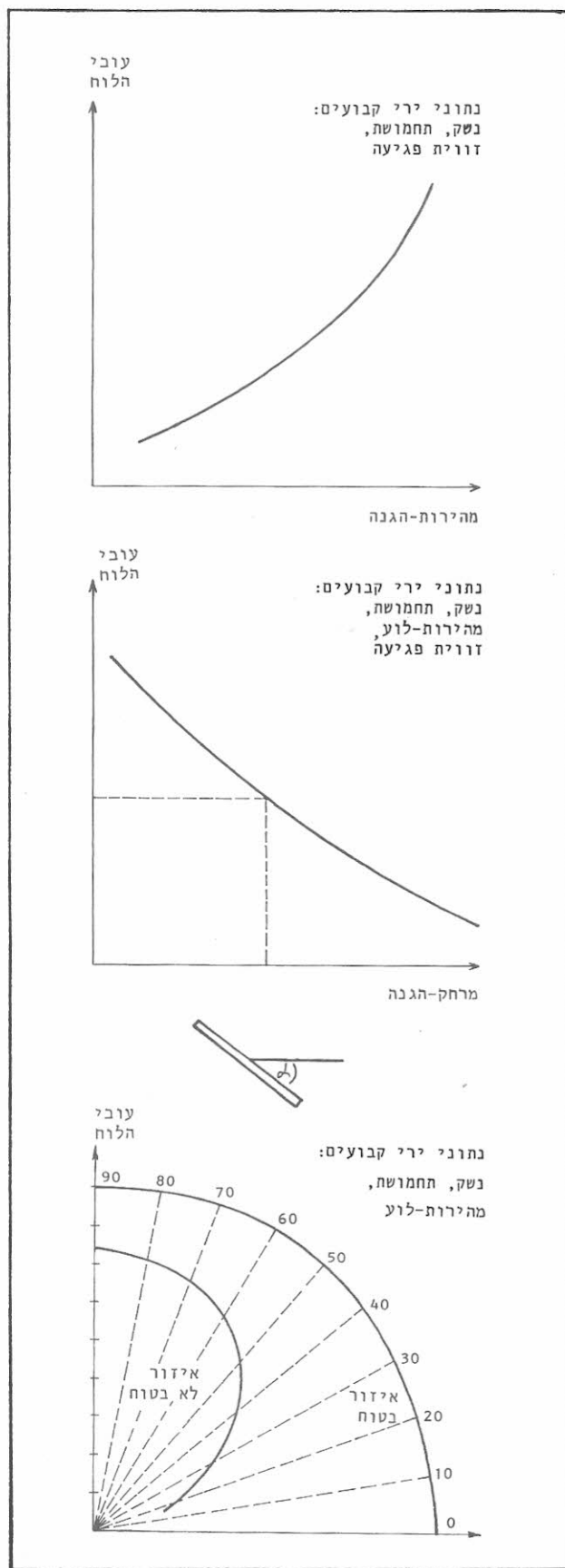
פלדת-השריון כשלעצמה על כל ביצועיה הבליסטיים, לא תוכל להועיל במאומה, אם בעיבוד או בריתוך יתעוררו קשיים. לכן, האספקט החשוב של יכולת השימוש בפלדה - מוצא ביטוי בתקנים, אם בצורה גלויה או סמויה. למשל - הגבלת הקשיות לערכים מסויים, מים, שלה יש כמובן השפעה על התכונות הבליסטיות, מתחשבת גם בצורך שהפלדה תהיה נוחה לעיבוד מכני. אספקט הרתיכות מתבטא בתקנים אחדים בצורה גלויה, בדרישה לביצוע מבחני רתיכות (כמו המבחנים הידועים כמבחני R.D.) ובאחרים בצורה סמויה, בהגבלת אחוז הפחמן המקסימלי ל-0.30.

חלק בלתי נפרד מתקני פלדות-השריון, הם תהליכי הבטחת האיכות, שמטרתן להבטיח קבלת מוצר מתאיים בעל אמינות גבוהה. מבחינה עקרונית פועלת מערכת הבטחת האיכות באופן הבא:

תחילה מבוצעים מבחנים ראשוניים המתייחסים לכל דרישות התקן: בחינות בליסטיות על דגמים או מוצרים מושלמים, בחינות מכניות וכימיות ובמידת הצורך - בחינות רתיכות. עמידה בבחינות מבטיחה אישור עקרוני של המוצר (מושג הנקרא "אישור מוצר ראשוני" או לעתים "אישור יצרן"). בבחינות אלה נקבע גם הרכבה הכימי של הפלדה, אשר מכאן ואילך יחייב את היצרן. בעת הייצור השוטף נערכות בחינות המוגדרות כבחינות-קבלה. הן מבוססות על שיטות דגימה סטטיסטיות וכוללות בחינות בליסטיות יקרות והורסני יות בתדירות נמוכה וכל שאר הבחינות בתדירות גבוהה מאד (לעתים - אף על כל מוצר בנפרד). כאשר מוצר נמצא מתאים לדרישות מבחני-הקבלה קיימת סבירות גבוהה, כי גם התכונה הבליסטית - מתקיימת בו גם כשזו אינה נבחנת.

מנגנוני ההגנה של פלדות-שריון

פלדת שריון היא הבסיס - להגנת השריון של כלי-רכב קרביים משוריינים ותפקידה לעזור בהבטחת קיום תנאי-ההגנה והישרדות מקסימליים לצוות הנמצא מאחורי ריה. המשך בעמוד 15



צור 1: תיאור סכמתי של הצגת עמידות בליסטית בצורות שונות

כלים לנדסומות C.N.C



איש המקצוע המיומן והמנוסה, ששנים כה הרבה הקדשת ללימוד מקצוע החריטה והכירסום, שגאוותך על כישוריך ומקצועך.

המתמחה ללא הרף בחידושים המתוחכמים של N.C. ו- C.N.C. אותם מחשבים משוכללים המפעילים את המחרטה והכרסומת.

האדם המתאים לנו, המבין ומעריך את החידושים והשיכלולים במבחר הכלים והאביזרים לעיבוד שבבי, שקבוצת E.T.M. מעמידה לרשותך.

תעריך את נאמנותם, אמינותם, חוזקם, דיוקם ויעילותם של המכשירים.

ואותך נהיה גאים לצרף לחוג לקוחותינו הנאמנים.

**יצרני כלי חיתוך ואביזרים לעיבוד שבבי
כלים מיוחדים לפי הזמנה.**

אתה

אתה

אתה

אתה

אי.טי.אם.

חברה לתעשית מכשירי הנדסה בע"מ

שיווק: "אטחום" חברה להפצת מכשירים בע"מ

אזור התעשייה הרצליה ב' ת.ד. 309 טל. 77351, 78376, 052-70914



במנגנון-גזירה ("פיקוק") נגזרת ומוצאת מן הפלדה דיסקה גלילית (מעין פקק) הנורקת קדימה לפני הקליע. הדיפורמציה במקרה זה – קטנה יחסית. כיוון שלחומרים קשים יש נטייה רבה יותר ל"פיקוק", מאשר לחומרים רכים, הרי שכאשר חדירת קליע מתבצעת באמצעות מנגנון כזה, ככל שהפלדה קשה יותר – התנגדותה לחדירה קטנה יותר. לעתים מתבצעת החדירה על ידי מנגנון משולב של שני המנגנונים: הקליע מתחיל לחדור על ידי דחיסת הפלדה לצדדים ואז – בהתקרבו למרחק-מה מקצה הלוח, נגזר ממנו פקק הנורק לפני הקליע.

התהוות מנגנון-חדירה זה או אחר מושפעת במידה רבה מתנאי-התקיפה, שאחד החשובים בהם הוא היחס בין קוטר הקליע לעובי הלוח. טבלה 2 מסכמת כללי השפעת הקשיות, במקרים שונים של יחס קוטר לעובי.

האפקט של עיוות צורת הקליע ושכירתו, שצויין בס' עיף הדין במנגנון-ההגנה של פלדת שריון, אופייני לפלדה בעלת קשיות גבוהה. ככל שהקשיות עולה אפקט זה גובר. אך בו בזמן שהקשיות עולה, נעשית הפלדה פריכה יותר, כלומר סבילות השבר שלה פוחתת.

סבילות השבר בפלדת-שריון, היא יכולתה לספוג כמויות ניכרות של אנרגיה על ידי דיפורמציה, בלי להגיב ביצירת שבר פריך, בעת הפעלה מהירה של עומסים גדולים. סדק הנוצר בחומר פריך מתקדם בעצמו, או שמספיקה אנרגיה מועטה כדי להמשיך את התקדמותו, כלומר, כי לחומר אין יכולת ל"בלוע" אנרגיה. לעומת זאת, סדקים הנוצרים בחומרים בעלי סבילות-שבר גבוהה, לא ימשיכו להתקדם מעצמם, אלא אם כן תושקע אנרגיה בשיעור ניכר. כלומר – כמויות גדולות של אנרגיה עדיין יכולות להיבלע בפלדה, גם לאחר היווצרות סדקים ראשונים.

מכאן ברורה חשיבותן של תכונות סבילות-השבר בפלדות-שריון; קליע החדר פלדה בעלת סבילות-שבר גבוהה נתקל בהתנגדות רצופה מצד החומר במשך חדיר-תו.

באשר לפלדה סבילות-שבר נמוכה, היא עלולה להכשל במנגנון-גזירה, או אפילו להתרסק בעקבות פגיעה. הטמפרטורה משפיעה על תכונות סבילות-השבר של פלדה ולכן יש חשיבות לטמפרטורה, שבה מבוצע הירי עליה. בטמפרטורות נמוכות מספיק (אשר שיעורן שונה מפלדה לפלדה כתלות בהרכב הכימי ובמיקרו-מבנה), גם פלדה

קליע המגיע לעבר הפלדה נושא עמו אנרגייה קינטית רבה ועל הפלדה למנוע את חדירתה. בלימת תקיפה בליסטית זו נעשית באמצעות שני מנגנוני-בלימה. האחד: בליעת חלק מן האנרגייה הקינטית על ידי דיפורמציה פלסטית של הקליע (עיוות צורה, שבירה) ושל הפלדה עצמה והשני – הסחת האנרגייה הקינטית (על ידי הטיית הקליע) ובכך הימנעות מן הצורך בבלי-עת האנרגייה. מובן שמנגנון-הבלימה האחרון אינו אפשרי רי תמיד והתהוותו תלויה בתנאי-התקיפה של הקליע וכן בגורמים התלויים בשריון עצמו.

כושר ההגנה הבליסטית של הפלדה תלוי בטיפול התר-מי המבוצע בה.

הקשיות וסבילות השבר (אשר אנרגיית-הנגיפה אינדיק-טיבית כלפיה) הן תכונות מאקרוסקופיות, המצביעות על טיב הטיפול התרמי שנעשה בפלדה.

השפעת התכונות המכניות על כושר ההגנה הבליסטי

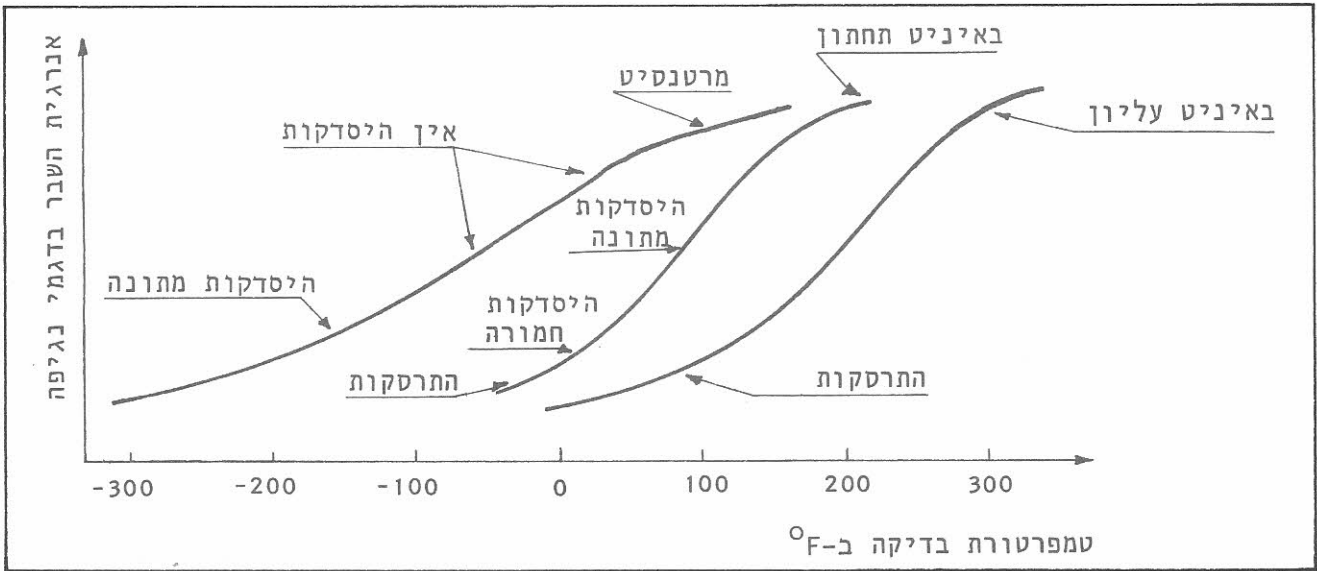
היריעה קצרה מלסקור את כל תוצאות המחקרים התיאור-רטיים והמעשיים שנערכו והנערכים עד עצם היום הזה, בקשר להשפעת התכונות המכניות על ההתנהגות הבליסטית של הפלדה והקורלציה בין כל תכונה בנפרד לעמידות הבליסטית. על כל אלה ייאמר רק זאת: נוסחה פשוטה ואוניברסלית אינה בנמצא. (דוגמא סכמטית לפלדת שריון יצוקה – ראה ציור 2). עקרונות אחדים המאפשרים הבנת עיקר הדברים יובאו להלן.

נתייחס לשני מנגנוני-חדירה קלאסיים עיקריים של קליעי ח"ש בשריון: מנגנון-החדירה המשך ומנגנון-הגזירה (ראה המאמר: "חדירת קליעי ח"ש בפלדות שריון", מאת מ. טולדו, "מערכות חימוש", גליון 70). במנגנון-חדירה משך, מחדיר הקליע עצמו, על ידי העתקת הפלדה לצדדים, בלחיצה ודחיסה. מסתבר, שככל שהמתכת קשה יותר, התנגדותה ללחיצה ודחיסה – גדלה, ולכן, כאשר חדירת הקליע מתבצעת באמצעות מנגנון כזה, ככל שהפלדה קשה יותר – התנגדותה לחדירה גדולה יותר.

טבלה 2: השפעת קשיות הפלדה על החדירה

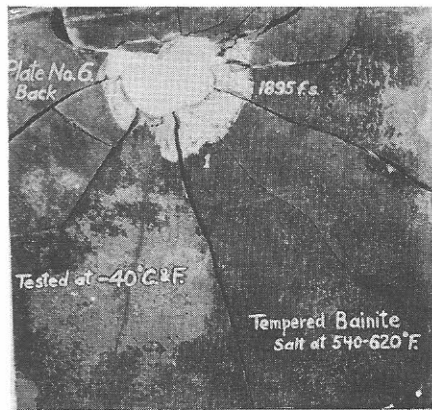
d/e *	מנגנון-חדירה עיקרי	השפעת הקשיות על ההתנגדות לחדירה
$<< 1$ (קליע קטן יחסית)	משך	קשיות עולה – התנגדות עולה
$>> 1$ (קליע גדול יחסית)	גזירה (על ידי פקק)	קשיות עולה – התנגדות יורדת
~ 1 (קליע בקוטר השווה לקוטר השריון)	משולב (משך וגזירה)	אין השפעה לקשיות בתחום נרחב של ערכי קשיות

* d – קוטר הקליע
e – עובי הלוח



ציור 2: תיאור סכמתי של קורלציה בין אנרגיית נגיפה, מבנה מטלורגי ועמידות בליסטית של פלדת שריון יצוקה

קליעים ויתרונה של פלדה רכה יותר בספיגת אנרגיה, בדרך של דיפורמציה. דרך אחת היא פיחמון וחיסום פני השטח של פלדת שריון הומוגנית. בצורה כזו מתקבל לוח שריון, שפניו החיצוניים החשופים לתקיפה הם בקשיות גבוהה מאד – עד לעומק של מילימטרים אחדים מפני השטח. (שימוש בפלדה מעין זו היה מקובל בתקופת מלחמת העולם השנייה). פלדות שריון מסוג אחר, הן אלו הקרויות פלדות כפולות-קשיות (dual hardness armor) המיוצרות על ידי עירגול יחדיו של פלדות בעלות קשיות שונה. בדרך זו מתאפשרת קבלת פלדה בעלת חזית הייצוגית קשה מאד, המתמשכת עד אמצע הלוח וחלקה האחורי – רק במעט ממנה, בהיותו מיועד לספיגת אנרגיית-ההלם על ידי דיפורמציה. טבלה 3 כוללת רשימת תקנים אמריקאיים, הנוגעים לאחדות מן הפלדות שצויינו לפני כן.



ציור 3: התנהגות לוחות פריכים בידי בליסטי

אשר לה סבילות-שבר גבוהה בטמפרטורות רגילות (20°C) עלולה להתגלות כפריכה בטמפרטורות נמוכות יותר (ראה הציורים 2 ו-3).

סוגי פלדות שריון

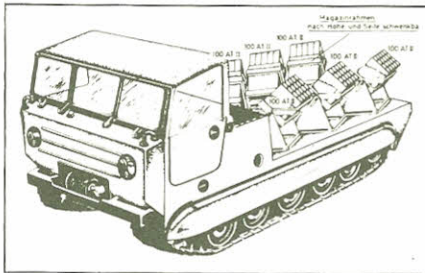
טבלה 3: סוגי פלדות שריון אמריקאיות:
 MIL - A - 12560: פלדת שריון הומוגנית מעורגלת.
 MIL - A - 46100: פלדת שריון הומוגנית מעורגלת גבוהת-קשיות.
 MIL - A - 46099: פלדת שריון כפולת-קשיות.
 MIL - A - 11356: פלדת שריון יצוקה.
 השימוש בסוגי השריון השונים מותנה בשיקולי ביצוע, נוחות השימוש, מחיר, זמינות. למשל, להגברת העמידות בפני נק"ל בתנאים של הגבלה במשקל, תהיה העדפת השימוש בפלדה גבוהת-קושי, תוך כדי התחשבות במחיר הגבוה ובקשיי-העיבוד היחסיים שלה. בבנייה של רק"מ ניצבת תמיד השאלה:
 אם להשתמש בשריון יצוק או בפלדה מעורגלת. לשריון היצוק מגבלה, שבעובי שווה לזה של פלדה מעורגלת, יעילותו הבליסטית – נמוכה יותר, אך יתרונה באפשרות שהוא מזמן לחסוך בריתוכים, שלכך נודעת משמעות כלכלית ובליסטית (אזורי ריתוך חלשים יותר בהגנה הבליסטית). פלדה שפניה הוקשו בפיחמון, משפרת אמנם עמידות בליסטית, בהשוואה לפלדה רגילה, אך מעלה קשיים בשימוש מעשי, שכן צידה העשירי בפחמן אינו ניתן לריתוך.

