



מרץ 1971

גליון מס' 22

מערכות שריון

מערכות שריון



בטאון גייסות השריון

"יד לשריון" בלטרון

מרכז מידע

85
111-22
22-
471-2

סיגל

העורך: רס"נ י. זיסקינד

עיצוב גרפי: י. יורש

המערכת:

אל"מ מרדכי • אל"מ אברהם

סג"מ גדעון • יהושע קנז

מס' פריט: 2-471

כתובת המערכת: ד. צ. 1333, צה"ל

תוכן העינים

4	טנק המערכה M-60-A1	עיבד סרן דרור
10	מנועים לטנקים	רס"נ שאול
16	מימד חדש לשריון	רס"נ א. פ.
20	קרב הציד	אל"מ (מיל) ד"ר יהודה ואלך
24	דווינה	תמרון סובייטי רחב-היקף
27	תותח או טיל	פ. שופן
31	מערכת אש מיוצבת בטנק	
35	שנה לפטירתו של לידל הארט	אל"מ (מיל) י. ו.
36	קצין הקשר בשריון	סא"ל פינייה
38	רכב לכל שטח	סג"מ גדעון
41	שריון והישרדות	ר. מ. אונרקביץ
46	לקט ידיעות	

מערכות

בית ההוצאה של צבא הגנה לישראל

עורך ראשי: אל"מ גרשון ריבלין
 סגן עורך ראשי: סא"ל צבי סיני
 צוות המערכת: סא"ל ל' מרחב, סא"ל מ' ברימר, א' גולדברסט
 מערכות המערכת: מרים דרורי
 מערכות-חימוש: קצין-עריכה רס"ג ס' עמית
 מערכות-פלט: קצין-עריכה סא"ל א' טנא
 מערכות-יים: קצין-עריכה רס"ג מ' שפיר
 קשר ואלקטרוניקה: קצין-עריכה סא"ל מהנדס י' בעל"ש

גליון מס' 22 . מרץ 1971

הודפס באמצעות משרד הבטחון; ההוצאה לאור. מפעלי דפוס פלאי בע"מ

טנק מערכה

M-60-A1

עיבוד סרן דרוו

* הערת המערכת: המאמר מהווה עיבוד של חומר שפורסם במקורות אמריקאיים.

הטנק M-60-A1 הוא דגם נוסף במשפחת טנקי הפטון של צבא ארה"ב. הראשון בסידרה ארוכה זו היה הטנק M-26 (ג'נרל פרשינג) שפותח לקראת סוף מלחמת-העולם השנייה. היה זה הטנק האמריקאי הראשון, שבו השתמשו בתיבת-הילוכים אוטומטית ובמזקרים המבוסס על מוטות פיתול. לאחר מלחמת-העולם השנייה נשארו טנקים אלו ללא שימוש. בפרוץ מלחמת קוריאה יצאו טנקים אלה לקרב, אך עד מהרה הסתבר כי הם נחותים לעומת טנקי T-34 שהיו בשרות הצפון-קוריאנים, וניתנה תנופה רבה לפיתוח הטנקים האמריקאים. לאחר שיפור בחטיבת הכוח ניתן שם חדש לטנק — M-46. בעוד המלחמה בעיצומה, פיתחו האמריקאים מד-טוח סטריאוסקופי ששולב בפיתוחו של צריח חדש לטנק M-46. התוצאה המוגמרת כונתה — M-47.

הנושא העיקרי שהעסיק את האמריקאים בפיתוח דגם הטנק הבא היה יעול הגנת השריון האפקטיבית של הטנק. נושא זה מצא את ביטויו בטנק M-48, שפותח במחצית שנות החמישים. צורתו החיצונית של טנק זה היתה שונה עקרונית מצורתם החיצונית של הטנקים שנוצרו לפניו. השוני התבטא בתובה בעלת מבנה אליפסואידי ובצריח מעוגל. כבסיס למערכת האוטומטיבית שימשה עדיין חטיבת הכוח של ה-M-47, אולם בכל שאר המערכות נעשו שיפורים ניכרים. הטנק M-48 נמצא כיום בשרות צבא ירדן ובשרות צבאותיהן של מדינות רבות אחרות. נפרט בקצרה את תכונות ה-M-48 כבסיס להשוואה לדגמי הפטון המאוחרים:



הטנק M-47
עם תותח 90 מ"מ.



M-60-A1



הטנק M-60-A1E1, צריח חדש על תובה ומזקי"ם של M-60. הטנק M-60-A1E2 מורכב מאותו צריח ומתובה ומזקי"ם של M-60-A1.



צילום מס' 1

מנוע

ה-M48 מצויד במנוע בנוי מקורר-אוויר, מתוצרת קונטיננטל. למנוע 12 צילינדרים והוא מפתח 810 כ"ס ב-2800 סל"ד.

תיבת הילוכים

המנוע מחובר בחטיבה אחת לתיבת-ההילוכים (ממסרת) מתוצרת אליסון. לממסרת האוטומטית שני תחומי הילוכים לפניים ותחום אחד לאחור. לאחר יצור כמה מאות טנקים מטיפוס M-48, החליטו האמריקאים לשפר את יכולתו של המפקד לחוס במדפים סגורים. לפיכך, הוסיפו לטנק כיפת-מפקד סגורה (צריחון) הכוללת עריסת מקלע 0.5 ומאפשרת הפעלת המקלע מבפנים.

הוספת הצריחון הביאה תוספת לשם הטנק, והוא כונה M-48-A1. מגרעתו העיקרית של הטנק M-48-A1 היא טווח הלחימה הקצר, חמש שעות מנוע בלבד. המתכננים הבחינו מהר מאד במגבלה זו, ושקדו על פיתוח דגם חדש, שבו יתוקן החסרון הזה. בדגם החדש M-48-A2 הוגבה חלקה האחורי של התובה, הוכנס מנוע בנוי חדיש בעל מערכת הזרקה דלק והוגדלה קיבולת הדלק ל-1270 ליטר לערך. שיפורים אלה הקנו לטנק משך נסיעה של 10 שעות ומהירות מירבית של 51 קמ"ש.

M-48 נתונים כלליים וביצועים

משקלו של ה-M48 ערוך לקרב 44.5 טונה, קיבולת מיכלי-הדלק 760 ליטר והם מאפשרים לטנק טווח נסיעה של כחמש שעות במהירות מירבית של 45 קמ"ש. הטנק מטפס על שיפועים בני 31°, צולח מכשול מים עד עומק 120 סנטימטר ללא הכנות מיוחדות, מטפס על מדרגה בגובה 90 סנטימטר וחוצה תעלה ברוחב 2.6 מטר. חימוש — ה-M48 חמוש בתותח בן 90 מילימטר, אוטומטי-למחצה. בטנק התקנו אחסון ל-60 כדורי תותח. החימוש המשני הוא מקלע 0.5, המותקן על כיפת המפקד ומקלע מקביל 0.3, צידוד התותח והגבהתו נעשים עלידי מערכת הידראולית.

מערכת כינון ותצפית

מערכת הכינון הראשית כוללת מדי-טווח סטריאוסקופי, מחשב בליסטי ופריטלסקופ תותחן. אמצעי כינון מישני לתותח — טלסקופ המשונת בשינוט בליסטי. לנהג מערכת אפיקוסים לתצפית בעת נהיגה במדף סגור ואפשרות תצפית בלילה במערכת הכוללת פנסים ופריסקופ א"א.

עוצמת אש

עוצמת האש של טנק נקבעת על-פי שלוש התכונות הבאות –

- דיוק;
- יכולת ההשמדה;
- מהירות התפעול.

הדיוק בעוצמת האש של הטנק M-60-A1 מושג בעזרת תותח בעל קליבר 105 מילימטר. תותח זה הוא שכלול של התותח הבריטי L7A3 וזהו ברוב תכונותיו לתותחים המותקנים בטנק הצנטוריון הבריטי, הליאופרד הגרמני, ה-S השבדי, הטנק היפני החדש ועוד. לתותח מהירות לוע גבוהה מאד ודיוק רב. ציור מס' 2 מדגים את דיוק הרב של התותח במיקבץ, שנורה אל מטרת איפוס בטווח 1200 מטר. מיקבץ זה נורה מטנק M-60-A1 בצבא ארה"ב, בהצגת ירי בביה"ס לשריון בפורט-נוקס. הירי בוצע מטנק שעמד בעמדת המתנה, נע לעמדת אש, עצר וירה מיד. בירי במהירויות-הלוע הגבוהות, המאפיינות תותח זה, שינוי טווח כדי 100 מטר משנה את זווית ההגבהה בפחות מ-1/2 אלפית. בטווח 1000 מטר, 1/2 אלפית שווה ל-1/2 מטר; וכך, סטייה של 100 מטר בטווח האמור תשיג פגיעה ודאית כמעט במטרת טנק או מטרת צריח.

התותח מצויד בתחמושת מגוונת, המאפשרת השמדת כל סוג מטרה אשר בה ניתן להתקל בשדה הקרב (ראה ציור מס' 3). לטנק שני סוגי תחמושת נ"ט: חודר-שריון המשיג חדירה ע"י שימוש באנרגיה קינטית, ומיסען חלול, המשיג חדירה על-ידי שימוש באנרגיה כימית. לפי עקרון המיסען הצורתית, שני סוגי תחמושת נ"ט אלה משלימים זה את זה ומקנים יעילות קושלמת בהעסקת מטרות שריון. טיילי חודר-שריון והמיסען החלול חודר-רים טנקים רוסיים בינוניים בטווח 2,000 מטר, וכדורי המיסען החלול חודרים את השריון החזיתי של הטנק הסובייטי T-10. כתחמושת נפוצה נגד חי"ר משמשים כדורי המעיך של הטנק, היכולים לשמש גם להעסקת מטרות שריון. רסיסי המיפצל, הנוצר בחלקה הפנימי של המטרה המשוריינת עם פגיעת כדור המעיך, משפיעים באורח הרסני על הצוות והמכללים העדינים של המטרה. תחמושת הזרחן של הטנק משמשת לפעולות מיסוך ולהעסקת מטרות חי"ר. שיפורים שבוצעו לאחרונה בתחמושת הקטינו במידה רבה את בלאי הקנה ואת כמות העשן בעת הירי. מהירות התפעול של עוצמת האש מתבטאת במהירות הירי של הכדור הראשון, הזמן הדרוש לתיקוני-אש וירי הכדור השני, וכן היכולת להעסיק כמה מטרות, במקרה של נחיתות מספרית בשדה הקרב, בטנק M-60-A1 הותקנה מערכת כינון וירי משוכללת, המאפשרת ניצול מירבי של מעלות התותח והתחמושת. (ציור 4). יתרונותיה העיקריים של המערכת הם:

- מד טווח קואינצידנטי M-17-A1;
- מחשב בליסטי-מכני M-13-A2;
- מעביר זווית הגבהה;
- הינע בליסטי M-10-A5;
- פריטלסקופ תותחן M-32.