פלדות-שריון מיוצרת בשתי צורות יסוד: כלוחות או גופים יצוקים, או כלוחות מעורגלים. כלוחות המעורגלים ישנה אבחנה בין פלדות בעלות קשיות נמוכה יחסית, או המקובלות כפלדות-שריון סטנדרדיות, לבין פלדות-שריון בעלות קשיות גבוהה. קשיות פני השטח בפלדות השריון הסטנדרדיות נעה בין 25 Rc בלוחות העבים עד כדי 40 Rc בלוחות הדקים. כפלדות-שריון בעלות קשיות גבוהה נחשבות פלדות שהקשיות שלהן עולה על 50 RC. פלדות אלה אינן ניתנות לייצור בעובי העולה על 20 מ"מ. מגבלה זו מקורה בקשיי-ייצור, הכרוכים בישרות-הלוחות וביכור לת להבטיח תכונות אחידות לכל עומק הלוח. כפי שצויין כבר, יתרונה של פלדה בעלת פני שטח בקשיות גבוהה, הוא ביכולתה לעוות ואף להרוס את הקליע הפוגע, אולם חסרונה בפריכותה. משום כך פותחו טכנולוגיות המאפשרות ייצור פלדות, המשלבות יתרונה של פלדה קשה בהרס

צבאות עולם

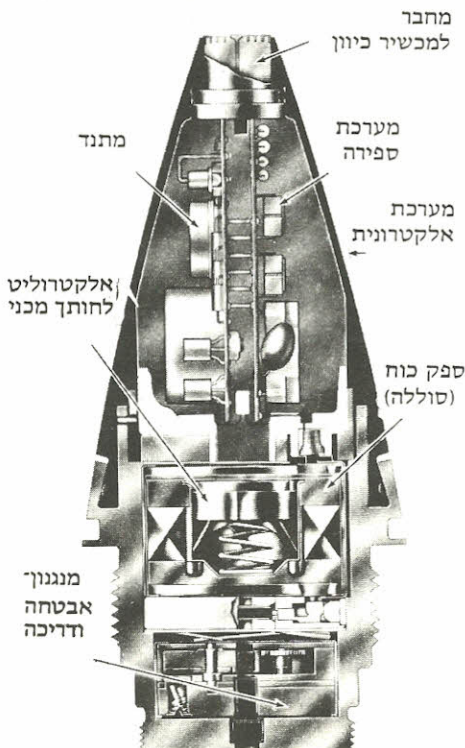
פיזור מוקשי נ"ט מעל נושאת מוקשיים

חיל ההנדסה של צבא מערב-גרמניה, בוחן עתה נושאת מוקשים על בסיס מרכב-זחלי, המיועדת לפיזור מהיר של מוקשים נגד טנקים. נושאת המוקשים M730, יכולה לשאת עליה שש



מחסניות-מדוכות, המכילות כל אחת 100 מוקשי נ"ט (AT-2) הניתנים לפיזור משני צידי הרכב הזחלי, בתוך זמן קצר ועל ידי כך להניח שדה-מוקשים נגד שריון. מבנה נושאת המוקשים מאפשר תנועה מהירה והנחה חפוזה של שדות-מוקשים, תוך כדי קרב. הניידות וכושר-תמרון הכלי - הם גבוהים וזאת על חשבון רמת-הגנה נמוכה יחסית.

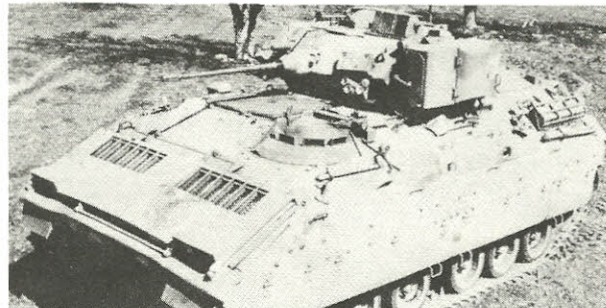
Soldat und Technik



ניסויים ברכב-לחימה חדש לחי"ר

צבא ארה"ב עורך עתה ניסויים בשני אבטיפוסים של רכב-לחימה חדש לחיל הרגלים, הצפויים להיכלל בשירות הצבא האמריקאי במחצית 1981. דגמים אלה המזוהים בסימנים הצבאי XM2 ו-XM3, דומים במראהם החיצוני, משקלם מעל ל-20 טונות והם דומים מאד גם במבנה הפנימי. השוני העיקרי הוא במספר אנשי הצוות וכמות כלי-הנשק והתחמושת שהם יכולים להכיל.

ה-XM2 נושא צוות של 9 חיילים: נהג, מפקד, תותחן ושישה חיילי חי"ר.



כן יוכל לשאת שבעה טילים מונחים נ"ט, מדגם "טאו" או "דרגון", 900 כדורי 25 מ"מ, 4400 כדורי 7.62 מ"מ ו-6160 כדורי 5.56 מ"מ.

ה-XM3 מותאם לצוות-סיוור של חמישה חיילים ויוכל לשאת 12 טילים מונחים נ"ט "טאו" ועוד 7700 כדורי 7.62 מ"מ ו-1460 כדורי 5.56 מ"מ.

שני כלירכב אלה נועדו לבוא במקום נושאת הגייסות מהסדרה M113. בכלירכב אלה מותקן צריח ובו מקום לשני חיילים המפעילים תותח מיוצב, בן 25 מ"מ. התותח יכול לירות פגזים חודרי-שריון ונפיצים. כן מותקן בצריח משגר בעל שני טילי "טאו", שביכולתם להשמיד טנקי-אויב בטווחים של יותר מ-3000 מטר.

נוסף לכך, מקלע מקביל של 7.62 מ"מ המותקן בצריח, יכול לירות בדייקנות תוך כדי תנועה, בדומה לתותח. ב-XM2 ששה חרכי-ירי מוגנים, המאפשרים לצוות לירות כלי-נשק אוטומטיים של 5.56 מ"מ - לצדדים ולאחור.

כל רכב מונע על ידי מנוע דיזל "קמינס" של 500 כוחות-סוס ומצויד בטורבו-מדחס וכן מותקנות בו מערכות משופרות של תימסורת ומיתלה, המבטיחות לו ניידות גבוהה ומהירות-שיא של יותר מ-40 מיל לשעה.

ARMY RESEARCH DEVELOPMENT & ACQUISITION MAGAZINE

מרעום-זמן אלקטרוני

צבא ארה"ב החל להצטייד לאחרונה, במרעום-זמן ראשון, שמגנון-הזמן שלו מבוסס על רכיבים אלקטרוניים.

מרעום זה קיים בשתי גירסאות: גירסה 587 המכילה מגבר חנ"מ ומיועדת לפגזי-ניפוץ וגירסה 724 - נטולת-המגבר חנ"מ ומיועדת לפגזי-מצרר.

פוננון הזמן במרעום, נעשה בעזרת מתקן אלקטרו-מגנטי מדויק, M-36, המושם על המרעום לצורך פוננון למשך מספר שניות. התקן זה יבטל את הצורך במפתח-המרעום הקיים.

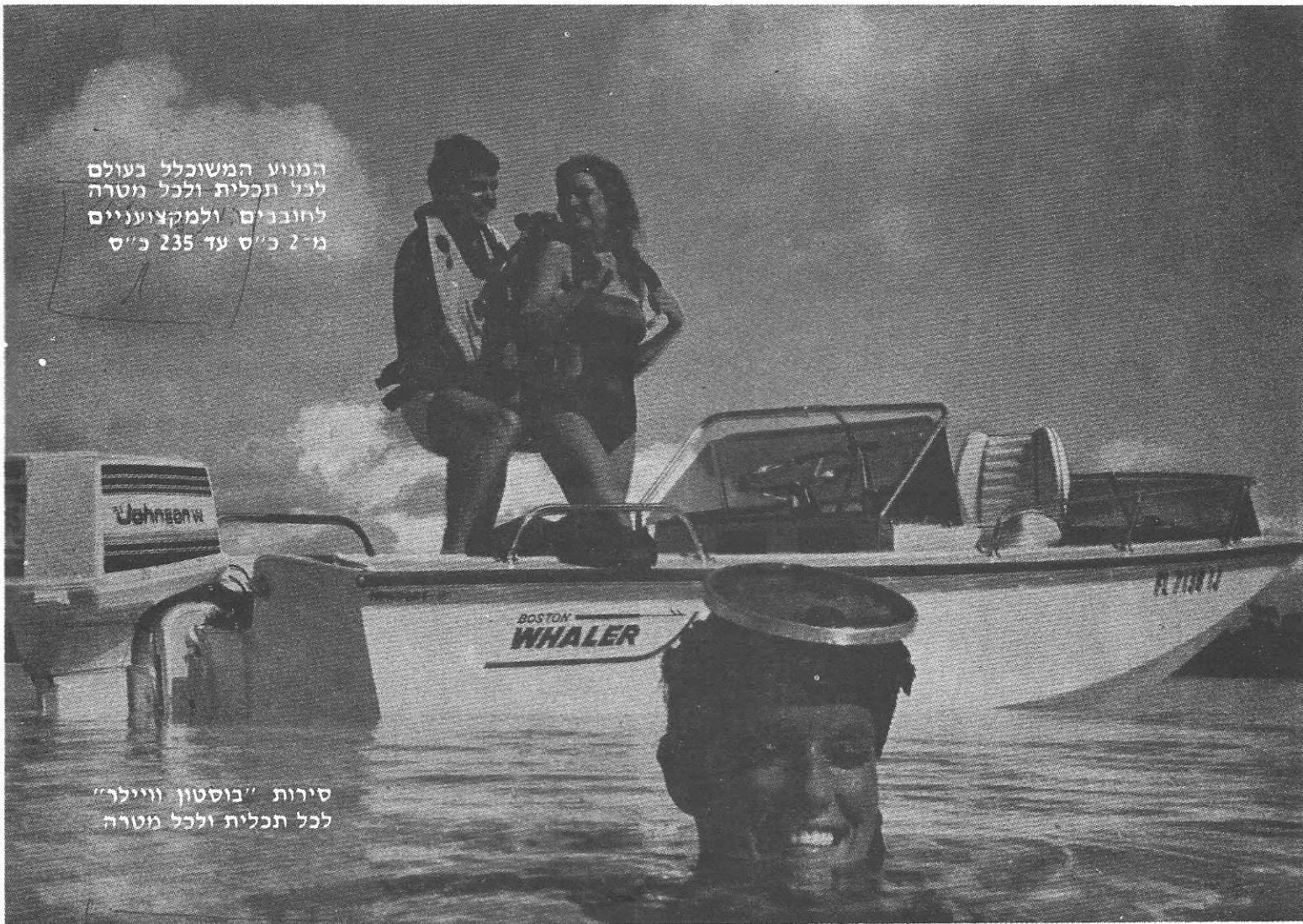
המרעום האלקטרוני מבוסס על סוללה כימית נפרדת כספק כוח, ומתנד אלקטרוני כקוצב-זמן (ראה ציור משמאל).

ARMOR

Johnson

BRAWN WITH BRAINS.

המונע המשוכלל בעולם
לכל תכלית ולכל מטרה
לחובבים ולמקצועניים
מ 2 כ"ס עד 235 כ"ס



סירות "בוסטון וויילר"
לכל תכלית ולכל מטרה



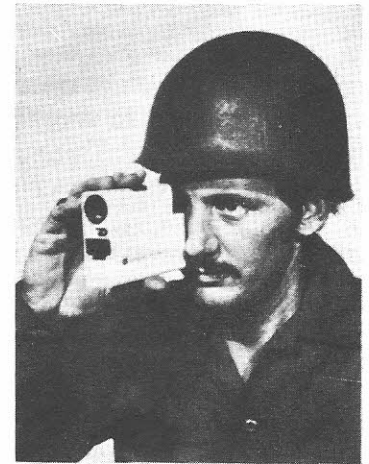
מוריס גרינברג בע"מ
MORRIS GREENBERG LTD.

דרך שלמה 83, תל-אביב
טלפון 827572, 824725, 836509, 824049

צבאות עולם

מד-טווח ליזר זעיר

החברה "אינטרנציונל ליזר סיסטמס" (ILS) טוענת, כי היא ייצרה את מד-טווח הלייזר הקטן ביותר בעולם. ה-LRR-104 הוא בעל נפח של 340 סמ"ק ומשקלו פחות מ-540 גרם. יש לו מקור ליזר מסוג Nd:YAG ומערכת אופטית תלת-צירית, בעלת נתיב אופטי שהוא משותף ליציאת הליזר, לאופטיקה הצפייה ולגלאי. ההספק המקסימלי של הליזר הוא 0.33 מגאוט בקירוב, קצב-הפעולה - 8 מדידות לדקה, הטווח המקסימלי - 4000 מטר והטווח המינימלי - 30 מטר. כן טוענת החברה, כי מבחינת היעילות יכול המכשיר שלה להשתוות בהחלט למד-טווח הליזר AN/GYS-5, המיוצר על ידי חברת RCA, שהוכנס לשירות בצבא ארה"ב, שמימדיו גדולים במעט ממשקפת מקובלת. אם כי מיפרטי הביצוע של ה-LRR104 נופלים מאלה של ה-AN/GYS-5, מימדיו קטנים יותר, משקלו קל יותר, הוא מצטיין בדיוק-מדידה טוב יותר (± 5 מטר לעומת ± 10 מטר) ופעילותו - בטווחים קרובים. גם עלות-הייצור של ה-LRR-104 - קטנה יותר.



מד-טווח ליזר זעיר

INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW



צינורות רילסן מיוצרים מנילון-6, פוליאימיד ו"לשימוש באוטומציה ופינאומטיקה. תעשיות חלל, כימיה, מזון, רפואה ותחבורה. קל כי-8 מנוחשת. תכונות מכניות ופיסיות מעולות. עמידות מצוינת בפני כימיקלים. עומד בתקן הבריטי B.S. ובתקן האמריקאי ASTM. וכן בדרישות הקפדניות של CETOP. הספקה ייעוץ והדרכה.



מצדק פלס

קבוץ מצר טל. 063-77107-79595



טורבינות גז לטנקים

למרות זאת, הנסיונות הראשונים של השימוש בטורבינות-גז בכלי-רכב, כולל טנקים, לא הצליחו בצורה משכנעת, בעיקר משום שהטכנולוגיה שבה השתמשו להשגת צריכת דלק נמוכה – הנצלת חום המנוע RECOVERY – לא הגיעה עדיין לרמת התחכום הנדרשת³.

(3) מחליף החום (רגנרטור) חייב להיות בעל נצילות תרמית גבוהה, עמיד בטמפרטורות גבוהות ובעל התנגדות מינימלית לזרימת האוויר הנקי והגזים השרופים.

כל התכונות שהוזכרו לעיל גורמות להגדלת מימדיו ומקשות על התקנתו מבחינת האילוצים הגאומטריים. מחליפי-החום מגבירים את הנצילות התרמית במחיר הגדלת הנפח והמשקל של חטיבת-הכוח, הגברת המורכבות מבחינה טכנית והעלות מחיר חטיבת-הכוח. כיום נמצאות בפיתוח גירסאות מגוונות והמוצרים הסופיים עדיין רחוקים מלהשביע רצון. ידוע למשל, על פיתוח אקטואלי של רגנרטור סיבובי, המאחד תכונות חילוף חום וקומפקטיות משופרות.

בהשוואה למנוע הדיזל החדש, אין טורבינת-הגז לטנקים מהיצור הנוכחי, מביאה לידי ביטוי את הפוטנציאל שלה. אף על פי כן, הפיתוחים הטכנולוגיים החדשים ביותר המנוצלים בטורבינות-הגז לטנקים של שנות ה-80, חייבים להוכיח את עליונותם הברורה על מנוע הדיזל של זמננו.

מניחים, כי מנוע-הדיזל לטנקים של שנות ה-80, יהיה מנוע מסוכך הרבה יותר מאשר הדגם המקביל לו בהווה. המנוע הנוכחי בעל הטורבו-מדחס והקירור הפנימי, יצוייד ככל הנראה בסידור "טורי" של טורבו-מדחסים לתא-שריפה משני. תא-השריפה המשני אמנם משפר את ביצועי התאוצה של מנוע-הדיזל, אך הוא מסכך את מבנה המנוע ואת אמצעי-הבקרה שלו. הוא מגדיל את צריכת-הדלק – במיוחד בתנועת-הסרק, מקשה על ההתנעה ומוליך בדרך כלל למנוע, שתכונותיו מזכירות "הכלאה" של מנוע דיזל וטורבינת-גז.

● מערכת בסיסית של השוואה

כדי שתובטח יעילותה צריך, כי ההשוואה של טורבינה-מול-דיזל לטנקים, תושגת על מערכת בסיסית, הכוללת את המנוע

מאמר זה תורגם מתוך International Defense Review. בגוף המאמר מובאות (באותיות שונות) הערותיו והשגותיו של אשר שרוני, הנוגעות לנושאים שבהם דן המחבר.*

* ראה המאמר: "חטיבות כוח לטנק המערכה – כיום ובעתיד" (חלק א' ו-ב) שנתפרסם בגליונות "מערכות חימוש" 68 (דצמבר 1978) ו-69 (פברואר 1979).

להצגת הוכחה משכנעת והגינית של צדקת השימוש בטורבינת-גז בטנקים מן ההכרח להראות, כי יתרונות טורבינת-הגז משקפים תכונות התורמות לעליונותה על פני מנועי הדיזל. הדיזל ברמתו הנוכחית הוא מנוע משוכלל ביותר שעבר תהליכי שיפור ופיתוח. במשך שנות שימוש רבות. משום כך אין לצפות בעתיד לשיפורים מהפכניים נוספים, אלא לאיטים והדרגתיים¹.

(1) עקב חסרונותיהם של אמצעי ההנעה האחרים היה רק מנוע הבוכנה קשור בצמידות רבה להתפתחות המוביליות של כלי הרכב האוטומוטיביים. תחילה, היה זה מנוע הבנוין ששלט עד אמצע שנות ה-50. מאוחר יותר, הותקנו ברק"מ מנועי-הדיזל במקום מנועי-הבנוין. מנועי-הדיזל נמצאו כמתאימים ביותר לצרכים אוטומוטיביים משום צריכת הדלק הסגולית הנמוכה שלהם, ביצועיהם המשופרים (נצילות תרמית סבירה), אמינותם, אורך חייהם ואינטיית הדלק המפעיל אותם להתפוצצות ושריפה. מנועי הדיזל שופרו בתהליך רציף ובלתי פוסק: הותקנו בהם מדחסי-גידוש להגדלת ההספק הסגולי, שופרו מזרקי-הדלק וגאומטרית תאי-השריפה, הועלה יחס-הדחיסה ובעיות ההתנעה בקור – נפתרו. במתכונתם הנוכחית, נראה כאילו הגיעו מנועים אלו ל"רוויה" ויחס ההספק למשקל בטנקים 35-40 כ"ס לטונה – נאמד כגבול עליון. התקווה להשגת הספקים גבוהים יותר, מחטיבות-הנעה מסוג שונה, שלא תעלינה בנפחן ובמשקלן על חטיבות ההנעה הקונבנציונליות (דיזל), הביאו לשימוש בטורבינות-הגז כמקור-הנעה לרכב בכלל ורק"מ בפרט. לעומת זאת, טורבינת-הגז היא עדיין מנוע חדש יחסית, הנמצאת בתהליך שיפור מתמיד בשני העשורים האחרונים. במטוסים, היא מוכיחה אמינות וכושר-תחזוקה משכנעים וצפיפות ההספק (Power Density) הגבוהה שלה, היא הגורם לשימוש הנרחב בה². (צפיפות ההספק: יחס ההספק לנפח מעטפת המנוע).

(2) רעיון השימוש במנועי טורבינת-גז כמקור הנעה לרק"מ נבחן לראשונה בגרמניה לקראת סוף מלחמת העולם השנייה (1944). הרעיון מומש הלכה למעשה בבריטניה בשנות ה-50 המוקדמות, שם הותקנה לראשונה ללא הצלחה, טורבינת-הגז שיוצרה על-ידי חברת PARSONS, בטנק הבריטי הכבד CONQUEROR. נסיון נוסף לפיתוח טורבינת-גז בת 600 כ"ס לרק"מ, בוצע בארה"ב בשנת 1961 על-ידי החברות FORD ו-SOLAR – כמתחרות. שני פיתוחים אלו נבחנו, נוסו ונמצאו אף הם כבלתי-מתאימים. באמצע שנות ה-60 החלה החברה האמריקנית AVCO LYCOMING לפתח מנוע טורבינת-גז שהועד לרק"מ. לאחר סדרת אבטיפוסים ומודלים שונים, הגיעה החברה להשלמת הפיתוח של מנוע הטורבינה 1500 AGT – 1500 כ"ס. מנוע זה, הועד תחילה לטנק מפיתוח אמריקאי-גרמני MBT-70, אולם הפרויקט בוטל, כידוע ב-1971, עקב שיקולים כלכליים. על אף האמור לעיל, נוסה המנוע בהצלחה בתובת-טנק M48. בשנת 1973 נבחר המנוע לדגם של חברת CHRYSLER, שהתחרתה בדגם של חברת GENERAL MOTORS, אשר צויד במנוע הדיזל מקורר האוויר AVCR-1360, בן 1500 כ"ס, מייצור חברת – TELEDYNE CONTINENTAL MOTORS. בתום הניסויים התחרותיים בין השניים נבחר בשנת 1976 על-ידי הצבא האמריקאי, הדגם של חברת CHRYSLER בעל מנוע טורבינה. גם השוודים פיתחו טנק-תובה "S" המצוי בשרות והמצויד בחטיבת הנעה מעורבת, הכוללת מנוע דיזל קונבנציונלי בן 230 כ"ס לשיוט וטורבינת-שריפה בעלת 330 כ"ס להאצה.

המורכב עם תמסורתו ועם טפלינו. אין טורבינות-הגז זקוקה לרדיאטור; אין היא מזווגת את התמסורת עם ממיר-מומנט כלשהו.⁴

4) יתרון משמעותי של הטורבינה הנו בתחום הרחב של העומסים, אשר עליו ניתן להתגבר באמצעות מנוע טורבינת-גז בעל טורבינה חופשית (הספק). טורבינת ההספק מקנה למנוע גמישות יתר. שינויי מהירות בגל ההספק (עומס) אינם משנים את סיבובי גל יצרן הגז (המדחס), ועל ידי כך פועל יצרן הגז בתחום הרצוי מבחינת הנצילות. הטורבינה החופשית פועלת באופן אנלוגי לממיר-מומנט. כאשר המהירות בגל-ההספק יורדת, יתקבל אותו הספק במומנט פיתול גדול יותר. עקב זאת יהיה המומנט ההתחלתי גדול ויאפשר פיתוח תאוצות גבוהות וביצועי תמרון מעולים כבר בתחילת התנועה. בעבר האמינו, כי ניתן להשתמש בטורבינת-גז בעלת טורבינה חופשית, כדי להתקין ממסרת קטנה מזו המקובלת להנעת מנוע-דיזל ובנוין (ממסרת בעלת תשלובת קבועה והילוך אחור). אולם הנסיון לימד, כי גם בעת השימוש בטורבינת-גז קיים הצורך להתקין ממסרת-הילוכים משוכללת ולא ניתן להשתמש בממסרת פשוטה. ב-1' XM הותקנה ממסרת ב-1100'3A × של חב' ALLISON, ממסרת זו מתאימה למנוע 1500 כ"ס ב-3000 סל"ד. בממסרת קיים מכפל מומנט חד-דרגתי עם מצמד נעילה אוטומטי. יחס הגבר המומנט בממיר 1:1.9 (נמוך במעט מזה המקובל בחטיבת כוח עם מנוע דיזל 1:2.2). בממסרת ארבעה הילוכים קדמיים ושניים אחוריים. פרטים על המבנה הפנימי אינם ידועים, יחד עם זאת ברור, כי המתכננים לא ויתרו על מכפל-מומנט וכן על מספר רב של הילוכים, אשר יאפשרו ניצול אופטימלי של הספק המנוע בהתאם לתנאי-השטח והקרב.

כמות החום המסולקת על ידי קירור יזום מהמנוע והממסרת – פחותה מזו הנוצרת בדיזל.⁵

5) מערכת-הקירור בטורבינת-גז קטנה יותר בנפחה, מזו המותקנת במנוע-דיזל, שכן הטורבינה מצליחה לסלק כמויות חום גדולות יותר באמצעות הגזים השרופים. בשעה שמנוע-הדיזל מעביר כמויות חום לחטיבת הצילינדרים, חום זה יש לסלק ברציפות. במנוע-דיזל גורמת הגדלת ההספק להגדלת נפח מערכת הקירור (מצננים, תעלות-זרימה, מניפות, מכל-עיבוי, וכו'). מערכת-הקירור תופשת במקרה זה כ-30% מנפח חטיבת-הכוח.

טורבינת הגז אינה זקוקה ברוב המקרים למערכת-קירור נפרדת. חלק מאוויר הנדחס על ידי המדחס מועבר בהיקף גוף הטורבינה לקירור המערכת. בטנק השוודי "S" הותקנו מנוע-דיזל ומנוע-טורבינה, אשר החליפו מנוע-דיזל בעל הספק כולל גבוה יותר, שחייב התקנת מערכת-קירור שהיתה גוררת הצורך בהגדלת מעטפת הטנק.

יתרונות אלה, העשויים להיות מכריעים למעשה, מוכחים בכירור רק כאשר ההשוואה נעשית בין טורבינת-גז מורכבת בשלימותה, לבין מנוע דיזל במצב דומה, ולא בין שני מנועים ללא טפלים.

● טורבינות-גז נבחרות

במאמר תמציתי זה מובאים נתונים על שתי טורבינות-גז. הראשונה ה-601'GT היא טורבינת-גז חדישה של 450 קילוואט (611 כ"ס) הנמנית עם הסוג המיועד לכלי-רכב ונמצאת בפיתוח כבר שבע שנים במפעל: INDUSTRIAL TURBINES INTERNATIONAL, (I.T.I.), a consortium of Garrett, Kloechner — Humboldt — Deutz (KHD) and Mack Truck (ראה ציור 1). הטורבינה ה-601'GT היא בעלת מנוע תעשייתי ומחליף-חום, המגיע לשיעור של 10,000 שעות-פעולה של הטורבינה החופשית ויחס-הדחיסה שלה הוא 1:7. טמפרטורת הכניסה הממוצעת של גזי השריפה בכניסה לכפות הטורבינה – 1000 מעלות צלזיוס. עתה מתכננים דגם צבאי בעל שיעור הספק גבוה יותר עם טמפרטורת-כניסה מוגדלת.⁶

6) הנצילות התרמית בטורבינות-גז נשלטת על ידי הטמפרטורה המירבית המותרת בכניסה לכפות הטורבינה. במנוע-דיזל ובנוין ניתן לפעול בטמפרטורות-שריפה גבוהות, הואיל ומשך השריפה קצר ביותר. טמפרטורת-השריפה המתמשכת בטורבינת-גז היא טמפרטורת העבודה הקבועה של: מעברים, נחירים, תא-השריפה וחלקי-מבנה שונים, לרבות להבי-הטורבינה. הגבלות מטורגיות מחייבות הגבלת טמפרטורת-הכניסה ללהבי הטורבינה, לכדי טמפרטורה של 1100–1000 מקסימום. הוצאות הפיתוח, השימוש בסגסוגות "אקזוטיים" חדשות, איוון דינמי, גלגלי שיניים באיכות גבוהה, ושיטות מיסוב מיוחדות, תורמים לעליית מחיר הטורבינה – כמחיר השקעה ראשונית.

הביצוע הננקב כאן מתוכנן לדגם המנוע בעל 10,000 שעות פעולה ו-1,000 מעלות צלזיוס טמפרטורת כניסה, ולא לדגם הצבאי המשופר החדש אשר משערים, כי יגיע לצפיפות-הספק גבוהה ולצריכת דלק סגולית מופחתת. הטורבינה ה-1801'GT מגיעה לשיעור הספק של 1,342 קילוואט (1832 כ"ס) ברום של 610 מטר ובטמפרטורת-יום של 32 מעלות צלזיוס; אין מימדיה של ה-1801'GT גדולים ממימדיה של ה-601'GT, אולם היא מייצרת הספק גבוה בהרבה⁷ (ראה ציור 2).

7) מובאים במאמר זה גם נתוני צריכת דלק של טורבינה שלישית – ה-1500'AGT משום שהשתמשו במנוע זה לאחרונה לצורך השוואה בין טורבינות-גז למנוע-דיזל המיועדים לטנקים (873-MTU ו-1360-AVCR) ומכיוון שהוסקו מסקנות כלליות אחדות, הנבדלות מאלו שהובאו במאמר זה. אם כי הוא מנוע מקובל, תוכנן ה-1500'AGT בשנות ה-1960 ולכן הוא משקף את הטכנולוגיה של תכנון וייצור הטורבינה של אותה תקופה.

● מנוע-דיזל נבחרים

לצורך השוואה נבחרו שני מנועי דיזל: הראשון מבין אלה הוא – MACK TRUCKS ENDT 676. תחום-הספקו של מנוע

שנפ 77

המילה האחרונה במצברים!

SHNAPP 77

אחריות - 18 חודש!

SHNAPP 77

ארגו פוליפרופילן שקוף!



ע.שנפ ושות.בע"מ

הגורמים החשובים ביותר העלולים להשתנות בעת השוואת הדיזל לטורבינת-גז, הם צפיפות הספק, חיסכון דלק, צריכת אוויר, משקל וכמובן עלויות. רכיבים ותכונות של טורבינת-גז GT 1801 נבחרו יחד עם הטכנולוגיה הקיימת בשל היותם מרכיבי-סוד חיוני בעלות הפיתוח. העלויות למחזור חיים עשויות לנטות לטובת טורבינת-הגז. גורמים חשובים אחרים, העלולים להשתנות פחות או יותר, הם ביצועיו של הרכב וקלות תנועתו, אמינותו וכושר תחזוקתו. גורמים נוספים, בעלי חשיבות פחותה מאלה שהוזכרו קודם לכן, אך עדיין ראויים שיוזכרו, הם נוחות-התנעה, רעש, עשן-פליטה, צריכת-דלק וכושר רב דלקי.

● צפיפות הספק

יתרון של טורבינות-גז בעלות מחזור פשוט, מודגש בכל הנוגע לצפיפות הספק גדולה בהרבה מכל מנוע דיזל הדומה להן. כאשר מחליף-חום מורכב בתוך טורבינת-גז, כדי שתוכל להתחרות במנוע הדיזל בענין צריכת-דלק, מאבדת הטורבינה מקצת מיתרונה. לכן, הכרח הוא לערוך השוואת-נפחים קפדנית של שני המנועים, ובכלל זה כושר התאמתם למעטפות בעלות צורה חריגה ולהביא בחשבון את הטפלים החיוניים למנוע.

היצרן GARRETT השתתף לאחרונה במחקר שבו נבדקו טורבינות-גז וגם מנועי-דיזל לצורך התקנתם בטנק חדש. ה-GT 1801 היה הדגם שהוצע על ידי GARRETT והוערך מול מנוע דיזל מתקדם וחדש. הטורבינה וגם הדיזל הותאמו למעטפת הטנק הנדון. ההספק המחושב של טורבינת-הגז GT 1801 היה גדול ב-20 אחוז מההספק המחושב של מנוע הדיזל המתחרה. מתוך המחקר הזה עולה, כי יתרונה של טורבינת-הגז GT 1801 בכל הנוגע לצפיפות הספק, גדול ב-20 אחוז מצפיפות ההספק של מנוע הדיזל המתחרה הקומפקטי ביותר. כבר בפתחה הורגש, כי למחקר זה נודעת חשיבות רבה, בעיקר משום שמעורבת בו השוואה ישירה בין שני מנועים מתקדמים.

אם תועמד הטורבינה ה-GT 1801 להשוואה מול מנועי דיזל חדישים, ניתן יהיה להעלות בטורבינה ללא קושי את רמת צפיפות ההספק מעל היתרון של 20 אחוז. לדוגמא – צפיפות ההספק של ה-GT 1801 בשיעור של 1,156 קילוואט למטר מעוקב היא כפולה מצפיפות ההספק של מנוע-הדיזל CV 12 TCA (500 קילוואט למטר מעוקב). גם התמסורת והטפלים של הטורבינה הם קומפקטיים יותר מהפריטים התואמים של מנוע-הדיזל המתחרה.

● חיסכון בדלק

באשר לטווח-הפעולה, כושר ההתמדה או צריכת כמות הדלק, הרי חיסכון בדלק בטנק – הנו פרמטר של כלל הרכב ולא רק של מנועו. שלושת הגורמים העיקריים המשפיעים על חיסכון הדלק בטנק, הם צריכת דלק סגולית של המנוע, איבודי הספק טפיליים (פרזיטיים) ויעילות התמסורת. אין די בכך, אם מעריכים גורמים אלה בנקודת-פעולה יחידה. במקום זאת, יש הכרח להעריך אותם בכל תנאי הפעולה השוררים במשך יום-לחימה אופייני.

זה מגיע ל-215.5 קילוואט (293 כ"ס) ב-1800 סל"ד. הוא מקורר על ידי אוויר וגידושו נעשה בדחיסה, באמצעות טורבו-מדחס. בשנת 1973 הוא הוכנס לשרות כמנוע למשא"ות, ונחשב לאחד ממנועי הדיזל המעולים ביותר, בפרט בכל הנוגע לצריכת-הדלק הסגולית. מנועו מסוגל לפעול בתחום נרחב של עומסים ומהירויות. המנוע מתואר במאמר זה כבעל צריכת דלק המשמשת כבסיס-יחוס.

מנוע הדיזל הנבחר השני הוא רולס-רויס CV 12 TCA. שיעור הספקו מגיע ל-895 קילוואט (1216 כ"ס) ב-2300 סל"ד, והוא מיוצר לאחרונה בשביל הטנק SHIR. על צריכת-הדלק הסגולית שלו – פורסמו רק נתונים חלקיים.

השאלה המתעוררת באופן טבעי, היא: באיזה אופן ימלאו מנועי-הדיזל לטנקים של שנות ה-80 – שיוצגו על ידי שני המנועים המתוארים לעיל – את התקוות שתלו בהם, במיוחד לגבי צריכת הדלק הסגולית? תשובה אחת היא, כי מנועי דיזל לטנקים של שנות ה-80, יגלו, כפי הנראה, שיעורי צריכת-דלק סגולית דומים בשביל שני סוגי המנועים.

מאידך גיסא, השיפורים הטכניים הצפויים עשויים להראות נטיה מוגבלת לקראת הפחתת צריכת-דלק סגולית והיא תהיה מצומצמת, שכן הדיזל הנו מנוע משובלל יחסית. ואף על פי כן, הוספת תא-שריפה משני לשיפור ביצועי התאוצה, עשויה לגרום להגדלת-מה בצריכת-הדלק, בעיקר בהספק נמוך ובפעולת-הסרק. שינויים אלה עשויים לאזן זה את זה.



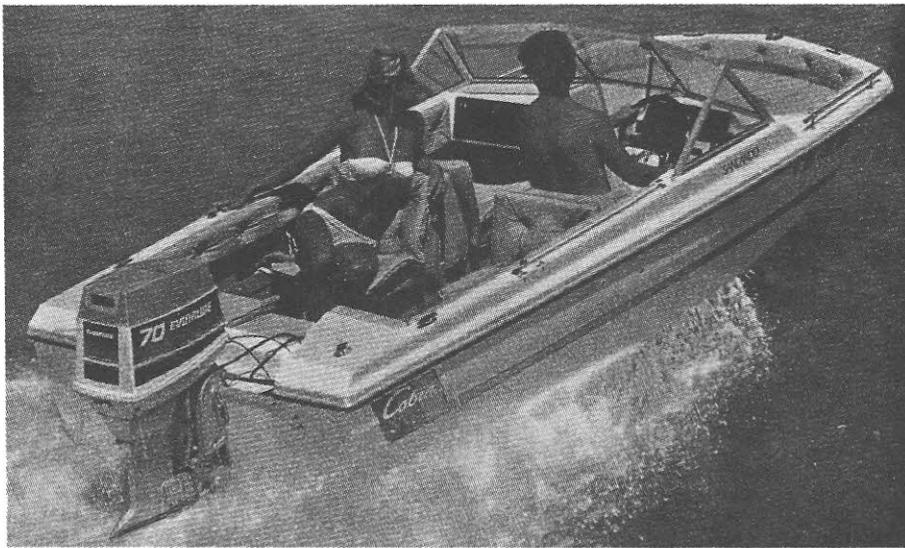
אנו מיצגים בישראל:

LOCTITE **Permatex** **HYSOL** **PERENAVATOR**
DEVCON **SCHERING** **JOFRACRAF**
tasbond **celtite** **Pyles** **SEPCO**

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



EVINRUDE



מחזורי יד מוטוריים



הטובים בעולם
לגננים ויערנים
ניתנים להשגה בכל הגדלים.

Pioneer Chain Saws

מצתים צ'מפיון



המצת האורגינלי
לכל סוגי מנועי הבנזין בעולם.

CHAMPION

U.S.A.



בית ספר
לצלילה
טלפון 827572

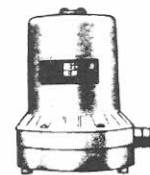


בקרה מרחוק

בקרה הדדאולית ומכנית
לכלי שייט ולציוד מכני כבד.

MORSE
CONTROLS INC.

משאבות מים תוצרת ארה"ב



המשאבות לכל מטרה ולכל תכלית
משאבות מיוחדות למנועים ימיים.

JABSCO



ציוד צלילה

ציוד צלילה לחובבים
ומקצועיים, ציוד מיוחד
לעבודות תת מימיות.

La Spirotechnique France



ציוד תת-ימי

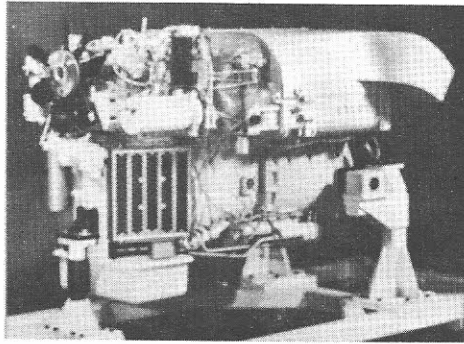
ביחיד הידוע בטיבו בעולם
כולו לציוד דיג תת מימי.

Nemrod
SPAIN



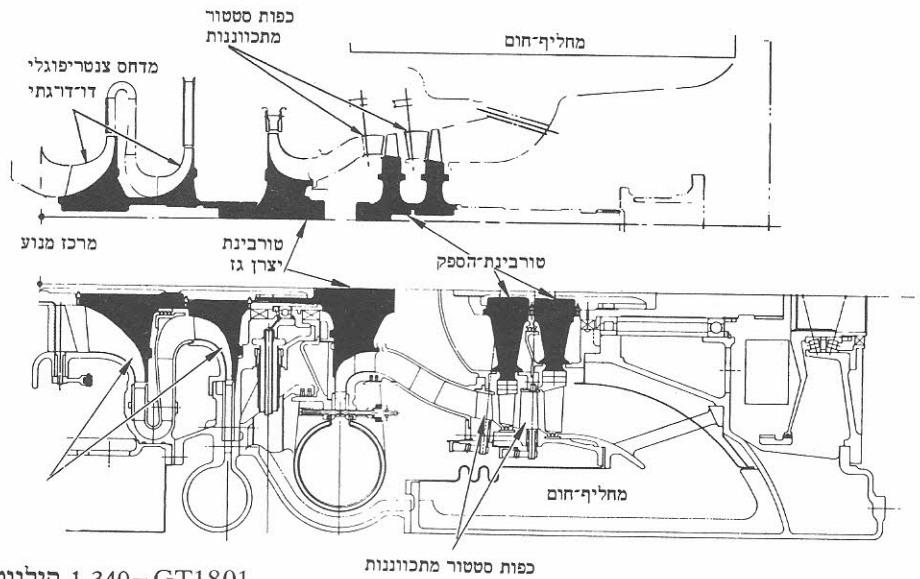
מוריס גרינברג בע"מ MORRIS GREENBERG LTD.

דרך שלמה 83, תל-אביב
טלפון 827572, 824725, 836509, 824049



צויר 1: מתוארת טורבינת גז I.T.I.-GT 601 המייצרת הספק של 450 קילוואט. למנוע שתי דרגות דחיסה צנטריפוגליות, מחליף-חום סטטי, טורבינת-הספק חופשית וכפות סטטור מתכווננות. טורבינת-הגז I.T.I.-GT 601 הנה מוצר יוצא דופן, המהווה המלה האחרונה בייצור טורבינות גז לצרכים אוטומוטיביים, עד להספק של 450 קילוואט. הטורבינה פועלת ביחס דחיסה של 7:1 וטמפרטורת הגזים השרופים בכניסה לטורבינה היא כ-1,000 מעלות צלזיוס. בימים אלה מושלם תיכנונה של גירסה צבאית בעלת הספק מוגבר, שמקורה בגירסה המסחרית.

קילוואט 450-GT₆₀₁ GO



צויר 2: שרטוט-חתך סכמטי של הטורבינות GT601 ו-GT1801. שתי הטורבינות הן בעלות מבנה דומה, והשרטוט ניתן בקנה מידה - מלבד מחליף-החום.

קילוואט 1,340-GT1801

ה-GT 1801 משקפת את צריכת הדלק הסגולית המשופרת, שאפשר יהיה להגיע אליה בטורבינה מתקדמת, בעיקר כתוצאה מטפרטורות-כניסה מוגדלות במנוע-טורבינה, שתהיינה זמינות בשנות ה-80. הביצוע המתואר ל-GT 1801 מייצג את הפוטנציאל של המנוע המשופר.

מהשוואת הביצוע הממוצע עם שני מנועי הדיזל המתוארים, עולה, כי יש ל-GT 1801 צריכת-דלק סגולית נמוכה בתחום העבודה שבין 40% עד 100% הספק. מבין ימילחמה אפשריים רבים (ולמעשה מבין תנאי-פעולה שאינם שוררים בשדה הקרב, שגם להם נודעת חשיבות) ניתן לבנות מספר רב של היסטוגרמים של הספק מנוע-הטנק. האופייני שביניהם מייצג את תחום ההספק 40-70 אחוז כתחום שליט. מעל לתחום זה, מוכיחה הטורבינה צריכת-דלק סגולית פחותה בשיעור 7% בערך, מאשר הדיזל. בתנאי פעולה אחרים, בכלל זה פעולת-הסרק, שבה צריכת-הדלק של טורבינת-הגז ושל מנוע-הדיזל צריכה להיות שווה, מוערכת צריכת-הדלק הסגולית הכוללת של מנוע-הטורבינה כנמוכה ב-6 אחוזים בהשוואה לצריכה של מנוע-הדיזל. זרימת-הדלק בפעולת-הסרק של ה-GT 1801 היא כ-12.2 ק"ג לשעה.