כמרכן, שופרה מערכת הציוד ההידראולית ונוסף לה מעביר זווית הגבהה, המעביר לתותח באופן אוטומטי את זווית ההגבהה שחושבה על-ידי המחשב הבליסטי.

בדגם הבא, M-48-A2C, הושם דגש על שכלולן של המערכות האופטיות. עקב-אכילס של מערכות אלו היה מדה-טווח הסטרי-אוסקופי, המצריך אימון רב. מד הטווח הוחלף במד טווח חדש – קואינצידנטי – הפועל לפי עקרון ההתלכדות. מד טווח זה הוא קל ונוח לתפעול ודומה בעקרון-הפעלתו לעקרון מדידת הטווח במצלמות 35 מילימטר לגילות. שיטת שינוי המכשירים האופטיים הוחלפה לשיטה המטרית וכן שונו כמעט כל מכשירי התצפית בטנק.

M-60

טנק המערכה העיקרי החדש של צבא ארה"ב לשנות השישים היה הטנק M-60. לטנק מנע דיוול שאלה יתרונותיו:

- נצילות גבוהה וצריכת דלק נמוכה.
- מבנה פשוט ומסיבי.
- אחזקה נוחה וסבילה.
- מיעוט סכנת התלקחות.
- גזי פליטה קרים יותר – הקטנת סיכויי הגילוי באמצעי א"א.

עוד שיפור חשוב היה הכנסת תותח בן 105 מילימטר. לטנק תובה ישרה בחזית, להבדיל מהחזית המעוגלת של הטנקים מסדרת M-48, הצריח זהה במבנהו לצריח של טנקי M-48, פרט לתותח החדש. בטנק שיפורים רבים אחרים: האמריקאים מונים בטנק זה 50 שינויים ושיפורים במכללים העיקריים, לעומת הסדרה הקודמת.

M-60 היה הראשון בסדרת הטנקים של שנות השישים, וב-מקביל להכנסתו לשרות, עסקו האמריקאים בפיתוח דגם חדש M-60-A1, בהתאם למסורת, גם טנק זה הוא שיפור של ה-M-60, כאשר השיפור הבסיסי מבחינה חיצונית הוא צריח חדש בעל מבנה בליסטי משופר, שהותאם במיוחד לתותח בעל קליבר 105 מילימטר. בטנק עוד כמה חידושים ושיפורים, שעליהם נעמוד בהמשך. עם הכנסת טנקי M-60 ו-M-60-A1 למערך, נותרה בידי צבא ארה"ב כמות עצומה של טנקים מדגם M-48-A1. כדי למצוא שימוש לטנקים אלה, פיתחו מהם האמריקאים את ה-M-48-A3, הוכנסו כמעט כל השיפורים שהוכנסו לטנק M-60 מלבד התותח שנשאר בעל קליבר 90 מילימטר. כיוון שטנק זה נכנס למערך לאחר שטנקי M-60 כבר היו בשרות תקופה די ממושכת, נכללו בפיתוח הדגם הסופי של טנקי M-48-A3 גם הלקחים שהופקו מתפעול טנקי M-60. יצוין, כי טנקים אלה משרתים עד היום בצבא ארה"ב ונטילים חלק פעיל במלחמת ויאטנאם.

עד כאן פרטים על כלל משפחת טנקי הפטון בצבא ארה"ב. נסקור בזה ביתר פירוט את תכונותיו של הטנק M-60-A1. כדי לדון בתכונותיו של טנק זה, בלא להרחיב יתר על המידה את היריעה, נבחון את הכלי משלוש נקודות-ראות עיקריות המשמשות כיום קנה-מידה להערכת טנקים: עוצמת אש; ניידות; הגנת שריון.

מד-הטווח מאפשר מדידת טווחים למטרות עד טווח 4400 מטר. המדידה נוחה ופשוטה ואינה מצריכה אימון רב. מד-הטווח מדויק מאד ובטווח 2000 מטר השגיאה האופטית אינה עולה על 25 מטר.

המחשב הבליסטי מקבל באופן מכני נתונים על טווח, סוג תחמושת ושעור בלאי קנה ומעבד אותם לזווית הגבהה. מעביר זווית ההגבהה מקבל את הנתונים מהמחשב ומגביה את התותח באופן אוטומטי, ללא תפעול התותחן. ההינע הבליסטי מקבל גם את נתוני זווית ההגבהה ודואג לכך שהפריטלסקופ ומד-הטווח ישארו בזווית ראייה, למרות תנועתו של התותח. פריטלסקופ התותחן מגדיל פי-שמונה. במערכת העינית מותקן ציור פני עדשה ללא שינוי בליסטי המאפשר כינון נוח למטרה. יעילותה של מערכת הירי הראשית מתבטאת בכך, שעם זיהוי מטרה, על המפקד למדוד טווח; התותחן מציב לפי פקדת המפקד סוג תחמושת מתאים במחשב והתותח מקבל באופן אוטומטי את זווית ההגבהה, ללא כל פעולה נוספת של הצוות. לתותחן לא נותר אלא לסיים את תהליך הכינון ולירות אל המטרה. מערכת הציוד וההגבהה מקנה לתותחן שליטה מירבית על הצריח הכבד. אף שמהירות הציוד של הצריח היא 360° ב-16 שניות, ניתן לבצע גם תיקוני צידוד והגבהה מזערים לצורך כינון מדויק או מעקב אחרי מטרה נעה.

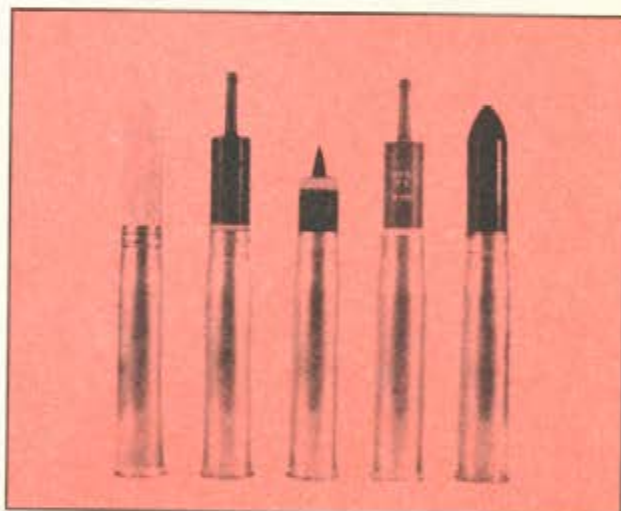
כאשר מערכת-הירי הראשית ניווקה, ניתן להפעיל את התותח ע"י מערכת-הירי המישנית המורכבת מטלסקופ פרקי M-105-D המגדיל אף הוא פי-שמונה, לטלסקופ ציור פני עדשה בעל שינוי בליסטי לפי סוג התחמושת. ניתן להחליף את ציור פני העדשה במהירות, בהתאם לסוג התחמושת המשמשת לירי. מערכת הירי הראשית מאפשרת תפעול הטנק ביום וגם בלילה. אמצעי הכינון התצפית המשוכללים של הטנק מאפשרים תצפית, כינון וירי באור א"א.

טנקים M-60-A1 חדישים יצוידו במערכת-ירי חדישה, המורכבת ממחשב בליסטי M-16 ופריטלסקופ תותחן M-35. המחשב הוא מדגם משוכלל וחדש, והנתונים שהוא מעביר לתותח כוללים תיקונים אוטומטיים לבלאי הקנה על-פי סוג התחמושת וכן תיקונים לסחרור, שיפוע צד, צניפה וכיפוף הקנה. כמו-כן מסוגל המחשב החדש לחשב את השינויים החלים בתיאום הכוונות ובאיפוס לכל סוג תחמושת, ולהעבירם למערכת הכינון. החימוש המישני של הטנק הוא מקלע מפקד ומקלע מקביל. הם בנויים בפשטות, ונוחים לתפעול, כונון, אחזקה וטעינה. במקלע עים אלה אין כונון הרחק-ראש-תחמיש (תיאום קנה) או כונון נקירה (תיאום ירי). המקלעים תוכננו במיוחד לטנקים — גופם קצר מאד ומאפשר החלפת-קנה מהירה. במקלע המקביל היו תופעות של מעצורי הזנה, שנפתרו עם פיתוח דגם חדש.

תופעה תמוהה ובלטת במערכות-הירי של טנק M-60-A1 היא חסרון מערכת-יצוב לתותח. האנגלים והאמריקאים החלו להשתמש במייצב לראשונה זמן קצר לאחר מלחמת-העולם השנייה. היתה זו מערכת-יצוב לציוד בלבד. אך בעוד הבריטים המשיכו לפתח ולשפר את המערכת וטנק הציפטיין הוא בעל יצוב להגבהה ולציוד, זנחו האמריקאים את הנושא. נראה שהסיבה העיקרית לכך טמונה במערכות המסובכות של המייצב, הדורשות טיפול ואחזקה רבים. בכל זאת, נראה שגם האמרי-

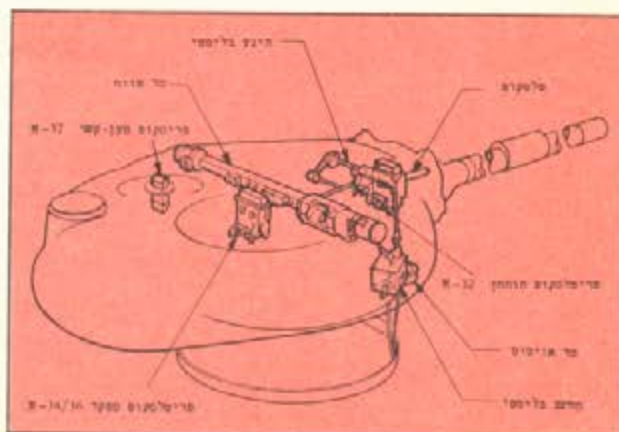


ציור מס' 2: מיקבץ שורה ע"י M-60-A1.



ציור מס' 3: סוגי תחמושת.

ציור מס' 4: מערכת כינון וירי.



מתקן למחקר תכונות רכב קרב משוריין

החלק המרכזי של המכשיר הוא מישטח, שניתן להניעו בתנועות סיבוביות סביב כל שלוש הצירים. וזאת, במהירות ותאוצות הקיימות במציאות, בטנק הנוסע בתנאים קשים ביותר. על המישטח אפשר להרכיב צריח טנק בעל תותח, עד למשקל כולל של 23 טונה; את התותח ניתן להפעיל תוך תנועה מן הצריח. בנפרד מן המישטח המתנועע, ובריחוק ממנו, נמצאת עמדת הבקרה של המפקח. משם מפעילים את המישטח, על-פי תכנית מוכנה, "סינתטית", או על-פי תנועת טנק אמיתי. כדי לאפשר את הפעלת המישטח על פי תנועה אמיתית נבנה בחברת "הוניול" מכשיר מדידה מיוחד, המהווה חלק חשוב של הסימולטור. מכשיר-מדידה זה, כאשר הוא מורכב בטנק הנוסע בשטח ללא-דרך, מקליט את כל התנועות, הסיבובים והנדנודים של הטנק על סרט מגנטי. הזנת סרט זה למיתקן הבקרה של הסימור לטור מעבירה את תנועת הטנק בשטח אל המישטח המתנועע הקבוע במקומו. כך מניסים את השכלולים החדשים בתחום יצוב כלי-נשק וכלי-תצפית בתנאים קרובים למציאות, אבל בלא הצורך לצאת לשטחי ניסוי נרחבים ומרוחקים. ניתן להשיג כך נתונים רבים בזמן קצר-ביחס, ומחשב סיפרתי, הנמצא במקום, מעבד נתונים אלה במהירות ויעילות. הגרמים והאמריקאים מקווים להשיג בעזרת מיתקן זה נתונים להשלמת מנגנוני היצוב לטנקים ליאופרד ומטון M-60, החסרים עד כה מנגנונים אלה. בנוסף לכך, ניתן לנצל את מתקן הדימוי למחקר-הנדסת-אנוש, לשם שכלולים נוספים בבניית רכב-קרב משוריין. התצלום מראה את "המישטח המתנועע הקבוע במקומו" בעת ניסוי בבית-החרושת.



כפי שראינו מצריך פיתוח מכשירי יצוב ניסויים רבים. הערכת התוצאות של ניסויים כאלה — כאשר הם נערכים על טנקים ממשיים הנעים בשדה — דורשת כסף רב ובמיוחד, זמן רב: לעתים חודשים רבים. על כן, עלולה להתעכב כל תכנית הפיתוח. מתוך כך, הוצע בגרמניה כבר בשנת 1964, לבנות מתקן דימוי (סימולטור) שיהיה עשוי לחזור על כל התנועות והנדנודים של הטנק הנוסע בשדה, ובאותה עת, יהיה אפשר להפעיל את התותח, כדי לירות אל מטרה. כל זה היה אמור להתבצע על עמדה קבועה במקום. ואמנם, התפרסמו לא-מכבר פרטים על המכשיר, שהורכב והופעל במרכז הניסוי של צבא גרמניה המערבית, ונודע בשם: "מישטח דימוי מתנועע קבוע במקום". הוא נבנה במשותף על-ידי החברה האמריקאית "הוניול" ושתי חברות גרמניות: "ריינמטל" ו"הדרומכניק".

השוואה בין טנקים חדישים

סוג הטנק	ארץ ייצור	קליבר תותח מ"מ	כמות כדורים	סעינה	מד" טווח	מייצב	משקל בטון	כח סוס	הספק סגולי כ"ס/ס"טון	מהירות על כביש בקמ"ש	טווח פעולה על כביש בק"מ	אורך (תותח לפנים) במטר	רוחב במטר	גובה במטר
M-60 A1	ארה"ב	105	63	ידנית	אופטי	אין	48	750	15.6	48	480	9.43	3.64	3.29
צ'יפטיין	בריטניה	120	53	ידנית	מקלע טווח	יש	52	700	13.4	40	400	10.92	3.51	2.82
AMX-30	צרפת	105	56	ידנית	אופטי	אין	36	720	20.0	65	600	9.50	3.10	2.85
ליאופרד	גרמניה	105	63	ידנית	אופטי	אין	40	830	20.7	65	600	9.56	3.25	2.38
STB	יפן	105	—	אוטומטית למחצה	לייזר	יש	38	750	19.7	51	—	—	3.20	2.24
טנק S	שבדיה	105	50	אוטומטית	אין	אין	37	490	13.2	50	400	8.80	3.40	2.14
T-55	בריה"מ	100	44	ידנית	אין	יש	36	560	15.5	55	450	9.20	3.28	2.40
T-62	בריה"מ	115	45	—	אין	יש	38	520	13.7	52	500	9.50	3.35	2.20

קאים נוכחו בחשיבותה של מערכת זו ואבות-הטיפוס של טנק העתיד שלהם XM-803 ו-M-60A1E2 מצוידים במערכת יצוב משוכללת.

ניידות

בעיני רבים מתורגם המונח ניידות למהירות ולהספק סגולי (יחס כח-סוס לטונה) בלבד. אכן, המהירות וההספק הסגולי חשובים לניידות, אך לא רק הם בלבד. מנקודת מבטו של המתכנן האמריקאי, נקבעו מרכיבי הניידות הדרושה על-פי תפקידו של הטנק בשדה-הקרב. לדעת המתכנן, לא המהירות היא הקובעת, אלא אפשרות הצוות לתפעל את הטנק בעת צליחת שטח קשה במהירות גבוהה. לפיכך, נדרשו מהטנק התכונות הבאות: אפשרות צליחת שטחים מגוונים והתגברות על מכשולים טבעיים ומלאכותיים, גמישות המזקרים, מרווח גחון מספיק, המאפשר תנועה בשטחים חוליים ובוציים, טווח פעולה גדול ללא תדלוק נוסף, אמינות המערכות האוטומטיביות, פשטות באחזקה וטיפול מועט.

ה-M-60A1 ממלא אחר דרישות אלו והוא זריו ובעל תכונות עבירות טובות. הלחץ הסגולי שלו על-פני הקרקע הוא נמוך — 0.776 ק"ג/סמ"ר ; מהירותו המירבית על כביש היא 48 קמ"ש ; הוא מטפס שיפוע של 31° ; הוא עובר תעלה ברוחב 2.6 מטר ומטפס על מדרגה בגובה 91 סנטימטר. הטנק צולח מכשול מים בעומק 1.22 מטר ללא הכנות מיוחדות, ובעזרת ערכת צליחה מיוחדת מגיע עומק הצליחה ל- 4.11 מטר. הטנק צולח את רוב סוגי הקרקעות ומסוגל לפעול בכל תנאי אקלים, טווח-הפעולה שלו על כביש הוא 480 קילומטר. האמריקאים מסתפקים בטווח-פעולה זה, מאחר שהגדלת טווח-הפעולה כרוכה בתוספת דלק, תוספת שריון המגן על המיכלים ועל כן תוספת משקל שתגרום להקטנת הניידות. ההספק הסגולי של ה-M-60A1 הוא 15.6 כ"ס/טונה , הספק זה נמוך מזה של הטנק M-48 — 18.8 כ"ס/טונה . פיצוי מסוים ליחס נמוך זה נתן המתכנן בהתקנת חטיבת-כוח, הכוללת נוסף למנוע הדיזל גם ממסרת משוכללת. הטנק M-60A1 הוא טנק בעל אמינות טכנית גבוהה מאד, בעיקר מבחינת המערכות האוטומטיביות. ניתן לנוע עם הטנק 6400 קילומטר ללא שיקום המערכות. האחזקה והטיפול בטנק קלים ונוחים, בעיקר נוכח התכונות הבאות:

- המכללים הדורשים טיפול, החלפה, או תיקון ניתנים לגישה נוחה.
- המכללים בנויים לטיפול, החלפה ותיקון בדרגי אחזקה ברמת הפלוגה והגדוד.
- הושם דגש על הקטנת כמות כלי-העבודה הספציפיים למינימום.
- קיימת אפשרות לבדיקת מערכות ומכללים ללא פרוקן או הוצאתן מהטנק.

בבדיקה סטטיסטית הסתבר שבאחזקה של הטנק M-60A1 לעומת האחזקה בטנקים M-48 מהסדרות השונות נחסכו 581 שעות עבודה לטנק לשנה או 12% ממאמץ-האחזקה הכללי.

הגנת שריון

הגנת השריון באה להבטיח את הישרדות הטנק בשדה הקרב. עם-זאת, חשוב שהטנק יהיה בעל צללית נמוכה ככל האפשר. ה-M-60A1 הוא טנק גבוה וגדול: גובהו 3.29 מטר; אורכו — כשהתותח לפניו — 9.43 מטר; רוחבו 3.64 מטר. ממדים אלה הם מגרעת רצינית, אך גישתם של האמריקאים להגנה מחייבת ממדים אלה. בין התכונות שנדרשו מהטנק היו הגנה בליסטית בחזית הטנק מפני תחמושת 100 מילימטר רוסיית; הגנה מוחלטת מפני תחמושת קלה (14.5 מילימטר) ורסיסים של פגזי ארטילריה. כמריכו, קבעו כי יש לאפשר למפקד הטנק להפעיל את מקלע המפקד במדפים סגורים. זה חייב התקנת צריחון שגובהו 52 סנטימטר מעל לגג הצריח. ממדי הטנק תלויים בתפוסתם של המכללים העיקריים: תותח, תחמושת, חטיבת-כוח וכמות הדלק. הקטנה של אחד המרכיבים האלה עשויה להקטין את ממדי הטנק, אך ודאי שתגרע מתכונותיו וכושרו בשדה-הקרב. כמריכו, תלויים ממדי הטנק במרחב הנחוץ לאנשי הצוות לתפעולו. לפי הגישה האמריקאית לבעיית "הנדסת האנוש" בנוי ה-M-60A1 ללוחם "מפונק", הזקוק למרחב בתא-הלחימה, מרחב המאפשר חילוץ אברים לאחר כמה שעות לחימה, ומאריך את משך הזמן הרצוף שהצוות יכול לתפעל את הטנק. הגישה הרוסית שונה, וצלליתם הנמוכה של הטנקים הושגה על חשבון ויתורים רציניים בנוחות הצוות. הטבלה המובאת משווה את נתוני ה-M-60A1 לטנקים חדישים אחרים בשלוש הבחינות שבהן דנו — עוצמת-האש, הניידות והגנת-השריון.