בהשוואה לדיזל, מסתבר, כי צריכת-הדלק הסגולית של מנוע-הטורבינה - נמוכה יותר.⁸

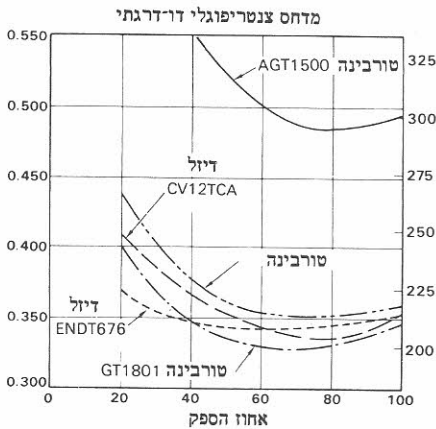
צריכת הדלק בעבר הייתה גבוהה, עקב הנצילות התרמית הנמוכה של הטורבינה. עם ההתפתחות הטכנולוגית, שיפור עמידות הסגסוגות בטמפרטורות גבוהות, תיקון אווירודינמי של להבי הטורבינה וכפות המדחס והתקנת רגנטור (מחליף חום), ירד הפער בין הנצילות התרמית של מנוע-השריפה (דיזל) לבין זו של הטורבינה. (מנוע בנוזן 27%, מנוע דיזל 35%, טורבינה ורגנטור עד 42%). צריכת הדלק לכוח-סוס כפול שעה עם שינוי העומס, הן של הטורבינה והן של מנוע-הדיזל בתחום העבודה - נשארת קבועה. בעומס חלקי (פחות מ-50% נוסה צריכת הדלק של הטורבינה לעלות הרבה מעבר לזו של מנוע-הדיזל).

הפסדי-ההספק הטפיליים שלה - פחותים יותר והיא מאפשרת שימוש בתמסורת יעילה יותר.

● צריכת דלק סגולית של המנוע

צויר 3 מראה צריכת דלק סגולית לעומת ההספק של ארבעה מנועים, שנבחרו למטרת השוואה עיקרית ביניהם וגם לצורך ההשוואה מול ה-AGT 1500.

הטורבינה GT 601, מעידה על רמת הביצוע שיש לצפות לה בעתיד הקרוב (1981) בטורבינת-רכב מסחרית חדישה, בעלת אורך חיים רב, המשקפת טמפרטורות הכניסה המקובלות כיום בטורבינות.



צירוף 3: צריכת דלק סגולית למנוע-דיזל ולמנועי טורבינות-גז בגובה פני הים - בתנאים סטנדרטיים. התוצאות בגרף משקפות את צריכות-הזרימה ומגבלותיה - בכניסה וביציאה מהמנוע. כל זאת לצורך הדגמת המגבלות בתכנון צנרת יניקה ומסנן-אוויר. במסגרת זאת אין נכללים הפסדי ההספק הנצרכים על ידי מפלי המנוע. הערכים המוצגים יודעים אך ורק לטורבינות מייצור GARRETT ולמנוע-דיזל מתוצרת MACK. הדרישות לתנאים הסטנדרטיים בשביל מנוע הדיזל CV 12 TCA ומנוע-הטורבינה AGT 1500 - אינן ידועות. לכל המנועים המופיעים בגרף, נקבעה צריכת הדלק הסגולית המינימלית לכל רמת-ההספק.

● הפסדי הספק במערכת הטפלים

הפסדי הספק במערכת הטפלים בטורבינות-הגז הם קטנים בהרבה מאלה של הדיזל. בדומה לכל המנועים בשריפה פנימית, נמצאים גם במנוע-הדיזל חלוקי-מים, כדי לקרר את הצילינדרים, כאשר הרדיאטור מבטיח את קירור המים, או שמשמשים באוויר בזרימה ישירה לצורך הקירור. בשני המקרים דרוש הספק ניכר, הנצרך על ידי מאוורר.

אף כי דרישות הקירור של שמן המנוע דומות במידה רבה לשני סוגי המנועים, הרי יעילותה של תמסורת-הדיזל בעלת ממיר-מומנט, פחותה מיעילותה של תמסורת-הטורבינה, שאינה משתמשת בממיר-מומנט בכלל. מהצד האחר, עומס קירור השמן הגדול יותר בתמסורת הטורבינה, משתקף בדרישה גדולה יותר לאוויר קר המסופק על ידי המדחס. אם במנוע-דיזל משתמשים במקרר אוויר הניזון באוויר קר, יש לזקוף זאת לחשבון ההספק אשר חייב לספק את אוויר הקירור. ל-GT 1801 אין שום רכיבים דומים.

מנגנון האטה הידראולי האופייני לרכב, מורכב בדרך כלל בתמסורת-הטנק ותפקידו להשלים את יעילות מערכת בלמי-החיכוך. הטורבינה מוכיחה כושר בלימה פנימי גדול יותר מאשר מנוע-הדיזל. לכן ניתן יהיה להשתמש במנגנון האטה הידראולי, בעל מימדים קטנים יותר מהמקובל, תמורת השגת פעולת-בלימה שווה של רכב, יחד עם דרישות קטנות יותר לקירור השמן או פעולת-האטה יעילה יותר, בתנאי שמחשבים את מנגנון-ההאטה כעומס זמני, כפי שהוא אומנם לעתים קרובות.

ההשפעות המאוחדות של הפסדי ההספק במערכת הטפלים על החיסכון בדלק הובהרו על ידי מחקר שנערך לאחרונה ונחשב כאופייני. הובהר, כי דרושים 12 אחוזים של הספק מנוע הדיזל למאווררים, המספקים אוויר לקירור המנוע והתמסורת, לעומת ארבעה אחוזים של הספק מנוע-הטורבינה, הדרושים למדחס ועזריו בטורבינה GT 1801 ותמסורתה, באותו טנק. היתרון השווה המופק בחיסכון הדלק הוא 8 אחוזים.

● יעילות התמסורת

למנוע טורבינות-גז בעלת טורבינה חופשית מיוחסת עקומת-איפיון של מומנט ומהירות, המועדפת בשימושים אוטומוטיביים. אופינית העובדה, כי מומנט ההזדקרות של טורבינה, יכול

להיות כפול מהמומנט הניתן להשגה במהירות וההספק הנקובים, בתנאי שהטורבינה והתמסורת תוכננו במבנה נאות, המאפשר את ניצולם המלא של התכונות האלה. כתוצאה מכך, עשויה להתקבל תמסורת פשוטה מאד (ראה הערה מס' 4). לעומתה, מנוע-הדיזל הוא בעל עקומת מומנט שטוחה, או עולה בהדרגה, בתחום של מהירויות המנוע שבין 60 אחוז עד כדי 100 אחוז, לערך. מתחת לתחום זה, המומנט פוחת בהדרגה. מנועי דיזל אינם יוצרים בדרך כלל הספק שימושי בתחום שהוא למטה מ-50 אחוז של המהירות הנומינלית. בצירוף 4, למשל, מוצגות עקומות-מומנט מקובלות לטורבינות-הגז 601 GT ולמנוע-הדיזל ENDT 676, המצטיין בעלית מומנט גבוהה.

(נשים לב לכך, כי בתחום שבין 0-50 אחוז של סל"ד, מנוע-הדיזל אינו מתפקד כלל, בעוד שהטורבינה נותנת מומנט הולך וגדל עד למהירות אפס. המומנט המתקבל בטורבינה בהזדקרות, כפול בערכו מזה המתקבל בסל"ד מקסימלי).

במבנה רגיל זה, עקומת-המומנט של ה-GT 1801 תהיה דומה מאד לעקומת-המומנט המוצגת ל-GT 601. נקודת-המפתח היא כושרה המיוחד של הטורבינה לספק מומנט עולה בכל תחומי מהירות המנוע - עד למהירות-אפס.

כדי להתגבר על מגרעות הדיזל במומנט אופייני הדרוש למהירות נמוכה, כוללת תמסורת הטנק ממיר-מומנט המשולב במערכת-הילוכים בעלת הילוכים מודרגים, כדי לספק מומנט מתאים לגלגל-ההינע במהירויות נמוכות של הטנק. תמסורת הטורבינה האופטימלית ביותר בטנק מכילה אותה מערכת-הילוכים השימושית עם מנוע-דיזל, אך ללא ממיר-מומנט, והיא קטנה, קלה, פשוטה ויעילה יותר.

נצילותו של ממיר-המומנט בתמסורת-דיזל משתנה, אולם מקדם הנצילות הממוצע שלו הוא 85 אחוז (בדרך כלל 70). פרט לאלמנט זה, הרי התמסורת של הטורבינה והדיזל בטנק - יעילות במידה שווה. לכן, הפסד של כ-15 אחוזים בממיר-המומנט, משקף יתרון במנגנון העברת הכוח הישיר של טורבינות-הגז על הדיזל, בכל פעם שממיר-המומנט משולב בתמסורת-הדיזל. ההשפעה על החיסכון בדלק, הנובעת מתכונות הנעילה של מכפל המומנט, היא להוריד את אלמנט יתרון היעילות של הטורבינה מ-15% עד כדי 7%. סבורים, כי הטורבינה תוכיח יתרון של 20-15 אחוז על הדיזל בתחום החסכון בדלק, בטנק-הלחימה של הדור הבא.

● צריכת-אוויר

צריכת-האוויר של מנוע-טנק הוא גורם התקנה חשוב, מפני שהוא קובע את גודל סורגיהכניסה והיציאה ואת קוטר צינורות האוויר הפנימיים (צנרת יניקה ופליטה) והמסננים. %
(9) סינון האוויר מפני אלמנטים של אבק וגופים זרים, הנה פעולה עיקרית לשני סוגי המנועים. אולם כושר הסינון בטורבינה חייב להיות גבוה יותר. עקב כמיות האוויר הגדולות החודרות לטורבינה, קיימת איפוא בעיה בתכנון ויצור המסננים, אשר חייבים להיות קומפקטיים במבנה (עד כמה שניתן) ויחד עם זאת הם חייבים לספק סינון ברמה של 99.99%. את כושר עמידתה של הטורבינה בפעולת האירוזה של החול, משפרים על ידי שימוש בסגסוגות פלדה מעולות וחומרים קשים במיוחד (קרמיקה וקרבידים) כאשר מייצרים את האלמנטים הבאים במגע פיזי עם האוויר בתוך הטורבינה. ידוע מהנסיון שהצטבר בהשוואת מנוע-הדיזל והטורבינה ב-1^{XM}, כי הטורבינה עמידה טוב יותר בתנאים העויינים של העבודה החולית. במנוע-הדיזל גורמת התנועה הרצפרוקלית של טבעות-הבוכנה לשחיקת דפנות הצילינדרים כאשר חודר חול (תופעה של: חפיפה (לפינג), ליטוש (הונינג)). במנוע-הטורבינה החול עובר על פי האלמנט (מדחס, טורבינה) ומשפיע חד-פעמית בפעולה אירוויבית מוגבלת.

המלצת יצרן המסננים ב-1^{XM} (DONALDSON) היא כדלקמן: לסינון מנוע הטורבינה 1500 HP, 10⁴cfm, 283m³/min). ההתנגדות המירבית לזרימה תהיה 13.5" H₂O ונקיון 99.2%, מימדי המסנן (ב"מ"מ): רוחב 710; גובה 710 ואורך 1060. המבנה: ציקלונים וקרבי סינון יבש (לרבות מפוחי פינוי אבק). אינדיקציה בתכנון: 6 INCH³ נפח מבנה לכל 1cfm AIR, בית המסנן מותקן בתוך תא המנוע ותופס נפח רב. אורך החיים המוצהר של המסנן גדול מזה של מסננים קונבנציונליים למנועי 700-1000 HP (ל-פוטון כדוגמא). קיימים מסנני אוויר צנטריפוגליים וכן מסננים המנצלים את גזי-השריפה או האוויר החדש הנלקח מהטורבינה, לצורך פינוי האבק המצטבר באזור הצקלונים. ספיקת האוויר לטורבינה לצורך שריפה וקירור, גדילה פי 3 לערך מאשר במנוע-הדיזל (לשריפה), אולם מנוע-הדיזל מקורר האוויר צורך כמות גדולה מאד של אוויר לצורך קירור. יוצא איפוא, שבסיכום כולל דורש מנוע-הדיזל מקורר האוויר ספיקת אוויר כוללת לשריפה וקירור גדולה פי ארבעה מאשר מנוע-הטורבינה. במקרה זה יש להבטיח תחכי זרימת-אוויר שיפחיתו את הפסדי הורימה. תכנון מעברי-הכניסה של האוויר ויציאת הגזים השרופים, משפיע אף הוא על הפסדי הורימה בטורבינה (10% לערך). לכן יש להקנות לכונס המדחס ודיפוזור-הטורבינה גאומטריה אוורודינמית בעלת התנגדות מינימלית לזרימה. יתר על כן, ההערכה של טורבינה מול הדיזל, צריכה להיות מושתתת באורח הגיוני על בסיס מערכתי כולל. מכאן נובע, כי יש לערוך השוואה בין הדרישות הכוללות לזרימת האוויר בשני המנועים, כלומר אוויר מנוע עם אוויר קירור, במשולב. שלא בדומה לצריכת-הדלק, אשר צריכה להיות מותאמת בכל התחום של תנאי-ההפעלה של המנוע ושל הרכב, צריכת-האוויר חשובה בעיקר בנקודת-ההספק המירבי של המנוע. זו קובעת את זרימת האוויר הגדולה ביותר שיש לטפל בה, וכתוצאה מכך את גודל הרכיבים הקשוררים בזרימת האוויר. בהספק נקוב, למרבית מנועי דיזל יש צריכת אוויר של 5.5 ק"ג לקילו-שעה, בקירוב. בטבלה ערוכה השוואה של הדרישות הכוללות לזרימת אוויר לטנקים - בטורבינה ובדיזל, המבוססות על בסיס מערכתי.

מן הראוי לציין, כי אוויר מנוע מחייב סינון ואילו אוויר הקירור בדיזל אינו מצריך סינון כלל. מנוע הדיזל זקוק למסנן סינון יבש, בעוד שה-1801 GT עם המדחס הצנטריפוגלי הדו-דגתי, יכול בנקל להסתפק במסנן הפועל לפי עקרון אינרציאלי. המסנן הזה קטן מאשר מסנן רגיל, בעל קיבול שווה של זרימת-אוויר. יתרון הגודל של המסנן האינרציאלי

עשוי לאזן בחלקו את שיעור הזרימה הגדול יותר של אוויר מסונן הנדרש לטורבינה.

● משקל

משקלה של הטורבינה המותקנת בטנק, היא כמחצית משקלו של הדיזל המותקן בטנק.¹⁰

(10) אחד המניעים העיקריים להרכבת מנוע טורבינה בטנק הנו משקלו ונפחו הנמוכים, לעומת מנועים בשריפה פנימית בעלי אותו ההספק (בנקודה זו קיימת הסתייגות מסוימת משום שמערכות העזר: מסנן, צנרת ומחליפי-חום - הם גדולים יותר בטורבינה). בעבור טורבינות מקבלים ערכים גבוהים יותר של הספק/משקל והספק/נפח לעומת מנוע-דיזל. משקל מנוע טורבינה הוא כ-50% ממשקל מנוע-דיזל, בעל אותו הספק, ואילו נפח הטורבינה כ-50% מנפח מנוע-דיזל. נתונים אלה מאפשרים לתכנן את הרכב באופן חיסכוני מבחינת המשקל והנפח. הקטנת הנפח בתא המנוע גוררת הקטנת מעטפת הרכב או הגדלת הנפח הזמין לדלק ועוד משא. כאשר מדובר בהסכה, ניתן לנצל את הנפח הזמין שהתפנה לשם הגדלת כמות הדלק, כדי לפצות את צריכת הדלק המוגברת של הטורבינה, וכן כדי להגדיל את הטווח לאלתר.

החיסכון במשקל ממשי המושג למנוע בעל 1,490 קילו-טון מגיע ל-1.5 טונות במנוע עצמו ועוד חיסכון-מה מושג קרוב לוודאי במשקל טפלי-המנוע. חיסכון זה ממשי ביותר: הוא מייצג צריכת-דלק של תשע שעות ב-50 אחוז של הספק.

● ביצוע וקלות-תנועה של הטנק

כפי שהוזכר כבר קודם לכן, לטורבינת-גז יש צפיפות הספק גבוהה יותר מאשר לדיזל. לכן, אם מתכנן הטנק יצליח לבנות מעטפת מסוימת המתאימה לשימוש, אפשר יהיה לשלב בה התקנת טורבינה בעלת הספק גבוה יותר מאשר לדיזל. נוסף לכך, הטורבינה מתקשרת עם ממסרת-הילוכים יעילה יותר. על בסיס זה, תוצאת-השוואה היא ביצוע וקלות-תנועה של טנק משופרים יותר, באמצעות טורבינת-גז מאשר במנוע-דיזל.

אם מתכננים את שני סוגי המנוע כך, שיספקו אותו הספק נקוב לגלגל המניע של הטנק בתחום ההילוך הגבוה, כי אז יהיה לטורבינת-הגז הספק זמני רב יותר מאשר לדיזל - בתחום ההילוכים הנמוכים, כאשר משולב ממיר-המומנט של ממסרת-הילוכים בדיזל.

נראה, כי בכל מנוע שיתוכנן באופן כזה שיספק את אותו הספק נקוב לגלגל המניע של הטנק בהילוך נמוך, כאשר ממיר-המומנט של הדיזל משולב - יהיה למעשה ההספק הנקוב של הטורבינה נמוך ב-15 אחוז מההספק הנקוב של הדיזל, הנדרש לצורך הספק שווה לגלגל המניע (בשל הפסדים בממיר-המומנט).

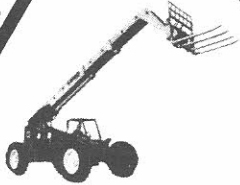
שלא בדומה לדיזל הקונבנציונלי, מוכיח הדיזל בעל תא השריפה המישיני את יתרונו בכיצוע שינויים מהירים בתנאי פעולת המנוע.

טורבינת-הגז, כגון ה-1801 GT אמורה גם היא להוכיח את יתרונה בכיצוע שינויים בתנאי-הפעולה. לכן, אין כושר תגובת המעבר של המנוע צריך להשפיע לרעה על קלות התנועה של הטנק, בין אם מותקנת בו טורבינה, או בין אם מותקן בו דיזל. אף-על-פי-כן, בגלל גורמי צפיפות ההספק

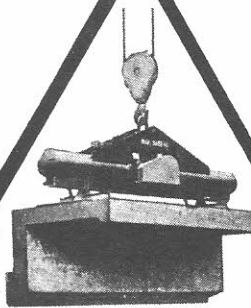
להב בע"מ מציגה צרוך מוצרי איכות



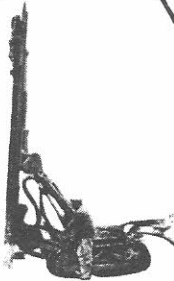
נשק
להגנה עצמית
ספורט וצייד
מטווח ירי
באש חיה
במקום



LOED המלגזה
המהפכנית
מרימה וגם
מגיעה



AEROLIFT
ציוד להרמה
בעקרון
הואקום



ציוד קידוח
וחציבה

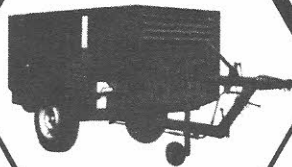


טורנדו
"אקדח מסמרים"
האמין היטל
והבטוח
ביותר

"כיוניר"



פטיש שובר וקורח
עצמאי עם
מנוע בניזין
לשדה
למכטל
ולעיר



מרחסי אויר
ניידים מכל
הגדלים

מאחורי כל אלה
מחלקת השרות שלנו
והחלפים המקורים מאפשרים
המשך עבודה תקינה לכל המוצרים

להב בע"מ

חנות: דרך פתח תקוה 28, ת"א, טלפון: 4-336423
משרד: רח' החשמל 29, ת"א, טלפון: 141-6251
חנות: הגליל 2, ת"א, טלפון: 22-332722

פרסום להב בע"מ

טורבינת גז	דיוזל	טבלת דרישות לספיקת אוויר °
11	5.5	דרישות לספיקת אוויר
	27.4	קירור באמצעות רדיאטור
	5.5 או 0 °	קירור ביניים בין דרגות טעינת הגידוש השונות
2.7	2.7	קירור שמן מנוע
2.7	8.2	קירור שמן ממסרת
16.4	43.8° או 49.3	סה"כ

ערכים מספריים אלה הינם ריאליים ומעשיים בשביל הטורבינה וכנראה אופטימליים למנוע הדיוזל. ההשוואה מראה, כי מנוע הדיוזל צורך כמות הגדולה פי שלושה של אוויר, מאשר הטורבינה (דיוזל מקורר אוויר)

זרימת אוויר הקירור לצורך קירור דרגות הביניים של טעינת הגידוש, מצטמצמת לאפס, בשעה שמשמשים בקירור מים במקום בקירור אוויר, או כאשר משתמשים ברדיאטור נוסף הנעזר באוויר הקירור, הזורם לצורך קירור רדיאטור המנוע.