סיכום

הטנק M-60A1 הוא טנק-המערכה העיקרי של צבא ארה"ב לשנות השישים. לקראת שנות השבעים, תכננו האמריקאים שני דגמים, האחד XM-803 (MBT-70) שהוא דגם חדש ושונה לחלוטין מקודמיו, והשני שיפור של ה-M-60A1 הנקרא M-60A1E2. השלמתם של שני הדגמים האלה מתעכבת, עקב בעיות טכניות וכספיות. לפיכך, ישאר ה-M-60A1 טנק-המערכה העיקרי של צבא ארה"ב לפחות עד מחצית שנות השבעים. על כך תעיד כמות הטנקים שהזמין צבא ארה"ב בשנים $1971-1968$ (1117 טנקים).

ארגון הטנקים ביחידות בצבא ארה"ב ראוי לציון מיוחד, במחלקת הטנקים חמישה טנקים, ולה רשת קשר עצמאית. בפלוגת הטנקים שלוש מחלקות, טנק-מ"פ וטנק-סמ"פ; סה"כ: 17 טנקים. בגדוד 53 טנקים הנחלקים לשלוש פלוגות, טנק מג"ד וטנק סמג"ד. היחידה האורגנית הבאה למעלה מגדוד היא דיוויזיה משוריינת, אשר מרכיביה לא נדונו במאמר זה.

לסיכום, יאמר כי ה-M-60A1 הוא טנק בינוני בעל תותח מצוין המופעל על-ידי מערכות-ירי משוכללות. לטנק ניידות ועבירות טובים. מגרעותיו העיקריות נובעות מממדיו הגדולים הממעיטים את אפשרות הישרדותו בשדה-הקרב.

ניתן לסווג טנק זה בין שלושת הטנקים הטובים ביותר הקיימים כיום בצבאות המערב, והוא עומד בפני טנקים מקבילים לו בצבאות המזרח.



- **אריכות-חיים:** כל החלפת מנוע בטנק משתקת את פעולתו ומקטינה את הכוח הלוחם. ככל שקצרים יותר חיי המנוע כן גדל הצורך להגדיל את מספר הטנקים העומדים לרשות הגייסות בהנחה שמשך המלחמה ארוך משעור-חיי המנוע. לכן יש צורך במנוע מאריך-ימים.
- **עבודה בעמיסות המשתנות במהירות:** על מנוע הטנק לעמוד בתנאי עבודות שבהם העמיסות משתנות במהירות עקב שינויים מהירים ותכופים בפני השטח ובאופי-הלחימה של הטנק.

הדרישות החדשות

מהטנק המודרני נדרשים טווחי פעולה ולחימה גדולים יותר, עקב הפיזור הגדול ההכרחי בלוחמה אטומית, שבא להקטין את סכויי ההיפגעות עד למינימום ולמעט ככל האפשר את תלותו של הכוח המשוריין בדרגי האספקה. דרגים אלה, החשופים להתקפות הכוח האווירי של הצד השני, עלולים להינזק באורח חמור בעת התקפות גרעיניות ולא למלא את תפקידם. טווחי-פעולה גדולים פירושה, בעיקר, יותר דלק ויותר תחמושת שיש לאחסנם בבטן הטנק. לקראת לוחמת העתיד, יש אף צורך חיוני במציאת מקום לאמצעים אלקטרוניים ואופטיים שונים ומגוונים, לצרכי כינון וירי יעילים יותר, וכן ללחימת לילה; יש, כמובן, הכרח להתקין בטנק אמצעי התגוננות מפני התקפה אטומית, בקטריוולוגית וכימית. כל אלה ואחרים מחייבים את חלוקת נפח הטנק לגורמים רבים יותר, ועל כן מופנית תשומת-לב רבה לצמצום נפחו של מנוע הטנק, שהוא „צרכן” גדול של נפח.

השוואה בין מנועים

נסקור את תכונות המנועים השונים והשפעתם על הלחימה והאחזקה. נגדיר כמה אמות-מידה, אשר יסייעו לנו להשוות

מבין מרכיבי הניידות של הטנק היחיד המנוע הוא הגורם העיקרי, לצד גורמים נוספים, כגון, המשקל הכללי, מערכת התימסורות ומערכת ההסעה. תפקידו של המנוע להקנות לטנק כושר-תנועה ויכולת-תמרון, אשר יאפשרו לו לבצע את כל משימות הלחימה. אופיו של הטנק ודרך פעולתו מחייבים את מתכנניו להתקין בו מנוע בעל כישורים מיוחדים החיוניים למילוי תפקידו. בין הכישורים האלה ראוי לציין את הבולטים ולסקור את הרקע להכללתם.

- **הספק גבוה מאד:** עקב משקלו הרב של הטנק, יש צורך במנוע בעל הספק גדול, שיקנה לו יכולת נאותה של תנועה ותמרון בשדה-הקרב. ההספק הקיים כיום במנועי טנקים נע בין 500 ל-800 כ"ס.
- **עבודה בתנאי אקלים ורקע קשים:** מן הטנק נדרשת יכולת תנועה בחול, באבק, בשטחים הרריים ומסולעים, בלהט מדברי ואף באזורים מושלגים וקרים.
- **עבודה רצופה במשך זמן רב:** יום הלחימה של הטנק המודרני מתחיל לרוב בשעת-בוקר מוקדמת ונמשך לעתים בלילה. הטנקים המודרניים בנויים לפעולה לילית כהמשך לפעולות היום, כאשר הטנק מצויד במכשירי-תצפית ומכשירי-הארה ליליים.
- **אמינות וחסינות מירבית מפני תקלות:** ממנוע הטנק, כמו משאר מערכותיו, נדרשת יכולת פעולה תקינה בכל שעות הלחימה, כדי שלא ישותק ברגעים המכריעים של הקרב. דרישה זו גרמה לפיתוח מערכות-פעולה מישניות לשעת חרום, הן בתא הלחימה והן בחלק האוטומוטיבי, כגון מתנע נוסף, מנוע-עזר קטן לטעינת המצברים ועוד.
- **אחזקה מינימלית:** ככל שהטנק יצריך טיפולים רבים וממושכים יותר כן יהיו שעות פעילותו מצומצמות יותר, וזאת בניגוד לדרישה של עבודה רצופה. לכן, השאיפה היא לטנק שאחזקתו מינימלית. מנקודת הראות של כלל הכוח המשוריין, ברור כי הטנקים הכשירים בכל רגע מתוך כלל הטנקים של המערך, יהיו רבים יותר ככל שאחזקת הטנק היחיד תהיה מינימלית.

בין המנועים, על-פי חלק מהכישורים שלהם. לאמות-מידה אלו חשיבות מיוחדת, כאשר מדובר במנועים לרכב קרבי משוריין ובעיקר לטנקים:

● **נפח סגולי**; זה מספר המבטא את נפח כל המנוע ביחס להספקו ונמדד ב"סמ"ק לכ"ס. הטנק המודרני מצריך, אפוא, מנוע בעל נפח סגולי קטן ככל האפשר.

● **משקל סגולי**; זה מספר המבטא את משקל המנוע ביחס להספקו ונמדד בק"ג לכ"ס. אין ספק שגם כאן השאיפה היא להקטין את המשקל הסגולי, אבל, לגורם זה חשיבות מישנית בטנק שמשקלו, כאמור, כמה עשרות טונות.

● **צריכת דלק סגולית**; מבטאת את תצרוכת הדלק של המנוע ביחס לסה"כ העבודה המופקת ממנו ונמדדת בליטרים לכ"ס"שעה. צריכת הדלק הסגולית של המנוע אינה קבועה, אלא תלויה בעמיסת המנוע ובגורמים אחרים. בדרך-כלל, מצוין אחוז העומס של המנוע ברגע המדידה.

מנועי בוכנה

מנועי הבוכנה בכללותם הם המנועים היחידים המשמשים כיום להנעת טנקים, למעט הטנק השוודי החדש S, אשר בו קיים מנוע טורבינת גז בנוסף למנוע בוכנה מסוג דיזל. מנועי הבוכנה מנצלים את אנרגיית השריפה של דלק נוזלי מעורב באוויר. טכניקת השריפה שונה בכל סוג מנוע, ומכאן נובעות תכונות אופייניות, יתרונות וחסרונות לכל סוג. בין הסוגים השונים של מנועי בוכנה נמנים:

● **מנוע המאייד**: או, כפי שהוא קרוי, מנוע בנוזן. מנוע זה מהווה את הדור הראשון של מנועי טנקים. יתרונותיו של מנוע המאייד הם: קלות-ההתנעה בקור, נפח סגולי ומשקל סגולי נמוכים, ומחיר נמוך — כל זאת ביחס למנוע הדיזל. חסרונו של מנוע המאייד הוא הנצילות התרמודינמית¹ הנמוכה, המגיעה לכדי 27% בקירוב והגורמת צריכת דלק סגולית גבוהה יחסית וצמצום טווח הפעולה. יש לציין, שגם מחיר הבנוזן גבוה ממחיר הדיזל. בעקבות הדרישות הטקטיות והלוגיסטיות חיפשו אחר רכב שיהיה בעל צריכת דלק נמוכה ולכן בעל טווח-פעולה גדול. כך עברו בהדרגה לשימוש במנועי דיזל.

● **מנוע הדיזל**: המנוע הנפוץ ביותר בטנקים כיום. ראשיתו בטנקים ממלחמת-העולם השניה. מנוע הדיזל פועל על עקרון של הצתה בדחיסה: החום הגבוה הנוצר עקב דחיסת האוויר הנקי על-ידי הבוכנה, מצית את התערובת, המתקבלת מהזרקה הסולר לתא-השריפה המלא אוויר דחוס סמוך לסוף הדחיסה. יתרונו הגדול של מנוע זה הוא בצריכת הדלק הסגולית הקטנה ולתכונה זו חשיבות מיוחדת עקב הדרישה למשך-לחימה ארוך ללא תדלוק. נוסף על כך יש לו נצילות תרמודינמית בשעור 35% לערך.

1. כ"ס-שעה: זו יחידת אנרגיה. השווה לעבודה המתקבלת מכו"ס אחד במשך שעה אחת.

2. נצילות תרמודינמית של דלק היא מספר המבטא את אחוז האנרגיה המנוצלת בעת שריפת הדלק במנוע מתוך סה"כ האנרגיה הניתנת להפקה בשריפתו.

למנוע הדיזל חסרונות כבדי-משקל, והם נפחו הסגולי הגדול ומשקלו הסגולי הגדול ביחס למנוע הבנוזן. הנפח הסגולי הוקטן בשנים האחרונות. בעיקר על-ידי הגדלת מהירות סיבובי המנוע והגדלת יחס הדחיסה. אבל הדבר גורם עליה מחודשת במשקל ומקצר את אורך חיי המנוע.

שיפור אחר הוא השימוש במגדש-טורבינה (turbocharge). זה מדחס המופעל על-ידי ניצול האנרגיה של גזי הפליטה, והדחוס אוויר בכמות גדולה יותר לתא השריפה; כך גדל ההספק מתא שריפה בכל מחזור.

התקדמות נוספת בכיוון הניצול היעיל של הדלק הושגה בשימוש במנוע בעל יחס דחיסה משתנה. מנוע זה הומצא בבריטניה בשנת 1952, והמפתחת היא חברת Continental. במהלך הניסויים הוכח, שלהתנעה בטמפרטורה רגילה דרוש יחס דחיסה של 1:12, ואילו בטמפרטורה של 33°C — דרוש יחס דחיסה של 1:19. על כן, בנו בוכנה מיוחדת המורכבת משני חלקים, הנעים באופן הידראולי האחד ביחס לשני בהתאם לעומס על המנוע. כך משתנה נפחו של חלל תא השריפה בסוף מהלך הדחיסה. כיום ניתן להניח כי מנוע דיזל כבר נתון בשלב, שבו יתכן פיתוח נוסף רק על חשבון אמינות מוקטנת ובלאי גדול יותר.

● **מנוע בנוזן הזרקה**: מהווה שיפור של מנוע הבנוזן הפשוט, לאחר שהצליחו להקטין בו את צריכת הדלק. שיפור זה הושג בהזרקה הבנוזן לאויר הנדחס באמצעות מורק הנמצא בראש הצילינדר (בנוסף למצת אשר בראשו). כמות הדלק המוזרקת לצילינדר נקבעת על-פי מידת הלחיצה על דוושת המצערת. במנוע מסוג זה מצויד אחד מדגמי טנק הפסון האמריקאי.

● **מנוע רבי-דלקי**: זה סוג מיוחד של מנוע דיזל, המהווה חידוש של השנים האחרונות. בין הטנקים החדשים, המצוידים במנוע רבי-דלקי, ראוי לציין את הליאופרד הגרמני תוצר 1964 והציפ"ט טיין הבריטי תוצר אותה שנה. מנוע זה תוכנן לפעול בסוגים שונים של דלק נוזלי כגון נפט, בנוזן, סולר, דלק מטוסים ואף מאוזט ועוד. מתכנניו, אשר לנגד עיניהם עמדה השאיפה למיעוט הכיוונונים השונים וההתאמות השונות, שידרשו בעת המעבר לפעולה בסוג דלק אחר, נתקלו בקשיים לא מעטים בפתרון בעיות אלו. רוב הבעיות נפתרו והכיוונון היחיד שנותר לעשות הוא בכמות הדלק המוזרק לתאי השריפה בהתאם לסוג הדלק. אלמלא כיוונון זה, היו נגרמים הפסדי הספק ניכרים.

ליכולת לפעול בסוגי-דלק שונים יש יתרון עצום בהפעלת כוח משוריין. היא מאפשרת גמישות בהפעלתו בעת מחסור בסוג הדלק הנפוץ. יתר על כן, כוח השריון יכול לנצל מאגרי דלק של אויב נסוג ללא תלות בסוג הדלק ולקצר בכך את זמן שהותו עם דרגי-האספקה שלו.

במהלך הפיתוח הוכח שמנוע דיזל עם בוכנות נגדיות ובעל שתי פעימות יעיל הרבה יותר למטרה זו. במנוע הרבי-דלקי של הציפ"טיין הבריטי יש שתי בוכנות נגדיות, המחוברות לשני גלי-ארכובה נפרדים המחברים יחד בקצותיהם (ראה ציור מס' 1).

יתרונו על מנוע דיזל בעל ארבע הפעימות היה בהספק סגולי גבוה יותר (הספק/נפח) ויתרונו על מנוע הבנוזן התבטא בצריכת הדלק הקטנה. במנוע הציפ"טיין יש שישה צילינדרים

(12 בוכנות). גפח היניקה 17.9 ליטר, הספק 700 כ"ס בלימה³ ב-2400 סב"ד בגל הארכובה⁴.

יתרונו של מנוע זה בהיותו רב-דלקי ותכונותיו המשופרות האחרות כדוגמת הגפח הסגולי הקטן, הושגו במחיר סיבוך המבנה ויוקר האחזקה. ראוי לשקול בכל מקרה את גודל ההשקעה הדרושה לשם כך, לעומת מידת הסיכון של חוסר האפשרות להשגת דלק דיזל.

השאיפה למנועים חדשים והופעת מנועי טורבינת גז

צריכת הדלק, שהיתה גורם חשוב בעבר אינה דוקא הבעיה החשובה ביותר בעתיד. מלחמות העתיד נושאות בחובן שורה של בעיות בתכנון מנועים; ובעיות אלו מאפילות, ללא ספק, על הבעיה הנושנה של צריכת דלק. כמה מן הבעיות המעיקות ביותר בתכנון מנוע העתיד הן: הצורך בצמצום חריף במשקל כלי-הרכב, הדרישה לאמינות משופרת באופן ניכר, הדרישה לצמצום ניכר בתחזוקה, היכולת להשתמש בסוגי דלק שונים ורבים. בעיות אלו אינן חדשות דווקא, אך תנאי העתיד מהייבם הדגשת יתר של שינויים מהפכניים יותר מאשר השינויים הרגילים של התפתחות טבעית בתחום זה.

במהלך החיפושים אחר מנוע חדש לרכב, הופיעו, בעבר הלא-רחוק, מנועי טורבינת גז במעבדותיהם של רוב יצרני הרכב. מאז נעשתה עבודת פיתוח נרחבת. כרגע נתונים מנועים אלה ביצור מוגבל, אולם הכל כבר ערוך לקראת יצור בקנה מידה גדול.

מנוע טורבינת הגז — מהו וכיצד הוא פועל

את מנוע טורבינת הגז ניתן לסווג בכמה אופנים. מבחינת מחזור השריפה במנוע, ניתן להתייחס אליו כאל מנוע סבובי בעל שריפה פנימית בהצתה רצופה, שלו קרור אוויר פנימי והוא פועל על-פי המחזור התרמודינמי של ברייטון⁵.

כיצד פועלת טורבינת הגז?

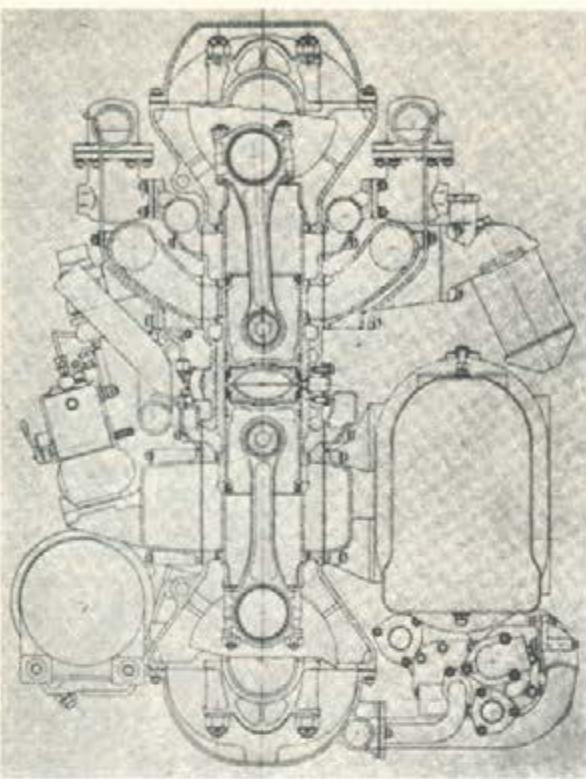
לפנינו מנוע חשמלי קטן, המניע מניפה פשוטה. אוויר מזורם באמצעות המניפה דרך הגליל, כפי המוצג בציור מס' 2. מניפה שניה מותקנת באופן חופשי בזרם האוויר כפי המוצג בציור מס' 3. כך מועברת האנרגיה החשמלית מהמנוע החשמלי למניפה הראשונה אשר מעבירה את האנרגיה לאוויר המסובב את המניפה השניה.

אם נוסיף אנרגיית-חום חיצונית בין המניפות כפי המוצג בציור מס' 4 לא יהיה עוד צורך במנוע החשמלי, כי החום יגרום את התפשטות האוויר וזרימתו בכיוון מניפה מס' 2 והאנרגיה

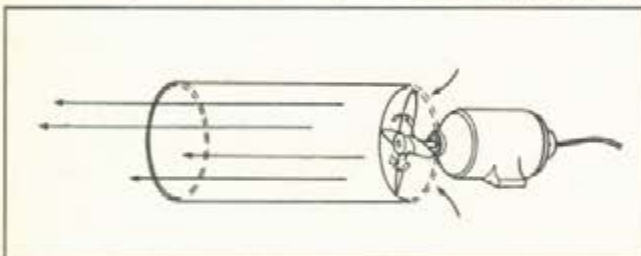
3. הספק בלימה — (BHP) — הוא שארית ההספק. אחרי ההתגברות על החיכוכים הפנימיים במנוע ואחרי הנעת הטפלים השונים. הספק הבלימה מציין את ההספק העומד לניצול לשם הסעת רכב.

4. הספק בגל הארכובה — ההספק המנוצל של המנוע מתמעט במידת-מה לאחר כל תמסורת-ביניים בגלל הפסדי חיכוך, חום וכו', מקובל להגדיר את ההספק בנקודות שונות של המערכת האטומטיבית: לדוגמה הספק בגל הארכובה, בגלל המניע וכו'.

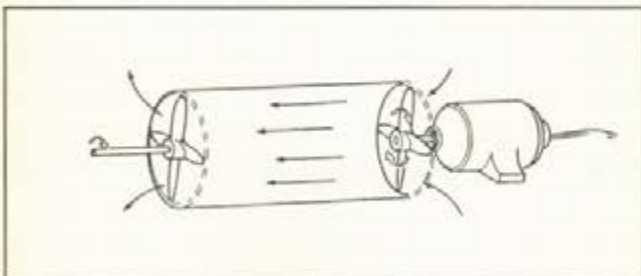
5. המדען אשר הגה ופיתח מנוע מסוג זה בשנת 1873.