של טורבינות הגז – נוסף על אלה של הדיוזל – משום שיתכן, כי יהיה צורך להתניעו בתחילה על ידי הפעלת הטורבו־מחדס ואחר כך על ידי הצתת תא השריפה המשני – לפני שיוכלו להתניע את מנוע הדיוזל.

פעולתה של טורבינת גז שקטה בהרבה מפעולת הדיוזל. דבר זה נכון לגבי המנוע ולגבי תפלין, הוא רצוי לצוות הטנק וכן נודעת לו חשיבות טקטית.

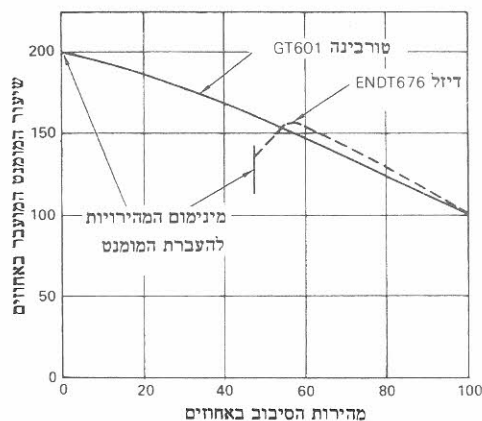
טורבינת הגז אינה פולטת עשן נראה לעין ואילו הדיוזל פולט עשן – בעיקר בעת האצה.¹³

13) טמפרטורות הגזים הנפלטות ממנוע טורבינת גז הן כ-500°C–450 (ללא רגנרציה), בעוד שזו של מנוע הדיוזל היא כ-150°C, הבדל זה אינו משמעותי כשהמיכשור הקיים היום מסוגל "לחוש" בהבדלי טמפרטורה עד כדי 1° ופחות. חתכי־זרימה בעלי גאומטריה משופרת יבטיחו רמת־רעש סבירה. על אש הנוצרת בסעפת הפליטה ניתן להתגבר על־ידי עמם מתאים. בטורבינה רגנרטיבית ניתן להוריד הטמפרטורה על ידי ספיגת־חום מהגזים ברגנרטור. יש כמובן להבטיח את כיוון־הפליטה, כדי להקטין את כמות האבק. ניתן לנצל את זרימת הגזים השרופים, כדי למשוך אוויר נקי למקרר־השמן של הממסרת.

תופעה זו עשויה לשמש כנקודה טקטית רבת־ערך לזכות טורבינת־הגז. טורבינות צורכות מעט מאד שמן ומועדי החלפתו – ארוכים. הדיוזל צורך כמות שמן ניכרת ונוזק להחלפות שמן תדירות. נראה, כי בשדה נודעת חשיבות לטירדה, הכרוכה בהחלפת שמן תדירה.

כשהמחשבה נתונה לייצור מנוע להתקנתו בטנק־הלחימה העיקרי העתידי במאה הקרובה, הרי התאמתה המיידית של טורבינת־הגז למיגוון רחב של סוגי דלק, נראית כגורם חיובי וחיובי בהחלט.¹⁴

14) הטורבינה פועלת בסוגי דלקים שונים: החל מכנוזן וכלה בדלק כבד (מוזט). תכונה אינהרנטית זו מאפשרת גמישות לוגיסטית בהפעלתו המבצעית. גם מנוע־הדיוזל מסוגלים לפעול בדלקים שונים, אולם המעבר מדלק אחד למשנהו מחייבת סדרת פעולות הכנה שאינן מיידיות. מנוע־טורבינה הנו מנוע רב דלקי במלוא מובן המלה (השימוש בדלקים שונים מחייב רק בדיקות למשקעים).



ציור 4: אחוז המומנט לעומת אחוז הסל"ד – לדיוזל ולטורבינת גז.

וממסרת־ההילוכים שבהם דובר קודם לכן, הטורבינה אמורה להוכיח את עליונותה על הדיוזל בכל הנוגע לקלות־תנועה וביצועי הטנק.

● אמינות וכושר־תחזוקה

טורבינת־הגז וגם הדיוזל זכו לפרסום כחטיבות־כוח אמינות.¹¹ (11) הטורבינה בנויה ממכללים מודולריים, פחות חלקים נעים, וטיפול־האחזקה פשוטים יותר. היעדר מכניזמים המבצעים תנועה רציפרוקלית (בוכנות) מאפשר פעולה חלקה, רצופה וללא תנודות. פעולות רבות נעשות ללא הוצאת חטיבת־כוח (משמעות לוגיסטית ומבצעית).

טורבינת־הגז הוכיחה את אמינותה וללא תחרות – במיוחד בשימושים תעשייתיים. יש לשער, כי בשימוש בטנקים תוכיח מערכת מנוע הטורבינה אמינות גבוהה הרבה יותר מאשר הדיוזל, במיוחד כאשר הדיוזל מותאם עם אמצעי־עזר מסובכים לצורך הגדלת הביצועים.

על יסוד הנסיון שנרכש במטוסים ובתחומים רבים אחרים, נראה, כי טורבינת־הגז תוכיח יתרונה הברור בנוגע לכושר תחזוקה. נוסף לכך, הטיפולים היישומיים בטורבינה יהיו עשויים בצורה פשוטה יותר ולכן יודקקו לאחזקה פחותה יותר.

● קלות־התנעה וגורמים אחרים

ההערכה האחידה שנתגבשה מ"כושר ההתנעה" היחסי של טורבינת־הגז והדיוזל, קובעות, כי קל להתניע את שני סוגי המנועים בטמפרטורות רגילות, אך קל יותר להתניע את טורבינת־הגז במזג אוויר חורפי.¹²

12) טורבינת־הגז ניתנת להתנעה בקלות גם בטמפרטורת סביבה נמוכה. גם מנוע־הדיוזל נחשב יחסית כמנוע קל להתנעה, אולם הנסיון מלמד, כי בטמפרטורות נמוכות וגבוהות במיוחד ישנם קשיים.

הערכה זו מחייבת בדיקה מחדש, אם עומדים לפתח דיוזל בעל תא שריפה משני, המצטיין ביחס דחיסה נמוך ומצוייד בטורבו־מחדס בעל כושר גידוש רב ביותר, כמנוע מועדף אפשרי לטנק. מנוע כזה עשוי לזכות בכמה מתכונות ההתנעה

יחידת הניסויים גאוה ואחריות

א. בן יוסף

אולם, גאוה מקצועית זו, מהולה בלא מעט מתח ואחר-
יות מגודלו הכבד של המשא המוטל על אנשי היחידה,
המוכרת היטב לגורמים המקצועיים של צה"ל. יחידת
הניסויים, אינה יחידה "ותרנית", אנשיה חוקרים ובוד-
קים מנסים ומשנים, עד אשר הם יכולים לאשר בלא
פיקפוק, כי הציוד תקין וניתן להפעלה מבצעית.

"ניסוי זה מקצוע"

"ניסוי זה מקצוע" – אומרים מפקדי היחידה כאשר אנו
מנסים לתהות על קנקנה של יחידה מיוחדת זו. ואכן רק
פעילותיהם המתורגלות של אנשי היחידה, מסוגלות
להבחין בכל פרט ופרט ולבדוק את התנהגותו בעת
הפעלה. רק בעת הפעלה מעשית ניתן לעמוד על כושרו
של הציוד, החייב להוכיח עצמו בעת מבחן. לא יועילו
בחינות תאורטיות ואישורים של מהנדסים – המבחן
הקובע הוא בשטח. וזהו, למעשה, מבחנם האמיתי של
אנשי יחידת הניסויים. גודל האחריות, מכתוב את אחר-
יות הניסוי. ללא התחשבות במזג האויר, ללא התחש-
בות בתנאי השטח – הניסוי חייב להיות מקיף ביותר
על כל צדדיו. מרבית אנשי יחידת הניסויים הם ותיקים
במקצועם, תחלופת כוח האדם הצבאי והאזרחי נמוכה
יחסית זאת משום האתגר שהם מוצאים בעבודה מיר-
חדת זו. "פשוט מתאהבים בעבודה" אומרים לנו ביחי-
דה, הגאים בכך שהם הראשונים לבחינה ולבדיקה של
הציוד.

קצה צינור המבחן

אל"מ יוסף, מפקד היחידה, מטיב להגדיר את תפקידה
"אנו קצה הצינור של הפיתוח ובחינת הציוד" – הוא
אומר. לא פעם מתברר, כי הציוד שגילה אמינות בכל
שלבי הפיתוח נכשל דווקא בשלב הקובע והוא המבחן
המעשי. כשלוך זה, מחייב בדיקה חוזרת וגשנית עד כדי
שש פעמים וזאת עד אשר ניתן להביע בוודאות כי
"הציוד תקין ומוכן לפעולה". כל ניסוי חוזר וכולל
בתוכו בדיקת הכשלוך וניתוח מפורט של האירוע, אשר
בין השאר מחייב פירוק הציוד על כל חלקיו ואף
הזעירים ביותר, ולא פעם אף שינוי תכנוני יסודי בבניית
הציוד. "אף פעם אי-אפשר לקבוע בוודאות היכן
ההתחלה ומתי הסוף" – אומרים ביחידה.

אם יש יחידה בצה"ל היכולה להתגאות
בעובדה, כי היא מטביעה את חותמה
על כל אחד מפריטי הציוד המוכנסים
לפעילות מבצעית – הרי זו יחידת
הניסויים של חיל החימוש. ואכן, אל
יהיה הדבר קל בעיניכם. לא רבים
יכולים להתגאות בכך, כי מתחת ידיהם
האמונות נבדקו ונוסו פריטי הציוד
השונים ורק אישורם מאפשר את
קליטתו של הציוד.

אצלנו בחיל



שה בצה"ל ולמפעלי התעשייה הצבאית והבטחונית. תמורת שרותים אלו גובה היחידה תשלום מלא – דבר המחייב כשלעצמו אחריות רבה. אנשי היחידה אינם מנותקים משלבי התכנון הראשוני יים. לכל פרויקט מצטרף איש היחידה המתווה את דרכי הניסוי של הציוד – כך שכבר בראשית הדרך נלקח בחשבון הגורם המכריע הזה.

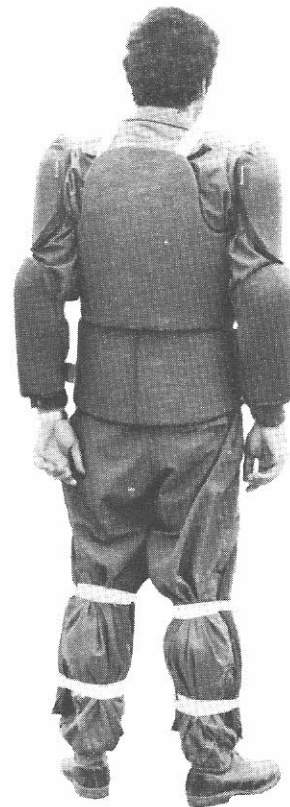
בשנה האחרונה, סיימה היחידה בדיקת מאות נושאים, אשר את פירוטם לא נוכל למסור, מתוכם חלק גדול של נושאים אושרו לאחר הפעם הראשונה; עשרות נושאים נבדקו פעמיים. אומנם, הציוד החדש והמתקדם של היחידה, איפשר את קיצורה של הבחינה, אך לעומת זאת היא "החמירה" עם הציוד, החייב לעמוד בקריטריונים מדויקים ונוקשים ביותר. "אנו לא נופלים ברמת הניסויים שלנו מארצות מפותחות בעולם" כולל האמריקנים" – אומר מפקד היחידה בגאווה גלויה.

פיתוח תעשייתי

מעבר לתרומתה של היחידה בקידום אמינות הציוד של צה"ל, אין להתעלם מתרומתה הנכבדה בקידום התעשייה המקומית, המשרתת את מערכת הבטחון. לא אחת מתגאה מפעל תעשייתי, כי מוצריו קיבלו את אישורה של יחידת הניסויים. אישור זה משמש אות ומופת למפעל אשר תוצרתו מפגינה איכות גבוהה ומוכרת בכל רחבי העולם.

ואם אתם לא מאמינים לנו אמרו אתם, היכן עוד תמצאו אזרחים בעלי מקצוע נדרש בשוק האזרחי המשרתים ביחידה עשרות שנים בתנאי עבודה קשים ומלאימתח והיכן עוד תמצאו אזרחים המוכנים להתגייס לשירות קבע, כדי להשאר ביחידה. הוא אשר אמרנו: גאווה ואחריות – זו יחידת הניסויים של חיל החימוש.

קשתות־הגנה להישרדות הצוות. וסעים בארגז הרכב



חליפה מיוחדת של איש יחידת ניסויים

ממלכה קטנה

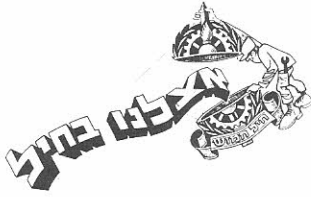
יחידת הניסויים, היא "ממלכה קטנה" בפני עצמה, במסגרת חיל החימוש. מרבית אנשיה הם ותיקים, אשר חלקם זכה לערוך ניסויים אפילו בתת־המקלע "עוזי" ורעיו הותיקים. "ממלכה" זו נגזרת מאורח פעולתה המיוחד והמחייב לא פעם פיתוח של ציוד ניסוי, שאינו ברה־שגה בשוק החופשי. מבחני־מסע של טנקים וכלי־רכב, מחייבים מציאת תוואי מתאים לניסוי ולא אחת נאלצים אנשי היחידה לשנות "סדרי בראשית", כדי להתאים תוואי מיוחד לניסוי. כך שלא יפלא בעיניכם, כאשר תתקלו באנשי היחידה, כאשר הם חופרים בורות עמוקים, יוצרים גשרים מלאכותיים, ואפילו דואגים ל"תוספת" גבעה קטנה.

עם השנים, חלו שינויים מפליגים בשיטות הניסוי ובדרך־כי הבדיקה.

להבדיל מארצות מפותחות אחרות בעולם, הרי שנושא הניסויים בצה"ל הוא מקיף ויסודי ובתחום זה יכולה היחידה להתגאות כצועדת בראש במספר תחומים. "לנו אין עודף של ציוד־לחימה ויש לנו מחסור בכוח אדם, לכן עלינו להיות קפדנים ביותר ולשמור על איכות מול כמות" – מדגיש מפקד היחידה אל"מ יוסף.

"קבלן ניסויים"

יחידת הניסויים, אינה משרתת את חיל החימוש בלבד. ניתן להגדירה כ"קבלן ניסויים" בשביל כל חילות היב-



קצין חימוש ראשי, תא"ל בן-ציון בן-בשט, סוקר שורות המסדר, בטקס סיום קורס חי"ח

"אל לכם לשכוח, כי בכוח האדם כוחנו ובאיכותו – עוצמתנו"

רה של המערך הלוגיסטי בחילות היבשה. כקצינים לעתיד בחיל זה תהיו מופקדים על נתח נכבד מיכולתו ומכושרו לבצע את המוטל עליו. סיום הכשרתכם לקצונה מסמן את ראשית דרככם כמפקדים, דבר המחייב אתכם ליתר מאמץ, ליתר התפתחות עצמית וליתר מסירות ומיומנות.

כמי שמקווה ומצפה שניצני השלום יובילו לשלום מלא, רוצה אני שתהיו מודעים לכך שעצם תהליך השלום מצריך הגדלת עוצמתו של צה"ל ובתוך כך, מציב בפני חיל החימוש יעדים ועומס עבודה רב משהיה בעבר.

אני מקווה שתסייעו לנו למלא את משימותינו ביעילות.

אל לכם לשכוח, כי בכוח האדם – כוחנו ובאיכותו – עוצמתנו.

טפחו את כוח האדם, עליו תהיו מופקדים ושיקדו על קידומו והתפתחותו המקצועית.

עלו והצליחו!!!

"קציני חיל החימוש,

אחת החובות הנעימות הניתנות למפקד היא קידום פקודיו.

גולת הכותרת בתחום זה היא סיום קורס הקצינים, המבטא בצורה חדה את המעבר למשפחת המפקדים בצה"ל.

זאת משפחה גדולה ועתירת-מעש ואני מקבל בשמחה את הצטרפותכם אליה.

איכותו של צבא מודרני נמדד בחוסנו הלוגיסטי, ביכולתו הטכנית ובכושרו האחזקתי.

חיל החימוש מהווה את עמוד השיד-

טקס סיום קורס בסיסי של קציני חיל החימוש, נערך באחרונה בבית-הספר של החיל, בהשתתפות קצין חיל החימוש הראשי, תא"ל בן-ציון בן-בשט, מפקדי החיל וקציניו הבכירים, מדריכים, הורי המסיימים ובני משפחותיהם.

מחצית המסיימים – בעלי רקע טכני (מהנדסים, בוגרי העתודה) ויתרם – הנדסאים וטכנאים. כולם זכו להישגים טובים בשל רמתם המקצועית המיוחדת.

את מסדר המסיימים קיבל קצין חיל החימוש הראשי, תא"ל בן-ציון בן-בשט, שאמר בין שאר דבריו:

אם מנוע הדיזל או הבנזין המניע רכב מסוגים אלו יוגק אוויר המכיל אבק, גרגירי האבק הקשים נצמדים לדופן צילינדר המנוע וגורמים לשחיקתו ולשחיקת טבעות הבוכנה. שחיקה זו גורמת לירידה תלולה בביצועי המנוע, לעליית לחץ-עוקה ולשיפוצו הכללי. קיימים שני סוגים בסיסיים של מסנני-אוויר: המסנן בעל אמבט-השמן והמסנן היבש.

מסנני-אוויר בעלי אמבט-שמן

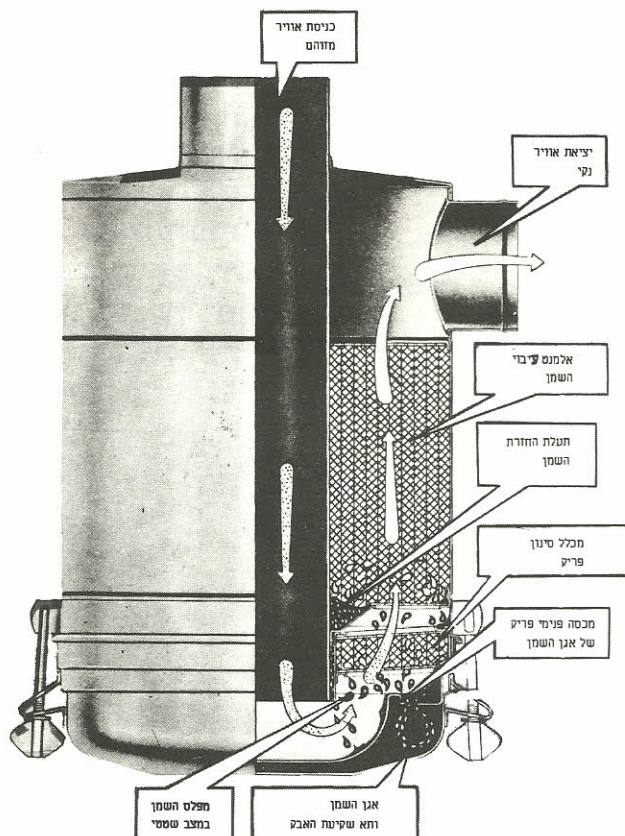
מסנני-האוויר בעל אמבט-שמן (ראה ציור 1), מתוכנן כדי שיוכל לנקות את אוויר-היניקה באמצעות תהליך רצוף של רחיצה בשמן. ישנן צורות אחדות של מסננים, הפועלים לפי עקרון זה, אך באופן כללי כולם בנויים על אלמנט-רשת בתוך מעטה צילינדר, המכיל גם אמבט-שמן הנמצא מתחת לרשת. האוויר הנינק למסנן עובר כלפי מטה לעבר אמבט-השמן. בפגוע האוויר בפני השמן הוא משנה את כיוון זרימתו. חומר הזיהום המצוי באוויר ממשיך בתנועתו אל תוך השמן, עקב התנופה שצבר בתנועה כלפי מטה. כאן הוא נלכד ושוקע בתחתית האמבט. כתוצאה מפגיעת זרם האוויר בשמן, נוצר



מסנני אוויר

לרכב ולרק"מ

שלמה פרידמן



מערכת סינון האוויר היא חלק חשוב ברכב הנוע בכבישים, או בירק"מ, ביצמ"ה ובכל רכב אחר המיועד לתנועה מחוץ לכבישים והפועל לעתים בתנאי אבק קשים – היא חיונית. חיוניות זו נוגעת גם לכלי-טיס, ויש הסבורים כי בין גורמי כשלון-הפלישה באירן – בנסיון-החילוץ של בני הערובה האמריקאיים – היתה גם אי-התקינות של מסנני-האוויר במסוקים.