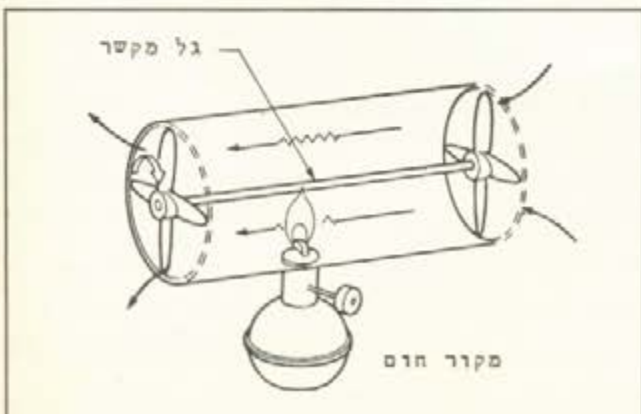
ציור מס' 1: חתך מנוע רב-דלקי L-60 של הצ'יפטיין.



ציור מס' 2:



ציור מס' 3:



ציור מס' 4:

בעת ההתנעה, נגרמת ההצתה על ידי ניצוץ ממצת חשמלי זה פרק הזמן היחיד שבו משתמשים במצת. מיד לאחר מכן, נמשכת ההצתה ברציפות בדומה למתרחש בתנור גז. כמות האוויר המסופקת למבער היא תמיד מעל למידה הדרושה לשריפה מושלמת של הדלק. יחסי דלק-אוויר טפוסיים הם 50:1, 100:1; כלומר, המנוע פועל בתערובות דלילות ביותר.

חלק הכוח מורכב מטורבינת-כוח וממערכת-תמסורות. בטור-בינה זו מתפשטים סופית הגזים התמים ובעלי הלחץ הגבוה. בהספקה המלא סובבת טורבינת-כוח זו במהירות כ-25,000 סב"ד (התמסורות מפחיתות את מהירות-הסבוב לערך שימושי יותר). מומנט הגל היוצא גדל באותו יחס של הקטנת המהירות. כאמור, אין חלק הכוח מחובר מיכנית לחלק של גזי השריפה. הגז משמש כעין מצמד, ולכן יכול המנוע ליצור הספק גבוה יחסית גם כאשר הגל היוצא עצור.

יתרונות וחסרונות של מנוע טורבינת גז

כבסיס להשוואת המנוע ישמשו מנועי הבוכנה — בגזון ודיזל. למנוע הטורבינה יש שפע של יתרונות, אך נרחיב את הדבור על החשובים שבהם — אלה שיש להם השלכה על שימוש הצבאי.

● **נפח ומשקל סגולי קטנים:** מנוע הטורבינה מייצר כשני כ"ס לליטר של נפח כלל המנוע עם משקל סגולי של 0.41 ק"ג לכ"ס — בהשוואה לדיזל המייצר כ-0.5 כ"ס לליטר של נפח המנוע. יתרון זה מתבטא ברכב קל וקטן יותר, או באפשרות הגדלת מלאי התחמושת והמיטען הכללי בבטן הטנק והגדלת תאי הצוות, או במנוע חזק יותר באותו נפח שתופס מנוע דיזל.

● **פשטות, אמינות גבוהה ואחזקה מועטה:** מנוע טורבינת הגז הוא מנוע פשוט יחסית. מספר החלקים הנעים בו מהווה כחמישית ממספר החלקים הנעים במנועי בוכנה, ומספר אבזריו מינימלי. ככל שקטן מספר החלקים הנעים, קטן הבלאי הנגרם עקב החיכוך וקטנים הסיכויים לתקלות. זאת ועוד: העובדה שמנוע הטורבינה הוא מנוע סיבובי משמעה מיבנה קל ופשוט יותר מאשר מנוע בוכנה שבו החלקים הנעים בתנועת הלך ושוב, יוצרים תנודות חזקות ודורשים מיבנה חזק לבלימתן. מערכות החשמל (ובעיקר מערכת ההצתה) ומערכת הדלק של מנוע הטורבינה פשוטות לאין-ערוך מאלו של מנועי בוכנה וגורם זה מקטין במידה ניכרת את הסיכויים לתקלות בחטיבת האבזרים שהיא הגורמת את רוב התקלות במנועי-בוכנה.

מנועי הטורבינה אינם נזקקים למצנני שמן גדולים, כאלה שזקוקים להם מנועי-הבוכנה. מערכת הדלק פשוטה ואין כל דרישה למסנן דלק יעיל מאד כנדרש במנועי דיזל. פשטות התכנון מגבירה את האמינות ואריכות-הימים של מנוע הטור-בינה.

● **קירור אוויר פנימי:** במנוע הטורבינה נכנס עודף אוויר לתא-השריפה כדי לבקר את הטמפרטורה הגבולית של גזי השריפה. מאחר שאוויר זה נע באותו נתיב של גזי השריפה, אין צורך בפתחי כניסה ויציאה נפרדים, כמו במקרה של קרוור מים או קרוור חימום. זאת ועוד: הסיבוב והמחיר הגבוה של המנוע, גלגלי הרצועה, מצננים וצינורות אינו קיים בטורבינה זו. בעצם

ניתן לומר, מנקודת-ראות מסוימות, שלמנוע-הטורבינה אין מערכת קרוור כלל. שני יתרונות מתלולים לקרוור הפנימי והם: א. שריפה מושלמת של הדלק ללא הופעתו של הגז הרעיל (חד-תחמוצת-הפחמן CO). גזי-השריפה של מנוע בגזון מכילים בדרך-כלל גז רעיל זה, המסכן את פעילות האנשים, במיוחד בתנאים של סגירות-יחסית, המצויים בטנקים ובנג"מ"שים.

ב. גזי פליטה נקיים שאינם גלויים לעין בלתי-מזוינת, מה שאין כן במנועי הדיזל הפולטים לעתים קרובות ענני עשן שחור או כחלחל.

● **צריכת שמן אפסית:** שמן הסיכה אינו בא במגע עם גזי השריפה ועל כן אינו בוער ואינו מזדהם כמו במנועי בוכנה.

● **כוחר פעולה רב-דלקי:** טורבינת הגז פועלת בדלק 100 אוקטן, דלק דיזל ודלק סילוניים, ללא כל שינויים או התאמות במערכת הדלק. מנוע-הבנזין, לעומתה, רגיש מאוד לגבי הדלק הנצרך ובמיוחד לגבי שעור האוקטן שלו. אשר למנועי הדיזל כמה מהם תוכננו לפעול במבחר של דלקים, באותה מידת הצלחה, אולם אין הם משתמשים ברציפות בדלק בעל אוקטן גבוה ולעתים אף לא ב-80 אוקטן.

● **קלות התנעה ואפשרות התנעה בטמפרטורה נמוכה:** מנוע הטורבינה אינו צריך להתגבר על מומנט פיתול גדול, עקב חיכוך סטטי בבוכנות וצמיגות השמן. לכן אפשר להעמיס את המנוע שניות ספורות לאחר ההתנעה. זאת ועוד: אין צורך בכל עזרה להתנעה, כגון שינוי יחס אוויר לדלק הדרוש במנועי הבנזין.

● **יכולת-פעולה תקינה בתנאי קרב:** לתכונה זו חשיבות עליונה, עוד לפני הדיון על השימוש הצבאי. המיבנה הפשוט מאפשר פעולה סדירה בקרקע קשה וגסה, הצנחה מהאוויר וסבילות להדף, עקב מיעוט החלקים העלולים להתקלקל. אמינות מנוע הטורבינה גבוהה מזו של מנועי-הבוכנה הרגילים לתנאים אלה. ועוד יתרון: התאמתו של מנוע הטורבינה לרכב הנע במהירות נמוכה ובעומס גבוה. תנאים אלו קיימים בשטח הררי ובשטחים בעלי עבירות מוגבלת.

לעומת היתרונות הנזכרים למעלה יש למנוע הטורבינה מספר חסרונות והם:

● **צריכת דלק גדולה:** מפקדי השריון עמדו מכבר על ההגדלה הניכרת של טווח-הפעולה עקב הכנסת מנוע דיזל לרכב הקרבי במקום מנועי הבנזין. רוב מנועי הטורבינה אינם יכולים להת-חרות בחסכוניות-מנוע הדיזל, אשר לו צריכת-דלק סגולית של כ-170 גרם לכ"ס-שעה, כמעט בכל העומסים. אך עדיין נותר כר נרחב לשפור החסכון בדלק בטורבינת הגז. תכנון השיפורים יביא, ללא ספק, למדחסים, לטורבינות ולמחליפי חום יעילים יותר ועם ההתקדמות בתורת המתכות, יהיה אפשר לשאת טמפרטורות יותר גבוהות. כל זה יביא לחסכון בדלק ולהקטנת המשקל הסגולי כאחד.

לעומת זאת כדאי להזכיר שצריכת הדלק בעבודת-סרק במנוע הטורבינה קטנה לעומת מנוע הדיזל ויש לציין שמנוע של רכב קרבי עובד בפעולת-סרק פרקיזמן ממושכים, וזאת בראש-ובראשה עקב המהימנות המועטה-יחסית בהתנעה. מהימנות ההתנעה של מנוע הטורבינה הוכחה היטב, ואין הכרח בעבודת סרק.



נושאת-גייסות חדשה לצבא בריה"מ GT-T

לאחרונה פורסמו בכמה בטאונים של המערב תמונות של נושאת-גייסות זחלית אמפיבית חדשה. הנושאת החדשה מת-אפיינת במזקזק"ם, וכנראה גם במרכב, המשותף לטנקי PT-76 ונגמי"שים BTR-50-P האמפיביים. נראה כי אין הנושאת פשוטית כלל, וכל יעודה הוא להעביר גייסות בשטחים קשים או לצלוח עמם מכשולי מים.

בתמונות ניתן להבחין בעשרה אנשי חי"ר במצב של ירי מתוך הכלי. מעל תאי חנה מותקנים צריחון-מפקד וצריחון למקלעון. מעל לתא-המיטען ניתן להבי"חין במסגרת וביריעות אברזין מקופלות לכיסוי הצוות או המיטען, במקרה של תובלת אספקה, להגנה מפני גשם, שמש או אולי אף אבי"ב.

נתונים על נושאת-הגייסות	
צוות	13 איש
אורך	6-50 מטר
	(10 חי"ר + נהג, מפקד ומקלען).
רוחב	2-80 מטר
גובה	2.00 מטר
מהירות ביבשה	50 קמ"ש
מהירות במים	8 קמ"ש
מעמס	2 טונה
(המידות על פי אומדנה)	



● מחיר גבוה: המחקר והפיתוח, השקעות היצרן במכונות-כלים, החומרים ליצור, קלות היצור וכמות המנועים המיוצרים הם הגורמים העיקריים הקובעים את המחיר. מחירו של מנוע טורבינה למטוס גבוה ממחיר מנוע דיזל בהספק דומה ונובע גם מהרצון לחסוך במשקל, הגורר שימוש בחומרים יקרים בעלי יחס גבוה של חוזק למשקל. שיקול זה אינו קיים במנועים לרכב. זאת ועוד: המחיר לשעת-פעולה של מנוע טורבינה, עשוי להיות נמוך מזה של מנוע דיזל, בגלל פרק-הזמן הממושך בין תיקון לתיקון, בתעופה, מגיע פרק-הזמן בין שיפוץ לשיפוץ ל-300 שעות וניתן להעלותו גם ל-600 שעות אם מערכת סינון האויר תהיה יעילה. כל אלה עשויים להוריד את מחירו של מנוע הרכב. יש לזכור, כי מחירו של המנוע עצמו אינו הגורם החשוב ביותר, כאשר דגים בהשלכות הצבאיות. מחיר האחזקה והמערך הלוגיסטי הצמוד חייבים להיות מובאים בחשבון. המחיר האמיתי אינו נמדד דווקא בכסף אלא בזמן ומרחב ובכוח אדם. המלאי הקטן יותר של חלקי-חילוף שיידרשו, והדרישות הנמוכות יותר לאחזקה, יצמצמו, ללא ספק, סעיף זה של ההוצאות.

● צריכת האויר וסינונו: אמנם סך כל צריכת האויר במנוע טורבינה קטן פי ארבעה בקירוב מצריכת האויר במנוע דיזל, אולם ניתן לחלק את צריכת האויר לשני מרכיבים: אויר מסונן ואויר בלתי-מסונן. בעוד שמנוע הבוכנה דורש כמויות גדולות של אויר לא-מסונן לקרוור, מנוע הטורבינה אינו צריך אויר זה. אבל ספינת האויר המסונן במנוע טורבינה גדולה פי-שלושה מן הספיקה במנוע דיזל. הבעיה היא כיצד ליצור מסנן יעיל ובעל נצילות גבוהה לספיקות-אויר גדולות כאלו. בעיה זו היא אחד המכשולים הגדולים בניצולו של מנוע הטורבינה כמנוע טנקים — אף כי לאחרונה הוצע פתרון לבעיה זו, על-ידי שימוש במפריד-חול צנטריפוגלי.

● צלילת משולוי מים: הצלילת מתייבת הגנת המנוע ואטימור-תו כדי למנוע נזק לחלקים שהטמפרטורה שלהם גבוהה, כאשר יבואו במגע עם מים בטמפרטורה נמוכה.

● גילוי באמצעי תת-אדום: החום הרב בצינור הפליטה גורם קרינה מוגברת של קרני חום ודבר זה מקל כמובן אפשרות הגלוי באמצעי תת-אדום.

● רעש עז: רעש הסילון של מנועי הטורבינה מוכר לכולנו ממנועי המטוסים ואין כל ספק שהתקנת מנועי טורבינה בטנק או ברכב קרבי תחייב התקנת בידוד מפני רעשים, כדי לאפשר יכולת-פעולה סבירה.

סיכום

במאמר זה עמדנו על הדרישות המיוחדות ממנועי הטנקים, וניסינו להשוות בין סוגי המנועים השונים. סקרנו בקצרה את תכונותיהם המיוחדות של מנוע הבנזין ושל מנוע הדיזל. עמדנו ביתר הרחבה על תכונותיו של מנוע הטורבינה, והסברנו את עקרונות פעולתו, מעלותיו וחסרונותיו. לדעתנו, עולים יתרו-נותיו של מנוע הטורבינה לאין-שעור על חסרונותיו, ואנו עומי-דים על מפתנו של דור מנועים חדש, אשר בו יקבל המושג „קצב-השריון" משמעות סילונית.



צוור של רכב הסיור האווירי המשוריין המתוכנן על-ידי חברת סיקורסקי

מימד חדש לשריון רס"נ א.ב.

שים: מי שהקדיש ימים רבים בחייו ללימוד המלחמה המבוססת על אמצעי מסוים, ולאחר שהתמחה בו עד מיצוי מלוא תכונותיו, יקשה לזנחו וללמוד אמצעי חדש, המחייב תפיסה שונה לחלוטין מזו שמעוגנת בנסיכון חייו.

מותר המנוע על השריר

בימינו כבר אין עוררים על היות הטנק נשקו העיקרי של צבא היבשה. כמות הטנקים של צבא מקובלת כמייצגת את עוצמתו, וככל שהמספר גדול והטיב מתקבל על הדעת — הרי זה משובח.

ביובל האחרון הוכיחו המלחמות את כושר הטנק, עד כי רבים רואים בו את "מלך-שדה-הקרב". הגיעו דברים עד-כדי- כך, שרק מגבלות תקציביות מנעו בצבאות מסוימים ביטול מוחלט של מסגרות-צבא יבשתיות שאינן משורינות. כמדומה, לא אטעה אם אומר כי מעולם לא היה נשק שחשיבותו בשדה-הקרב היתה כה נחרצת בדעת אנשי-הצבא, באשר הם, הטנק דחק את חיל-הפרשים בשל יתרון המנוע על השרירים החיים, אולם הטנק אינו אלא גירסה מסוימת של כלי המנוע בכוח מנוע. לפיכך, כדאי לבדוק אם גירסה זו של כלי מנוע לא מיצתה כבר את אפשרויותיה. עלינו לבדוק אם אין אנו עומדים על סף מהפכה נוספת בכלי-הנשק של צבא-היבשה אשר תוצאותיה יהיו כלי-לחימה חדש, המיועד לאותן משימות שנועד להן הטנק ובעל כושר-ביצוע טוב משלו. בטרם נבוא לדון בכלי העתיד, נסקור בקצרה את מגרעותיו הבולטות של הטנק:

- הוא תלוי בגורם האווירי להגנה, חיפוי וסיוע.
 - כושר-ניידותו מוגבל בשטח הררי, מבוחר או עירוני.
 - קשה להעבירו מזירה לזירה.
 - אין הוא יכול לפעול נגד נשק גרעיני טקטי.
- נפרט מגבלות אלה ונראה אם יתכן השימוש בכלי-לחימה חדש יפתור את חלקן.

מבוא

מן ההיסטוריה אנו למדים, כי קרבות רבים הוכרעו כך: בעוד אחד הצדדים בוטה בנשקו, שהוא פיתוח ושיפור-עד-שלמות של רעיון ישן, מפתיע אותו הצד שכנגד בנשק המבוסס על רעיון חדש ומהפכני. נשק חדיש זה וההפתעה הכרוכה בשימוש מנחילים נצחון גדול.

בשנת 1453, למשל, צר מוחמד השני, שולטן האמפריה העות'מנית המוסלמית, על קונסטנטינופול. בני ביזנט סמכו על יתרונות מבצרים שלנחוניו הגיאוגרפיים הטבעיים הוסיפו שיפורים רבים, כדי להתגבר על המבצר, בנה השולטן תותחי-ענק (משקל הקלע 700 קילוגרם), תותחים אלה היו פשוטים ביותר ולא כולם פעלו כשורה, אך השימוש בהם הספיק לגרום שיבושים ולעורר בהלה בצבא הנוצרי, ואחר-כך לנפילת העיר. דוגמה אחרת נמצא בקרב סאדובה (קניגרץ) בשנת 1866, שנישש בין האוסטרים והפרוסים. אופן הטעינה של רובהם, דרך הלוע, חייב את האוסטרים לירות בעמידה, ואילו הפרוסים היו רובים חדישים, שאיפשרו ירייה בשכיבה. האוסטרים הופתעו מן הפרוסים השוכבים ויורים בלא שיהיו מטרה זקופה וקלה לפגיעה. תבוסתם של האוסטרים היתה צעד ראשון בהפיכת פרוסיה למעצמה.

היה אפשר אולי להשתמש בדוגמה הנוגעת ישירות לנושא מאמר זה, לטנק, אלמלא נתקבלה כניסתו לשדה-הקרב בהסי-תייגויות כה רבות. בהפעלתו מעט-מעט הוחמצה ההשפעה המצופה במקרה כזה.

דוגמאות אלו ועוד רבות אחרות, שכל הטורח ימצאן, באות להדגיש את קשיי התקבלותו של אמצעי חדש וגם את החובה לבדוק לעתים תכופות אם אמנם הנשק הקיים עדכני וברי-התמודדות עם נשק היריב. ראוי לזכור, כי לרוב חשבו גם הצבאות שהובסו, כי נשקם מעולה; ואף שהכירו את האמצעים החדישים, דחו מכוה ההרגל ומחוסר העזה ותקציב את ההחלטה לשינויים מרחיקי-לכת. לטבע האדם משקל רב בדחיית החידו-

ניתן לסמוך רק על תצפית אווירית, ולעתים דוקא האויב הרחוק הוא המסוכן יותר. כמו-כן ידוע כי בכל הצבאות לוקים כלי-הרכב של הדרגים בעבירות נמוכה לעומת הרכב הקרבי המשוריין ותנועתם מוגבלת לצירים. אם נזכור את התמונה, המוכרת כל-כך במלחמה, של צירים עמוסים לעייפה בטורי רכב קרבי משוריין החותרים קדימה, נמצא כי ללא סיוע בהטסת אספקה, לא יתכן במקרים רבים קיום ההוראה הבסיסית הדורשת התמדה בתנועה.

נראה לי אפוא כי תלות כוחות-הטנקים בכוחות-האוויר אך תוסיף להעמיק, ועל-כן יש מקום להפכה לגורם של קבע. והנה, במתכונת של ימינו, למרות האיומן הרב המושקע בכל הצבאות בסיוע ובהסתייעות, עדיין נותר איש-הקרקע בעל דפוסי-מחשבה קרקעיים. הוא נשאר צמוד לתוואים הטופו-גרפים ולתפיסות שמקורן בטווח נשק. איש האוויר, לעומת זאת, מתקשה להיכנס לבעיותיו של המסתייע.

צליחת שטחים קשים ומזוהמים

העובדה שטנקים לוחמים בשטח הררי, משיגים הפתעה או עוברים בשטח מבוחר אל עורף היריב, אין בה אלא ללמד, שהאויב לא העריך נכונה את טיב-המכשול ואת טיב-היריב. נמצא שאויב אשר הערכתו מציאותית ישכיל לבנות הגנה שתנצל את קשיי-העבירות של הטנק. אין בשטח הררי צירים הניתנים למעבר ויהי-ימה, וכשתוצב הגנה מתאימה במקום הנכון, יבלטו קשייו של הטנק, בדברי הממליצים על הפעלת שריון בשטח הררי או שטח קשה אחר, אפשר לשמוע נימה, המדגישה את ההפתעה המושגת במעבר מכשולים הנחשבים כבלתי-עבירים. מכאן ועד המסקנה שהטנק (וכל מה שנלווה אליו בעוצבות משורינות) הוא אידיאלי לשטחים כאלה — רב המרחק.