מים, או חדירה ישירה של שמן. אם לא יינקטו
אמצעי מניעה השמן יזוהם.

6. טמפרטורת הפעולה המיועדת צריכה להיות כזו,
שהצמיגות המתאימה של השמן – תישמר, שאם
לא כן, הרי הירידה בצמיגות השמן עלולה לגרום
ליניקת השמן ואילו העליה בצמיגות השמן מצמ-
צמת את כמות האבק השוקע באמבט.

7. מסנן אוויר מסוג זה מתאים לפעולה בתוך אדי-שמן
ולכן משתמשים בו במקרים שבהם חייבים להפנות
את מוצא האוויר (נשם) של עוקת המנוע לתוך מסנן
האוויר, הואיל והמסנן אינו מושפע מיניקת תוצרי
הפליטה של המנוע.

8. ההתנגדות לזרימה של המסנן אינה עולה כמעט עם
הצטברות האבק ולכן אינה מהווה גורם מתריע
(בדומה לדגלון האדום במסנני-אוויר יבשים) לביצוע
טיפול. את הטיפול במסנן כזה, יש לכן לבצע במוע-
דים קבועים. תדירות הטיפולים בו גבוהה יותר,
מאשר תדירות הטיפולים במסנני-אוויר יבש.

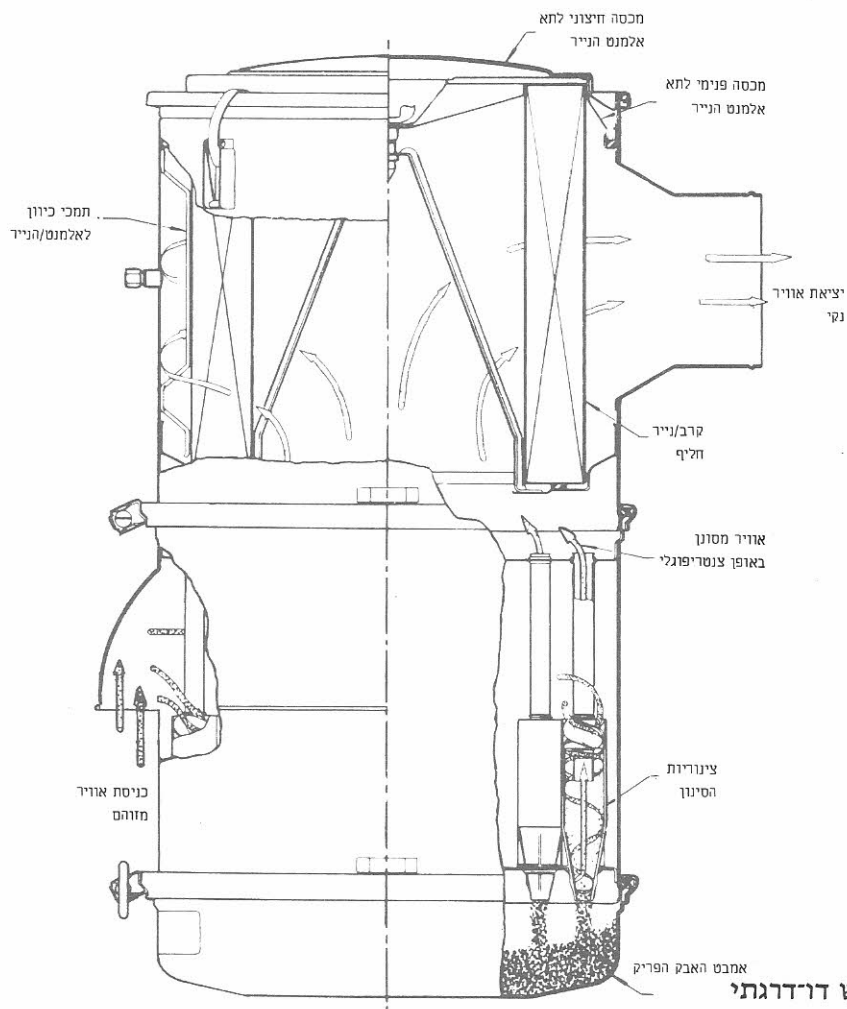
מסנני-אוויר יבשים

מסנני-אוויר יבשים (ראה ציור 2), מתוכננים לסנן את
האוויר על ידי הזרמתו דרך קרב-סינון חליף העשוי

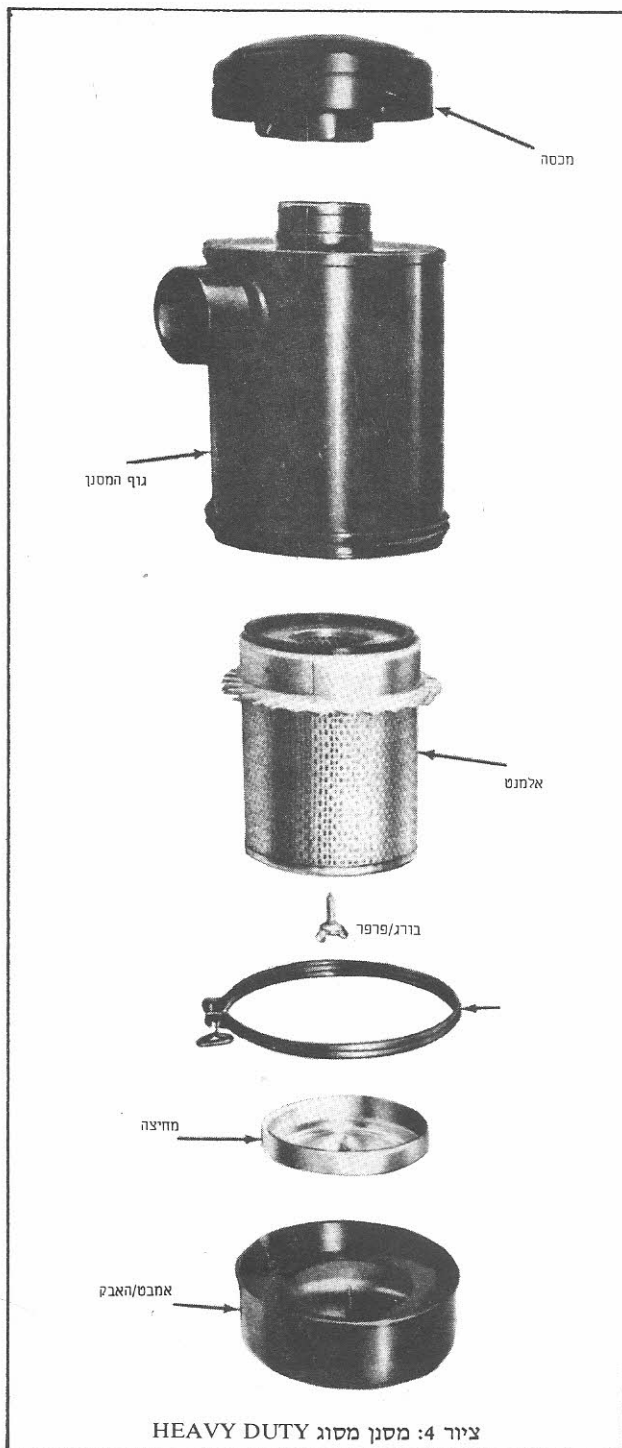
תרסיס שמן בחלל המסנן וחלקיקי-האבק שלא נלכדו
באמבט-השמן, נצמדים לטיפות השמן הזעירות הללו.
טיפות השמן נדבקות לרשת וזורמות חזרה לאמבט-
השמן, ואילו האוויר המסונן יוצא בחלקו העליון של
הצינור. מסנני אמבט-השמן מתאימים לשימושים
שבהם תנאי-האבק אינם קשים.

מאפיינים של מסנני אמבט-השמן

1. מסננים אלה מתוכננים לשיעורי ספיקה מקסימליים
ומינימליים. אם משתמשים במסננים לספיקה שהיא
מתחת לשיעור המינימום – נצילות-הסינון תרד
ולמנוע יחדור לכלוך רב יותר. אם משתמשים במסנ-
נים לספיקה שהיא מעל לשיעור המקסימלי המתו-
כנן, תיווצר יניקה של שמן אל תוך המנוע.
2. באופן כללי נצילות-הסינון היא מעל 96% והיא
יכולה להגיע עד למקסימום של 98.7%.
3. חומר בעל צורה סיבית, גורם לסתימת מסנן מסוג
זה וליניקת השמן לתוך המנוע.
4. בעת התקנת מסננים מעין אלה יש להתחשב בכך,
כי יניקת שמן עלולה להיגרם עקב טלטולי-נסיעה
ופניות חדות של הרכב.
5. יש להגן על פתח יניקת האוויר מפני חדירת נתזי-

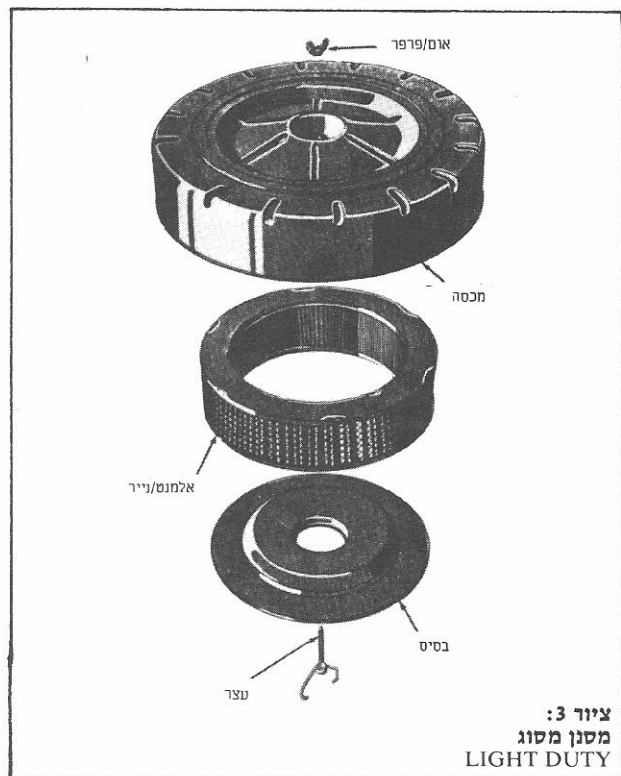


ציור 2: מסנן אוויר יבש דו-דרגתי



ים קל. אם כי הם נותנים אותה נצילות גבוהה כשל יתר מסנני-האוויר היבשים, הרי תחום הסינון שלהם קטן יחסית דבר המקטין את אורך חייהם. (ראה ציור 3).

2. מסנן MEDIUM DUTY - המסננים מסוג זה הם בדרך כלל מסננים דו-דרגתיים קטנים, או בעלי דרגת סינון אחת, שבהם אלמנט הסינון הנו בעל שטח סינון מוגדל בהשוואה לאלמנט של מסנן מסוג LIGHT DUTY.



מנייר-סינון המקבל טיפול מיוחד. קרב-הסינון מורכב כך, שיאפשר שטח סינון מקסימלי.

המסננים יכולים להיות מסוג חד-דרגתי, שבו הסינון הוא באמצעות קרב הנייר בלבד, או שהם כוללים גם יחידת סינון ראשונית, ההופכת אותם למסננים דו-דרגתיים.

יחידת סינון ראשונית מקובלת, היא היחידה הציקלרית. האוויר הנינק אל היחידה הציקלרית, מוזרם לתוך צינוריות, שבהן קיימות כנפיהטייה, המעניקות לאוויר תנועת-סיחרור. כתוצאה מתנועת-סיחרור זו, פועל על חלקיקי האבק, בעלי המשקל הסגולי הגבוה באופן יחסי, לזה של חלקיקי-האוויר, כוח צנטריפוגלי מצמיד אותם אל דופן צינוריות, כאשר האוויר המסונן נותר במרכז. האוויר המסונן הופך את כיוון זרימתו ומחרם דרך צינוריות פנימית לעבר קרב-הנייר. האבק ממשיך בתנועתו בכיוון הזרימה הראשון עקב התנופה שצבר, ומגיע אל תא או אמבט-האבק.

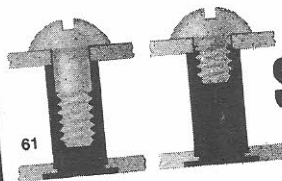
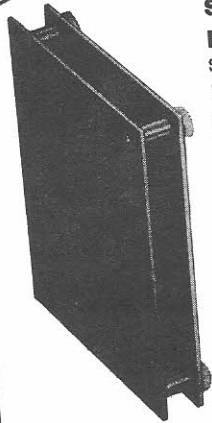
במסננים המותאמים למנועים בעלי הספק וצריכת אוויר גבוהים, מותקנת מערכת לפינוי האבק המצטבר באמבט-האבק. דגם אופייני של מערכת כזאת, כולל משאבות פינוי חשמליות היונקות את האבק ופולטות אותו אל מחוץ לתא המסנן. מערכת מסוג אחר מופעלת על ידי חיבור אמבט-האבק, באמצעות צנרת מתאימה, אל מערכת-הפליטה של המנוע ועם ניצול אפקט ונטארי, נינק האבק אל תוך גזי-הפליטה ונפלט אתם אל מחוץ לתא המנוע.

סיווג מסנני-אוויר יבשים

1. מסנן מסוג LIGHT DUTY - המסננים האלה מורכבים מאלמנט נייר בלבד ומשמשים ברכב נוסעי-

Solve Multi-Level design problems. With a simple squeeze-into-place, PEM Self-clinching Standoffs are permanently flush-mounted in metal panels as thin as .040". Available in #4-40 to 10-32 thread sizes in both blind and through-thread types. Overall lengths to 1-1/16" in carbon steel, 303 SS, and aluminum.

Send for Bulletin SO.



PEM®
Self-clinching
STANDOFFS

61

טלביטון טלביטון אלקטרוניקה בע"מ
רח' בילעמור 9 ת"א ת.ד. 21104

PHONES: 444572, 446280, 455626 P. O. B. 21104 - TEL-AVIV

ניסור מושלם

DoALL

מחיר לניסור הנמוך ביותר!

*** סרטי ניסור**

לכל המתכות עץ ופלסטיק
BI-METAL · DART · PENETRATOR

*** להבי ניסור**

למסורי קשת

הנציגים בישראל:

טל. 03-836287

טכנו כלל בע"מ,

טל. 03-822110

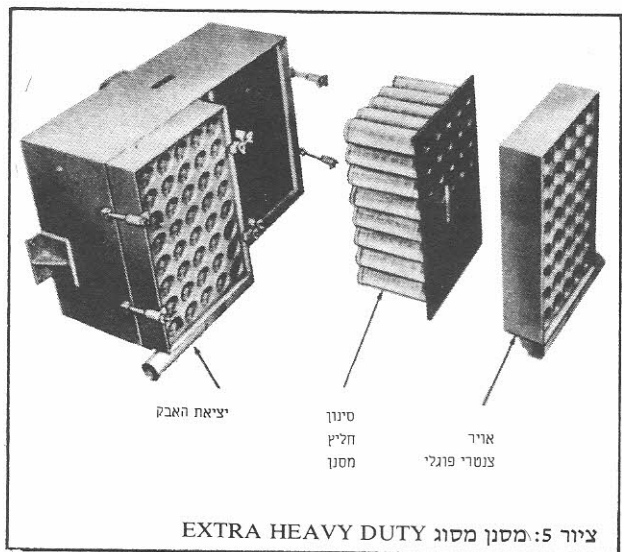
קבוץ גלילות 45 ת"א,

טל. 03-829273 השחזת איכות - השוק 42 ת"א,

טל. 02-286881 המשחזי - מלכי ישראל 8 ירושלים,

שיא הצפון - נצרת עילית, אזור תעשיה ג',

טלפון: 065-74625, 065-72612



יצאת האבק

סינון חליץ מסנן

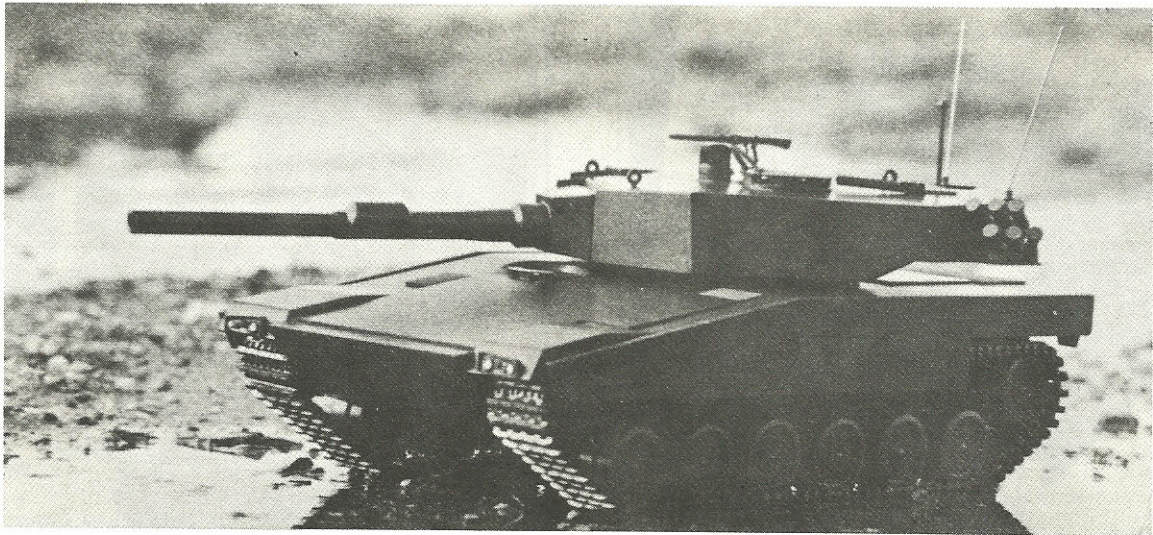
אוויר צנזור פוגני

ציור 5: מסנן מסוג EXTRA HEAVY DUTY

3. מסנן HEAVY DUTY - במסנן הזה יש אלמנט סינון ששטחו גדול וכן אלמנט סינון ראשוני מכני, המתאים אותו לתנאי ריכוז-אבק רב יותר (ראה ציור 4).
4. מסנן EXTRA HEAVY DUTY - המסננים האלה פועלים בתנאי-אבק קשים, ולכן הם זקוקים לטיפול לים תדירים. הם כוללים מסנני-נייר גדולים, בצירוף מסננים ראשוניים בעלי נצילות גבוהה (ראה ציור 5).

מאפיינים של מסנני-אוויר יבשים

1. מסנני אוויר יבשים פועלים בנצילות גבוהה יותר, מאשר מסנני אמבט-שמן בכל תחומי ספיקות האויר. פועלתם אינה מושפעת מטמפרטורות סביבה קיצוניות. ללא-קשר למימדיהם וכושר ספיקתם - הנצילות היא 99.9% לכל סוגי האבק היבש ולחומר הסיבי.
2. פחמן הנפלט ממערכת הפליטה של המנוע ואדי-שמן משפיעים במידה רבה על אורך חייו של המסנן היבש ויש לנקוט אמצעים מיוחדים כדי למנוע את חדירתם לתוכו.
3. ההתנגדות לזרימה גדלה כאשר קרבי-הסינון מתלכלך ולכן רצויה התנגדות התחלית נמוכה, כדי להגדיל את אורך חייו של המסנן.



כיתוח טנק לחימה שוויצרי לשנות ה-90

טיווח-ליזר עם ציוד הדמאה תרמית פסיי-
בית.
ה. מנוע דיזל של 1,000 קילוואט, המותקן
בצד הקדמי ותמסורת אוטומטית להינע
ולהיגוי.
ו. מנוע-דיזל עזר להספק כוח פנימי.
ז. מערכת הסעה בעלת ששה גלגלי
מרכוב, מיתלה הידרופנימטי וחלי-
נ.א.ט.ו.
ח. הגנה היקפית על ידי מנוע המותקן
בחזית, מבנה מופרד לתאים והשימוש
בשריון מיוחד, בעיקר במקומות פגיעים.
כאשר בוחנים תפיסה מתקדמת זאת
כדבר שלם, זו מבוססת על השימוש
בטכנולוגיה המושלמת ביותר והיא עש-
ויה להעניק בידי הכוחות המזוינים של
שוויצריה - אם אכן פרויקט ה-NKPZ
יימשך עד לסיומו ההגיוני - טנק, אשר
ללא ספק ייצג התקדמות של דור שלם על
פני הטנק השוויצרי 68. הופעת סוגים
שונים של לוחות-שריון וטכניקות בנייה
המבוססות על "הפרדת-תאים" וכוח

● תפיסה טכנית

החברה השווייצרית "קונטרבס",
שזכתה בחוזה לפיתוח הטנק החדש ופוע-
לת בשיתוף פעולה הדוק עם יצרני-משנה
ועם רשות-ההרכשה של משרד ההגנה
של שוויץ, נאחזה בדרישה הכללית מאד
של הצבא כבנקודת-זינוק שלה, כדי
לשלב מיפרטים טכניים של ה-NKPZ
שהעלו את התפיסה הכללית הנוכחית עם
התכונות העיקריות המפורטות להלן:
א. צריח המאויש על-ידי שלושה חיילים
ומסתובב ב-360 מעלות.
ב. תותח חלקי-קדח, בן 120 מ"מ, מתר-
צרת "ריינמטל", עם טען אוטומטי להש-
גת אש מהירה.
ג. הספקת תחמושת המאוחסנת בחלקה
מתחת למגן-השריון באחורי-הטנק וחל-
קה ככדורים מוכנים לירי.
ד. מערכת בקרת-אש סיפרתית עם אפש-
רות לעריכת בדיקות עצמיות; כוונות
ראשיות מיוצבות; ושילוב של ציוד

המטה הכללי של צבא שוויץ העלה בפני
מתכנני טנק-הלחימה החדש לשנות ה-90
את הדרישה: כושר ביצוע התקפות נגד
יעילות, מול אויב עדיף מבחינת כמותו,
בכל תנאי מזג אוויר, הן ביום והן בלילה.
כדי לפעול בהצלחה, חייב הטנק החדש
להיות מסוגל להשמיד כלי-רכב משוריי-
נים רבים ככל האפשר, בתקופת זמן
קצרה ככל האפשר, במצב של דו-קרב
בשטח פתוח (ירי תוך כדי תנועה) וגם
במצב של ירי מעמדות המוסתרות בחל-
קו.

דרישות אלה מחייבות את טנק-הלחימה
החדש, המכונה בראשי תיבות -NKPZ
- NEUER KAMPFPANZER -
"טנק לחימה חדש"), להיות מוגן
בשריון חזק, ביחוד באזורים הפגיעים,
כגון בחזית ובצדדים של הצריח והתובה,
בפני טילים נגד טנקים ותותחי-טנקים
בעלי קליבר עד 120 מ"מ, וגם בשריון
המגן על כל הטנק נגד רסיסי פגזי-
תותחים ואש נשק קל.

נים על המגש הסובב, מגיע מיטען התחמושת הכולל ל-50 כדורים.

● חימוש משני

החימוש המשני של ה-NKPZ כולל מיק"לע מקביל של 7.5 מ"מ ומיקלע עליון של 7.5 מ"מ, המותקן על טבעת, עם כוונות ברזל פשוטות, המופעל על-ידי מפקד הטנק, כשזה חשוף בחוץ. כמות של 5,000 כדורים לשני מיקלעים אלה מאוחזת סנת בתוך הצריח. כן כולל החימוש המשני שתי קבוצות של שש מדוכות-עשן המותקנות משני צדי הצריח, מאחורי חור. נוסף לכך קבוע בסמוך, מאחורי מדף-המפקד משגר ליריית רקטות "ליי-רן", המיועד להארת שדה-הקרב. כאשר המשגר אינו בשימוש, אפשר לקפל על גג-הצריח.

● מערכת בקרת-אש

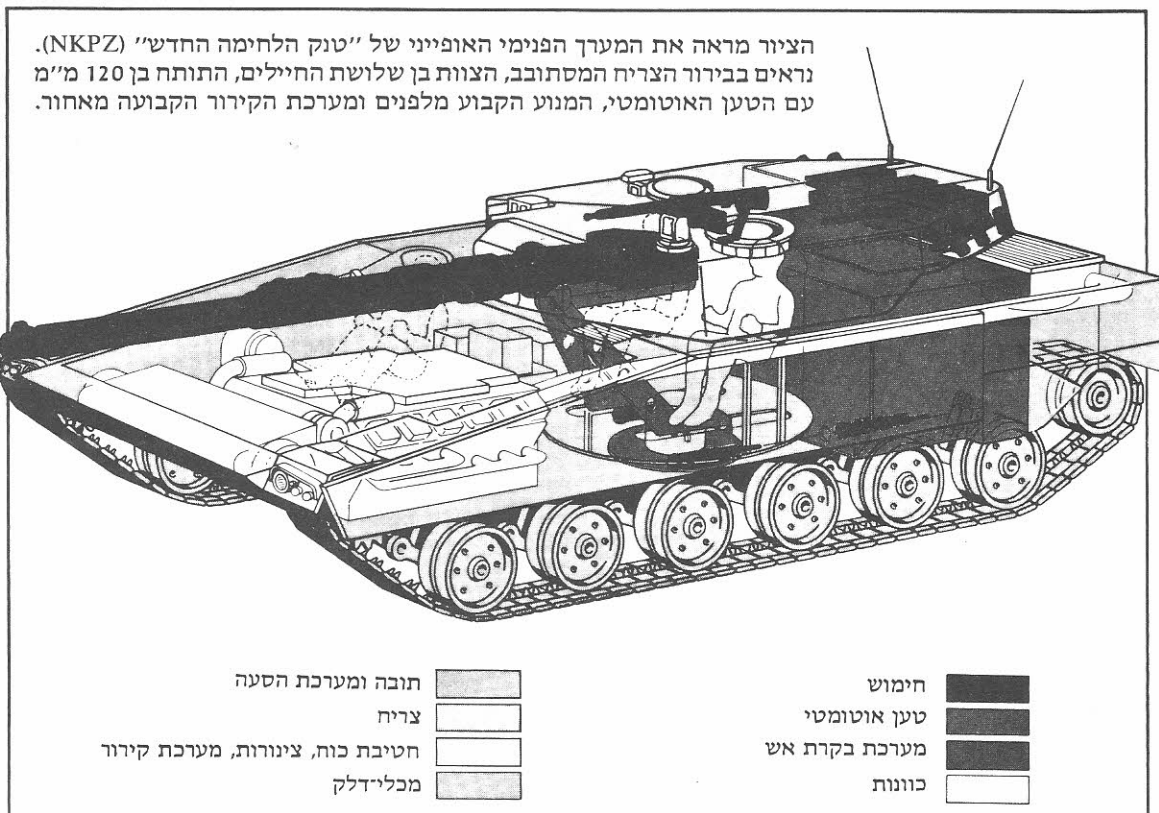
חברת "קונטרבס" עבדה כבר שנתיים על פיתוח של מערכת בקרת-האש בשביל ה-NKPZ המוצע, כאשר חלק מעבודת-הפיתוח נעשתה בידי יצרני-משנה. מערכת בקרת-האש, המבוססת על המחשב הסיפרתי "קונטרובס" כוללת את הכור-נות של המפקד ושל התותחן, את החיש-נים הדרושים (בשביל רוח-צד, שיפוע-טנק, וכו') את המערכת של כינון וייצוב התותח ואת יחידות-הבקרה והתצוגה.

הטעינה, מחזיקים המחלצים את הסדן במצב טעינה, עד שהם נדחפים לצדדים על-ידי כרכוב הכדור הבא וכתוצאה מכך נסגר הסדן. כן נמצאים אמצעים המופעלים לים ביד - בשעת-חירום. לא ייעשו שום שינויים בכדור בעל האנרגיה הקינטית, בכדור הרב-שימושי ובכדורי התרגול המקוריים של חברת ריינמטל, אשר ייוצרו גם הם לפי רשיון בשוויצריה. הטען האוטומטי מעביר את התחמושת המוחזקת בסרטים, מתוך שני מחסני-סרט גדושים, כשכל מחסן מכיל 22 כדורים, הנמצאים בצד האחורי של הצריח, אל מגש המסתובב יחד עם הצריח. מכאן, הכדור מורם באמצעות שתי זרועות ותחמושת מבעד הריצפה של הצריח ומזון לתוך התותח. מילוי מחדש של המחסן האמצעי על המגש הסובב, מתוך המחסנים הראשיים הנמצאים בחלק האחורי של הטנק, ניתן לביצוע בכל זמן, מבלי להתחשב במצב הצריח. בדרך כלל מכיל מחסן זה כדור אחד בעל אנרגיה קינטית וכדור אחד רב-שימושי - ובכך הם מבטיחים גמישות בכחירת סוג התחמושת וזמן תגובה קצר בשביל הכדור השני והכדורים שלאחריו. בדומה ל-44 הכדורים שבמחסן-הסרט, אפשר לאחסן בידיים ארבעה כדורים בתאי-התחמושת. יחד עם שני הכדורים המוכ-

ההיאחזות המצוי, תרמו לשינוי שחל באחרונה בסדר העדיפות של תכנון טנקים - כוח אש, ניידות והגנת שריון. לכן, בשביל ה-NKPZ, תכונת הניידות זכתה למעמד נחות (אם כי היא באה לאחר הגנת השריון) ואילו כוח-אש נשאר השיקול הראשון.

● כוח-אש

לדעת "קונטרבס", התותח חלק-הקדח בן 120 מ"מ, המיועד לרעיון ה-NKPZ נבחר לא רק בשל היותו נשק-הטנקים היעיל ביותר שניתן להשיג כיום, אלא גם בגלל היותו הפוטנציאלי ביותר לפתוח בעתיד. תותח-הריינמטל עשוי לזכות ברשיון-ייצור בשווייץ, בעיקרו בלא שיינוי - אף-על-פי שיהיה צורך להתאים את המיכנס לטען האוטומטי של ה-NKPZ. הסדן נפתח כלפי מטה ומנגנון-הפתחה והסגירה שלו מופקד על הפעולה האוטומטית למחצה. הסדן נסגר כאשר קפיץ הסגירה נמתח, כתוצאה מתנועת קנה-התותח קדימה. כאשר הסדן נסגר על-ידי ההפעלה, הנוקר הקפיצי נדחק קדימה, פוגע בפיקת-ההקשה וגורם ליריית-הכדור. חליצת התרמיל הנשרף חלקית נעשית באמצעות שני מחלצים, הנתמכים במסיבים שבתא-הסדן ומופעלים על-ידי הסדן כאשר הוא פתוח. בשלב



הכוונת הפריסקופית הראשית, המיוצבת לתצפית היקפית, מותקנת על גג הצריח. כוונת התותחן הראשית, שגם היא מיוצבת, קבועה בחזית הצריח. כן יכול התותחן להשתמש בטלסקופ-כיוון הקבוע בתוך מגן-התותח. כוונת-התותחן שיכולה להסתובב בתחום זווית מוגבל, כוללת נוסף לכוונת-יום ומד טווח-ליזר, גם מכשיר הדמאה תרמית שפותח על-ידי "קונטרבס", כשיתוף-פעולה עם חברת "סימנס". כוונת-הדמאה התרמית פועלת בתחום 10 מיקרומטר, ולא זאת בלבד שהיא מאפשרת העסקת מטרות בלילה, אלא שהיא משפרת גם את כושר גילוי המטרות בשעות-היום. תצוגות-הנוף הנצפים בעזרת כוונת-הדמאה, מוצגים על גבי מסכים, אחד למפקד ואחד לתותחן. כן חוקרים את האפשרות של קישור כוונת-הדמאה התרמית אל כוונת-היום. כל ציוד הכינון מוגן על-ידי מסננים בפני קרינת-ליזר ומפני רשפי-אור על-ידי צמצם אוטומטי.

המחשב הסיפרתי פותח במיוחד לשימושי בקרת-אש, תפקידיו כוללים פתרון בעיות בקרת-אש, בקרת פעולות מבצעיות ובדיקות עצמיות של המערכת. המחשב

מצטיין בקיבול גדול לשינויים הכרוכים בהתרחבות התכניות, למשל, בבליסטיקה (הנגרמים כתוצאה מהשימוש בסוגי תחמושת שונים), לכן ניתן לבצע סוג מסויים של פעולה ואת הפעולות עצמן, מבלי שיהיה צורך לשנות את חיבורי-התיילים, באותו זמן גם אפשר להוסיף תכניות בדיקה ועזרי-אימון, המבוססים על המחשב.

● כינון וייצוב הנשק

מערכת ייצוב מקזת את תנועות תובת-הטנק, הפועלות על הצריח ועל התותח. מנגנוני-ההינע לכינון התותח מונעים על-ידי משאבת-צבירה חשמלית-הידראולית, הקבועה מאחורי מחיצה בחלקו האחורי של הטנק. אם ספק-הכוח הזה אינו פועל, הרי ניתן לכנון את התותח ביד מעמדת-התותחן, תוך כדי שימוש בטלסקופ-העזר.

לכן מערכת בקרת-האש מספקת את כל הדרושות הנחוצות, כדי לממש את סיכווי-ההפגיעה בכדור הראשון. מיקומו של ציר הסיבוב של התותח - בסמוך למרכז הכובד של הטנק והייצוב המוקדם היעיל של שילדת-הטנק על-ידי מיתלה

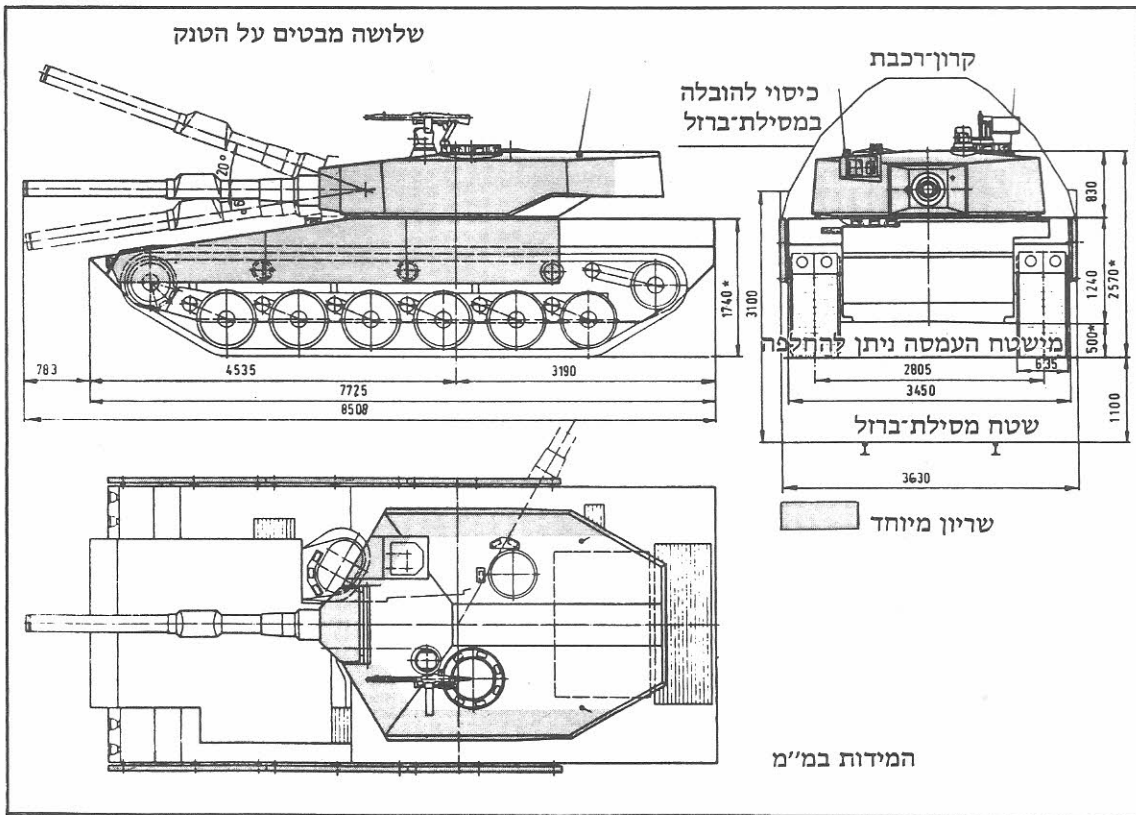
הידרופנימטי בעת תנועה בשטח, תורמים גם הם לדיוק אשו של תותח-הטנק. אולם העיקר הוא הטען האוטומטי בתנאי שמסופקת לתותח תחמושת אמינה ובלא הפרעה, שאפילו בעת ירי תוך כדי תנועה בשטח, מבטיח בעקיבות את זמן-התגובה הקצר שהוא חיוני, אם מתכוונים שהטנק ימלא את התפקיד שהועמד בפניו. בעקבות מחקרים שנערכו עד היום, על-ידי "קונטרבס", הזמן החולף מרגע שמפקד ה-NKPZ זיהה את המטרה בכוונת שלו והגדיר אותן לתותחן, עד לרגע שבו נורה הכדור הראשון - מסתכם בשש שניות [בהנחה שהתותח מחייב צידוד עד 30 מעלות] או בארבעה שניות [אם דרושים רק תיקונים קלים בכינון]. בהתאם לסוג התחמושת, יהיה ניתן לירות את הכדור הבא - כבר אחרי 3 או 4-5 שניות.

● הגנת שריון

הגנת שריון של NKPZ "שהיא טובה מן הממוצעת" נגד אש אויב (כפי ש"קונטרבס" מביעה זאת) נובעת מצורתו המבנית הכללית של תכנון הטנק ומתכונותיו המיוחדות של שריון-הטנק. גורמי התיכנון התורמים רבות להישר-

נתונים טכניים של ה-NKPZ

ציוד כינון ותצפית:		מידות:	
חשמלית הידרולית	מערכת כינון תותח	אורך כולל, הקנה בשעה 12.00	8,508 מ"מ
כוונת פריסקופית היקפית עם קודאיה מיוצב.	מפקד	אורך התובה	7,725 מ"מ
ששה גושי זכוכית תצפית	תותחן	רוחב עם לוחות-מגן/בלי לוחות מגן	3,630/3,450 מ"מ
כוונת מסתובבת בתחום זווית מוגבל, עם קו ראייה מיוצב, מדיטווח ליזר וכונת הדמאה תרמית; שלושה גושי זכוכית לתצפית; טלסקופ כיוון לשעת-חירום. שלושה גושי זכוכית לתצפית; גוש מרכזי שניתן להחלפה על-ידי מגבר-אור כוכבים לנהיגה בלילה.		הגובה עד גג הצריח	2,570 מ"מ
דיול במבנה "V", ארבעה מהלכים עם שתי שורות צילינדרים הנטויות בזווית 120°, טורבו-מחדס ומניפת-קירור המונעים על-ידי גז-פליטה		(מרווח קרקע של 500 מ"מ)	
990 קילוטר		הגובה עד הקצה העליון של התובה	1,740 מ"מ
זאור, שוויצריה		(מרווח קרקע של 500 מ"מ)	
ממסרת-הילוכים והיגוי-אוטומטית		מרווח קרקע (ניתן לכוונון)	150-500 מ"מ
וינטר-תור		רוחב זחל-טנק	2,805 מ"מ
4 למנים, 4 לאחור		משקלות, וכ"י:	
1:16		משקל ערוך לקרב	50 טונות
חברת FFA		יחס הספק למשקל	20 קילוטר/טונה (27.2 כ"ס/טונה)
6 בכל צד		לחץ קרקע ביצועים:	$\leq 9 \text{ N/cm}^2$
3 בכל צד		מהירות מקסימלית בכביש/שטח	$< 65/60 \text{ קמ"ש}$
635 מ"מ		טווח פעולה בשטח	300 ק"מ
הידרופנימטי		שיפוע מקסימלי	35 מעלות
400 מ"מ		נטיה מקסימלית לצד	30 מעלות
הידרוליים, משכך אחד לכל יחידת-מיתלה		עומק צליחה	1.4 מטר
		מעבר מים עמוקים (עם הכנה)	2.5 מטר
		חימוש:	
		תותח	תותח חלקי-קדח 120 מ"מ מתוצרת "ריינמטל"
		תחמושת בהחסנה לתותח	50 כדורים (אנרגיה קינטית, רב שימושי)
		מקלע מקביל	7.5 מ"מ
		מקלע מפקד	7.5 מ"מ מותקן על טבעת
		תחמושת למקלעים	5,000 כדורים בצריח
		מדוכות-עשן	12 דגם 80



יהיה להובילו בכביש (על גבי מוביל-טנק נמוך-משטח) או במסילת-ברזל לאחר הסרת לוחות-המגן. הצורך בהובלת הטנק במסילת-ברזל יתעורר, רק בהיעדר תעבורה מסודרת. ה-NKPZ יהיה מסוגל לנוע דרך מים עד לעומק של 2.5 מטרים. בעזרת ציוד לצליחת מים עמור קים, שיופעל ממושב הנהג. ציוד זה כולל מפעילים ומדפים לסגירת פתחים חיצוניים, ליניקת-אוויר מהמנוע אל תוך הצריח ולהפסקת פעולתם של מאווררי-הרדיאטור.

● מערכת-הסעה

מערכת ההסעה החדשה של ה-NKPZ כוללת זחלים, שרוחב כל אחד מהם 635 מ"מ (זחלי נ.א.ט.ו. תקניים); ששה גלגלי מרכוב כפולים בכל צד, הקבועים על זרועות נפה נגררות; שלושה גלגלי-תמך כפולים בכל צד; מותחן-זחל הידראול-יים; יחידות-מיתלה הידרופנימטי, המאפשרות תנועה גדולה לגלגל מרכוב ומשככי-זעזועים הידראוליים. את מרווח-ההקרקע ניתן לכוונן בין 150 ל-500 מ"מ.

חברת FFA, האחראית לפיתוחה של מערכת הסעה, מפתחת כיום זחל בשביל ה-NKPZ שרוחבו 635 מ"מ. הזחל שפורח על-ידי חברת "דיהל" בשביל הטנק

כך התפוצצות, שנועדה להגן על הצוות – אם ייפגע הטנק. הבחירה היא בין מערכות שפותחו על-ידי החברות "יוז" ו"ספקטרוניקס".

● תמרון

כושר התמרון של ה-NKPZ בשטח יהיה, לפי הערכת "קונטרבס", מעולה מזה של טנקים מקבילים כגון T-72, MX-1 ורליאופרד 2. הסיבות לכך הן אלה: מערכת מיתלה ההידרופנימי החדשה של ה-NKPZ מצטיינת במהלך גלגל מרכוב גבוה וכושר ספיגה של עומסים גדולים. ההיגוי הרציף שהוא גם הידרוסטטי וגם הידרודינמי – משפר את כושר-הסיבוב. היחס הגבוה בין הספק לבין מישקל בשיעור 20 קילוואט לטונה, בצירוף ממסרת ההינע וההיגוי האוטומטית, מאפשרים את התאוצה המשכנעת והמהירות המקסימלית הגבוהה של הטנק, אפילו בשטח גלי. לבסוף, מיקומו של הנהג בסמוך למרכז הכובד של הטנק.

ה-NKPZ מתוכנן להגיע למהירות גבוהה ורצופה בכביש, בשיעור למעלה מ-60 קמ"ש וכן לטווח-פעולה של 300 ק"מ, טווח ההולם יפה את תנאי-שוויצריה. רוחב התובה הוא באופן מוחשי גדול בהרבה מרוחבו של ה"פנצ'ר 68" השוויצרי. אולם, למרות רוחבו, אפשר

דות הטנק, הם השיפוע השטחי מאד של לוח השיפוע המשוריין והצריח הקטן, וכן השימוש העקבי בטכניקות-בנייה של "הפרדת תאים". נקודת-המבט הזאת רומזת שתא-הצוות מופרד לחלוטין מהמחסנים וממכלי-הדלק באמצעות מחיצות. יתר על כן, כל התחמושת לתותח והדלק מאוחסנים בתאים נפרדים, בחלק האחורי של הטנק, ואפילו חלקו האחורי של הצריח מופרד ממדור הצוות הרחק קדימה.

נוסף לכך, מיקומה של מערכת ההנעה בחזית התובה, יחד עם ממסרת ההינע וההיגוי ומחולל זרם-העזר, מגבירים באופן ממשי את הגנת הצוות בפני אש חזיתית. קביעתו של המנוע מלפנים חסכה אפילו, את השימוש בשריון מיוחד בחזית התובה. לכן משתמשים בשריון מיוחד רק כדי להבטיח הגנה נוספת בחזית ובצדדים של הצריח, ובצורה של לוחות-מגן ["פלטות בזוקה"] לאורך שני צדי-התובה. לפי "קונטרבס", ניתן להחליף את השריון המיוחד המוסף בלי קושי מיוחד יחסית – אם הוא ניזוק. לא הוחלט עדיין באיזה שריון ישתמשו. מובאים בחשבון השריון המיוחד הבריטי – קוב-הם – השריון המפותח על-ידי חברת KAW בשוויצריה.

עומדים להתקין מערכת-כיבוי אש ושי-

דקיק. שני המסננים קבועים במקומות נוחים לגישה, על חלקו העליון של המנוע וההשגחה על פעולתם – נעשית אוטומטית. בידוד יעיל ותנועת אוויר הסינון בתוך תא המנוע מונעים חימום יתר של דפנות תא המנוע. השפעת האוויר החם העולה מהמנוע המותקן מלפנים, על כושר הראייה של הצוות, נחקרה במהלך הניסויים ו"קונטרבס" סבורה כי "יש לכך רק השפעה שולית" על סיכויי הפגיעה. החום הנוצר על-ידי המנוע הראשי מורחק ממי-הקירור על-ידי שני רדיאטורים, הקבועים בקטע האחורי של הטנק, שאורורם לאטמוספירה נעשה על-ידי מאווררים המבוקרים על-ידי וסתייחום, המופעלים הידרוסטטית. צינורות המים ההידרוליים למערכת הקירור, העוברים לאורך הכתף השמאלית של התובה, מקבלים את קירורם על-ידי אוויר-הסינון שבתא המנוע.

בלם-השירות הנו למעשה צירוף של בלם דיסקי ושל בלם-האטה ופועל בשני הכיוונים של התנועה. כן משמש הבלם הדיסקי כבלם-חנייה. החום הנוצר על-ידי בלם-ההאטה עובר אל תוך השמן בתיבת-ההילוכים ומורחק החוצה מהצד האחורי של הטנק באמצעות מערכת-הקירור.

מתוך: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW

ערוך לקרב היה אז רק 43 טונות) והגיע כמעט להספק הדרוש של 83 קילוואט (113 כוחות-סוס) לצילינדר. מנוע זה פותח על-ידי מפעל זאורר כהשקעה פרטית לחלוטין והצטיין בטכניקות מיוחדות של טעינת-גידוש (בעזרת תהודת-פליטה) ובמומנט-פיתול גדול והולך באופן תלול, בתחום הנמוך של סיבובי-המנוע.

ממסרת ההילוכים וההיגוי היא בעלת ארבעה הילוכים קדמיים וארבעה אחוריים שבה ההיגוי ההידרוסטטי רציף וממיר-מומנט עם מצמד-עקיפה.

מנוע-העזר (גולף-דיזל של פולקסוואגן) מניע אלטרנטור תלת-פזי, המספק די כוח כדי להפעיל את מערכת-הנשק, כאשר המנוע הראשי מדומם. האלטרנטור, המונע על-ידי תיבת-הילוכים מודולרית, מפעיל גם את המערכת לחימום מוקדם של מי-הקירור במנוע (משתמשים בה להתנעת המנוע בקור) וטוען את המצב-רים התקניים הקבועים בקטע האחורי של הטנק. פעולה שקטה מאד ומתן אפשרות לטנק שאינו בתנועה לפעול, בלי שייאלץ ליצור כמות גדולה של עשן-פליטה או קרינה תת-אדומה, הם מיתרונותיו הטקטיים החשובים של מנוע-העזר. נוסף לכך, אפשר לבצע אימונים במחיר זול יותר ולגרום לזיהום אוויר מועט, מאשר עם המנוע הראשי הגדול.

מערכת-סינון האוויר להספקת אוויר נקי למנוע, כוללת מסנן ציקלוני לשיקוע חלקיקים גסים ומסנן-נייר לשיקוע אבק

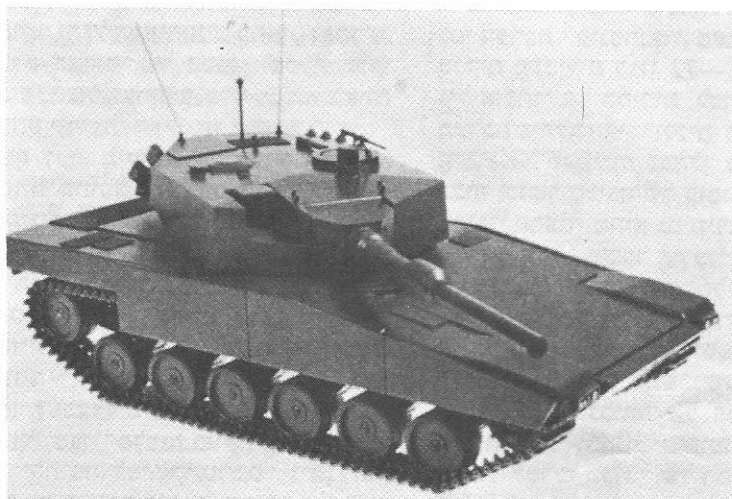
"לאופרד 2" – נשמר כברירה אפשרית. ההחלטה על העדפת מיתלה הידרופנימטי על המיתלה מוט-הפיתול המקובל, מעניי-קה ל-NKPZ מספר יתרונות חשובים. ראשית, כושר העומס הגבוה של יחידות המיתלה ההידרופנימטי הביא לידי כך, שניתן היה לוותר על זוג של גלגל מרכוב מכל צד. שנית, התנועה של גלגל המרכוב גדולה יותר. שלישית, ניתן לנצל ביעילות גדולה יותר את פנים-התובה, גורם המקל גם הוא על תיכנון משפחה של טנקים. לבסוף, הסרתן של יחידות מיתלה ניווקות, נעשית פשוטה יותר, לצורך שיפור מקסימלי של תכונות-נהיגה.

תנודות-הטנק מוחלשות על-ידי משככים הידראוליים, כאשר הללו משתלבים תוך כדי פעולה בתוך מערכת המיתלה, אך הם מותקנים באופן נפרד. שלא כבמבנה המיתלה ההידרופנימטי הקודם, שיש בו שסתומי משככים פנימיים, הרי המערכת שנבחרה בשבילה-NKPZ, יכולה להת-גבר לדעת "קונטרבס", על בעיית המא-מץ התרמי. יתרונותיהם של משככים הידראוליים על משככי-חיכוך – תגובה רכה, עומס ועזועים נמוך ופיזור חום בלתי-מסוכן – בכל זאת עדיין נשמרים. מערכת-ההסעה של ה-NKPZ תוכננה מראשיתה בשביל משקל-ברוטו, הגבוה ב-5 טונות (55 טונות במקום 50 טונות) כדי לספק את פוטנציאל הגידול, העשוי להידרש בעקבות שיפורים שיבואו לאחר מכן, כגון התקנת לוחות-שריון נוספים, ניסויים שערך בית-החרושת הפדרלי לחימוש למשך זמן מסוים בתובת-הניסוי מדגם "פנצר 61", שהיתה מצויידת במיתלה הידרופנימטי, הביאו לידי תוצ-אות מעוררות-תקווה. בדעת המתכננים להשתמש באחד הטנקים הישנים מדגם "סנטוריון", כדי לבחון את מערכת המיתלה ההידרופנימטי. מבחנים אלה התחלתם נועדה לסוף שנת 1980.

● חטיבת הכח

יחידת-ההנעה קבועה בחזית התובה והיא תכלול מנוע-דיזל בעל ארבעה מהלכים ו-12 צילינדרים עם טורבו-מחדס ומניפת-קירור המונעים על-ידי גזי-פליטה. מערכת-ההיגוי וההילוכים האוטומטית קבועה מהצד בחזית המנוע ומנוע-העזר (דיזל) קבוע בצד ימין של המנוע הראשי.

מפעל-זאורר השוויצרי כבר מפעיל זה זמן-מה גירסה בת 8 צילינדרים של המנוע הזה על מיתקן-ניסויים. היא פות-חה בהתחלה בשביל ה-NKPZ (שמסקלו

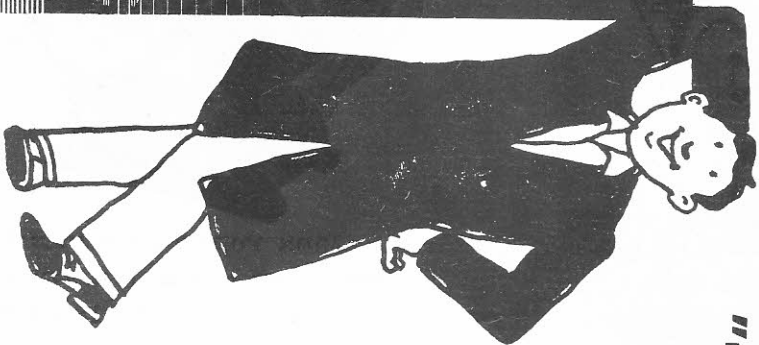
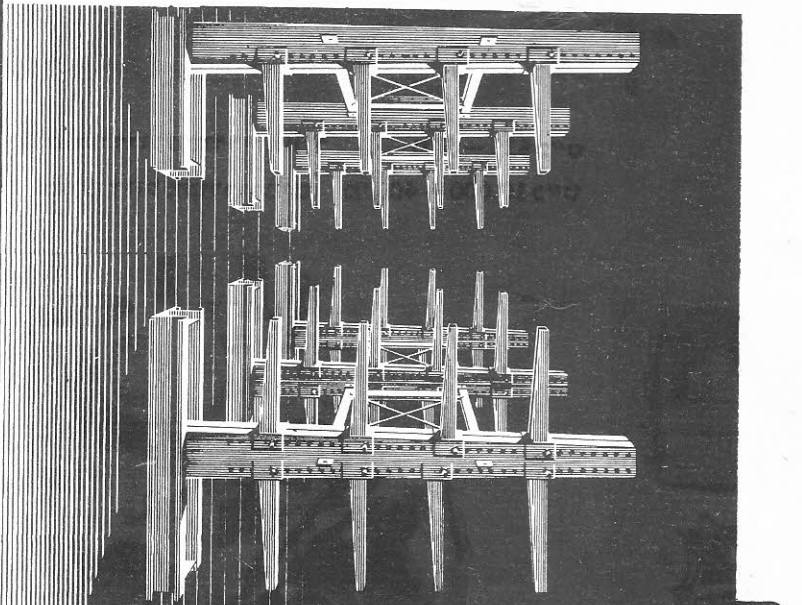


3) דגם של ה-NKPZ המראה בבירור את כוונת-התותחן (בצד שמאל בצירוף) עם החלון בשביל כוונת ההדמאה-התרמית (שמאל) וכוונת-היום (ימין). המכסה המלבני מאחורי מדף-התותחן בצד האחורי של הצריח, מאפשר גישה אל אלקטרוניקת בקרת-האש הסיפרתית. בצדו הימני חישן-הרוח ומשגר רקטות התאורה "לייזר". בחזית של המשגר-לייזר מדף-המפקד עם המקלע של 7.5 מ"מ והכוונת הפריסקופית ההיקפית. יש שלושה לוחות-מגן נפרדים בכל צד של הטנק, הבנויים משריון מיוחד ואפשר להסירם לצורך הובלת-הטנק.



ככל שבבעיות האיחסון שלך נעשות ארוכות יותר...

...אתה זקוק יותר ל"קונטיינר"



צ'לצ'ל עכשיו
תל-אביב טל' 03-776011/2
חיפה טל' 04-514664

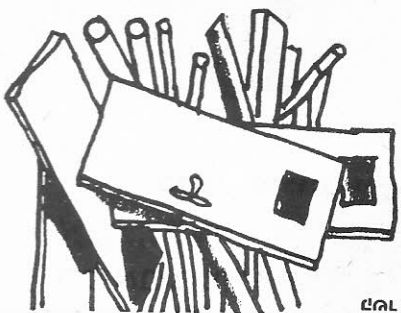
כיום ניתן להשיג גם בישראל מערכת קונטיליבר אמרניה המיוצרת עפ"י הסכמי ידע בלעדית עם חברת הענק האמריקאית PALMER SHILE מערכת קונטיליבר של מורדומיט מיוצרת לאחסון צנורות, קורות, לוחות מחבת, משטחי עץ ופורמייקה ושאר פריטים שאורכם רב.

- 1. פריטים: ההרכבה והפירוק קלים ומהירים. המפלסים ניתנים לשינוי מיידי לפי צרכיך, וניצול שטח האיחסון על כל מפלס הינו מקסימאלי.
- 2. תכונות: ניתן להעמיס עד 100 טון לכל עמוד 3.5 טון לכל זרוע - הרבה מעבר למקובל בכל מערכת אחרת בישראל.
- 3. המחיר הכולל: ייצוע תכנית מפורטת על ידי מומחי מורדומיט לניצולת מסמילית של שטח ההחסנה שלך.
- 4. ייעוץ לגבי שיטות יעילות לניהול ורישום מלאי בעסקך שררת מוזיר ויעיל בנוסח אמריקה.



בני ברק: רח' מחתומית 8

מערכות אחסנה נוספות של "מורדומיט": אקרומיט 88 - עד 5 טון על כל משטח. אקרוקיל - עד 350 ק"ג על כל משטח. סופאסילוט - עד 100 ק"ג על כל משטח. לוחות מוצרים. שררת עצמי - לתצוגת מוצרים.



חומש נראש

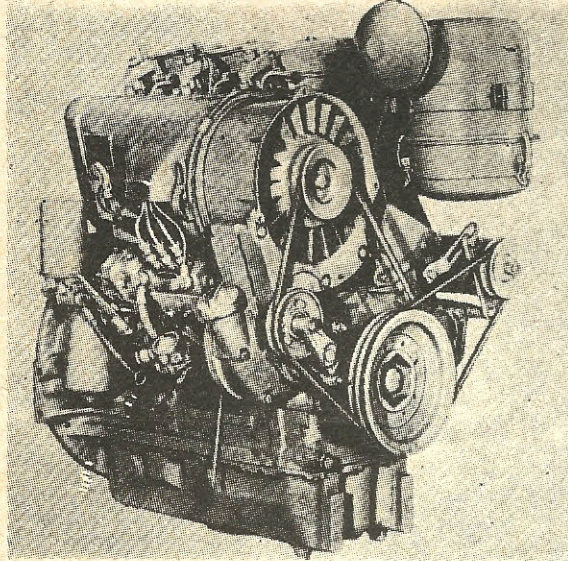
אין פחדות מדי מקום, רק פחדות מדי מירומיט.



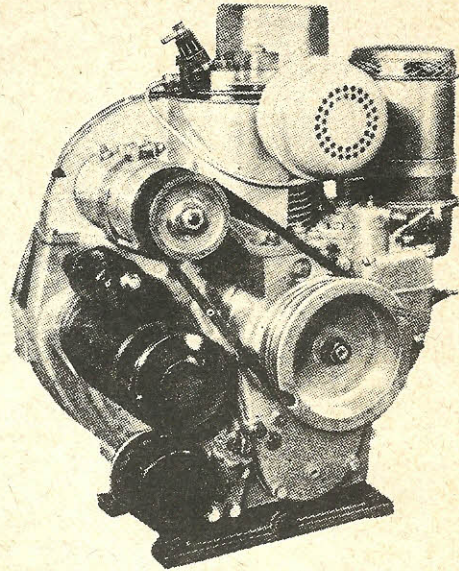
DEUTZ

מנועי דיזל "דויטץ"

מנועי דיזל מקוררי-אוויר מ-3 — 525 כ"ס
מנועי דיזל מקוררי-מים מ-400 — 10,000 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—15 כ"ס, 1,500—3,600 סל"ד



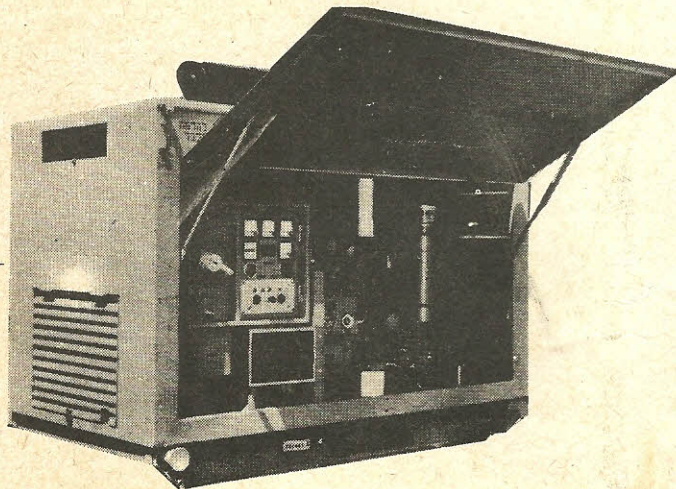
דיזלגנרטורים ואלטרנטורים

מ-2 עד 8000 KVA

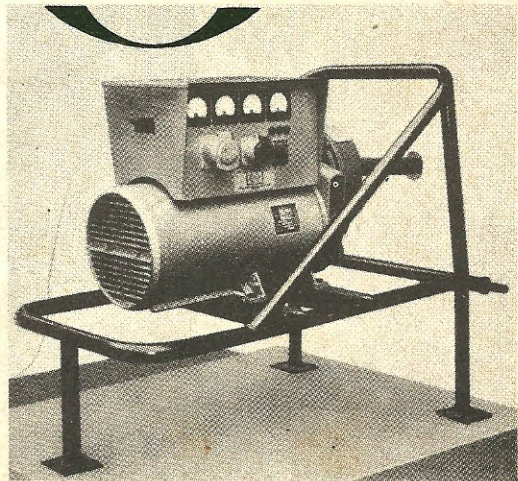
A. van Kaick

SMG

הצעה מיוחדת



דיזלגנרטור 30 KVA עם חופה



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

מלאי, שירות, יעוץ, חלפים, אחריות

אמקול חברה להנדסה ולתעשייה בע"מ

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