קשה לטנק לחדור לעיר וללחום בה. דוגמת סטלינגרד תוכיח. אכן, יש דוגמאות אחרות, הפוכות, אך גם באלו היה הטנק מטרה לנשק המגן, ניידותו הוגבלה מאד ובמקרים רבים מאד יכול המגן, שתבוסתו כבר צפויה וברורה, להמשיך ולהי-לחם לצורך השהיה.

כל עוד תלויים הטנקים במובילי-רכב או ברכבת, העברת כוחות-שריון גדולים היא בעיה רצינית — במיוחד כאשר מסוגל האויב לתקוף את דרכי התעבורה. קושי זה מחרף, ככל שהצירים מעטים וככל שהזירות מרוחקות. מצב זה ממעיט את נצילות הכוחות ומעכב את כושר התגובה או ניצול ההזדמנויות העולות במערכה.

נהוג לחשוב כי הטנק המודרני עמיד בתנאי לוחמה גרעיני-נית, נראה לי כי יש לומר, שיחסית לכלי-רכב יבשתיים אחרים, הטנק אכן עמיד. אך גם השריון המעולה ביותר, הצפוי בעתיד הנראה לעין, יעניק מחסה אך מפני כמות נמוכה של קרינה רדיואקטיבית, כלומר, כושר-ההישרדות יהיה מותנה במרחק שבין הטנק למוקד-הפיצוץ ובעוצמת מיטען-הנפץ הגרעיני. במאמרים רבים תולים הכותבים תקוות בתכונת הניידות שתאפשר לטנק קיום בשדה-הקרב הגרעיני. הטענה המקובלת היא, כי טנק שמערכות האטימות וסינון האוויר שלו טובות, יצליח בעזרת ניידות מעולה לצלוח במהירות שטחים מזוהמים, או לעקפם. בעלי טענה זו מתעלמים מהעובדה

אף שהסיוע האווירי נראה מובן מאליו בהקשר לטנק, ולכאורה אין חולקים על חשיבותו, יקומו מן הסתם עוררים על המושג "תלות". לקחים שהצטברו ממלחמת-העולם השניה ועד היום מורים בבירור כי כל עוד לא הושג לפחות ניטרול חיל-האוויר של היריב, יקשה על יחידות-הטנקים לבצע תפקידים רציניים. עיון מדוקדק יעלה את הקשר בין הצלחת הכוחות המשורי-ינים לבין מידת הסיוע או העליונות האווירית שהשיג חיל-האוויר שלהם באותה גיזרה. הישגי הלופטוואפה הגרמני, למשל, איפשרו את מסע-הבזק שהכניע את בעלות-הברית במערב ואת תחילת מיבצע ברברוסה במזרח. דוגמה אחרת מאזור שבו פעלו כוחות משוריינים גדולים היא אחת מפעולותיו הראשונות של מונטגומרי, בקבלו את הפיקוד על הארמיה השמינית. פעולה זו היתה יצירת שיתוף-פעולה הדוק עם חיל-האוויר המדברי. בפלישה לסיציליה ולנורמנדיה, במלחמה על אירופה ובחזית הרוסית, בכל אלו היה לחיפוי, לסיוע או לעליונות-האווירית משקל מספיק להנחלת הנצחון. גם במלחמות אחרות שבהם פעלו כוחות-שריון, החל במלחמת-קוריאה (שבה החזיקו מעמד כוחות האו"ם לא אחת רק בזכות הסיוע הטוב) וכלה במלחמת ששת הימים, היו חילות-האוויר גורמים מכריעים בהצלחת כוחות-השריון.

אין זה סוד, כי במלחמת ששת הימים, לא רק הבטיח חיל-האוויר שמיים נקיים ממטוסי-אויב, אלא אף זקף לזכותו חלק רב ממספר טנקי-האויב שהושמדו.

ישנם גורמי-תלות אחרים בחיל האוויר, כגון סיור או אספקה. הסיירת המעולה והמאומנת ביותר מסוגלת לספק מידע המצטמצם לטווחי ראייתה ותנועתה. לגבי אויב רחוק יותר,



דגם של נוף רכב הסיור האווירי בשלגי בדיקה



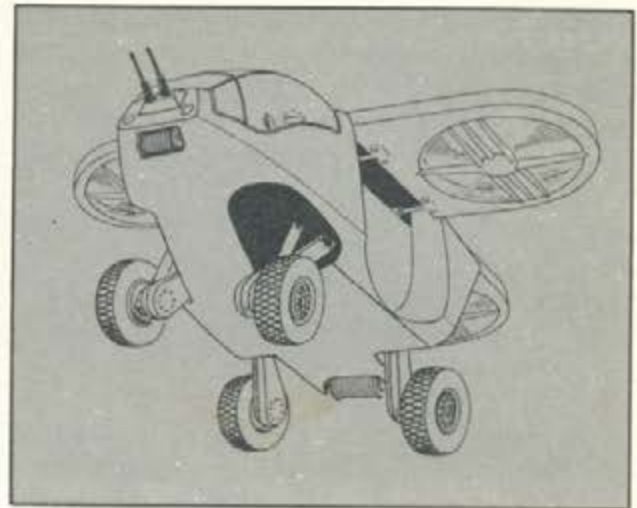
גם על תוספת כושר מתן אש מהאוויר כחלק אורגני מיחידות הקרקע כבר חשבו. למטרה זו פיתחה חברת לוקהיד את הליקופטר הקרבי AH56A המכונה צ'איאן. הליקופטר זה פותחו מערכות-נשק משוכללות לירי טילים נ"ט. תותח אוטר מטי 30 מילימטר (XM-140) ומטיל רימונים 40 מילימטר בעל קצב-אש מהיר (XM-129). אך גם כלי זה הוא עדיין כלי אווירי טהור, שמתכננים להכניסו כסיוע לכוחות-יבשה.

כלי שיהיה לו כושר-תעופה דומה למסוק יחד עם יכולת תנועה על הקרקע, יוכל לפתור את רוב הבעיות:

כך יפתרו בעיות הלחמה בתנאים גרעיניים: כלי הטס באזור התפוצצות גרעינית נתון לסכנות גדולות יותר מן הצפיות לטנק, באשר אין לו המחסה שמעניק השריון ועקב עוד בעיות, כגון השחתת שמשות או הפיכת כל הטרנזיסטורים למוליכים. כן יקשו הלחצים העצומים באזור ההתפוצצות על השליטה בכלי. והנה, בעוד הטנק אינו יכול להסתלק במהירות משטח מוכה, מסוגל המסוק לצאת ממנו במהירות. למשל, כש מדובר בפיצוץ בעוצמה של 20 קילוטון, רדיוס הנוק לגבי טנקים הוא כ-600 מטר ולגבי מטוס או הליקופטר פי שלושה עד ארבעה, אך בעוד הימצאות הטנקים ידועה לאויב, תהיה הופעת המסוקים בגדר הפתעה. ניתן אמנם לגלות מסוקים באמצעות מכ"ם — במידה שפעולתו של זה אינה משובשת במכוון — אך עדיין יהיה קושי לאתר את כיוון סיסתם. כושר הפיזור של כלים באוויר רב לאין-שעור מזה של טנקים, במיוחד אם נזכור את בעיות השליטה הגדולות על הקרקע ככל שגדל הפיזור.

תנועתם של טנקים בשטח מזהם היא איטית, מסיבות רבות: מתוך שאיפה להימנע מהתיו אבק רווי-נשורת זה על זה; ומחמת בעיית זיהום העדשות והשחתתן עלידי הבוקה הגרעיני, וגם בעיות אנוש, כגון חשש עוררן ועמידות בהלם. שלא כטנקים, יהיו המסוקים רחוקים מן המקום בפת הפיצוץ ויגיעו לאזור המטרה תוך עקיפת האזור המוכה.

ועוד יתרונות: כלי טס יאפשר להעביר כוחות מזירה לזירה בלא להזדקק לצירי-תנועה צפופים, המשמשים מטרה להתקפות



מבט צרפתי על כלי-העיתיד

שמפעילי הנשק הגרעיני הטקטי ישאפו לפגוע דווקא במטרות המסכנות אותם, כגון ריכוזי טנקים נעים. ומה יהיו סיכויי הישרדותם של טנקים, כאשר דווקא הם יהיו המטרה לקליעים? נראה בהמשך אם אפשר להתגבר על מגרעות הטנק עליידי השימוש במימד הנוסף — האוויר.

כלי העתיד

המטוס ככלי-נשק פותח כמעט במקביל לטנק, החל במלחמת-העולם הראשונה ועד היום. והנה, בעוד אפשרויות הטנק כפי שהוא מוכר לנו כיום מוצו כמעט לחלוטין, עדיין פתוחות לפני הכלים האוויריים אפשרויות רבות בלוחמה קרקעית. האפשרות להעניק לטנק המצוי כושר מעוף אינה מתקבלת על הדעת, ויתכן גם שאין בה צורך. המטוס המוכר חסר את התכונה החיונית של תנועה על היבשה. אולם נראה לי כי בהשקעות מתאימות ומאמצים ניתן להשיגה. על עצם הצורך בתוספת יסוד אווירי כבר ניתנה הדעת ויש יחידות שהמסוק הוא כלי הובלתן. אך אורח לחימתן של יחידות אלו הוא קרקעי לגמרי.

המסוק החמוש צ'איאן



הכלי הגדון יהיה מוגן בסוגי שריון קלים וחדשים הנתונים כיום בעיון ומחקר מתמידים. עובדת היותו קטן-מימדים תמעיס את סיכויי היפגעותו ויתכן שיהיה צורך להתרכז בהגנת חלקים יחידים חיוניים במיוחד, כאשר חלק מהמכללים יהיה ניתן להחלפה מהירה מאד בתנאי שדה. כלי כזה יאפשר הקמת יחידות שמכשולי קרקע לא יעמידו להם בעיה; הוא יתן משמעות חדשה ללוחמה הגרעינית וצביון שונה למימדי המרחב.

אם כי התעלמתי מגורמים ובעיות רבים נראה כי יש לגעת, ולוא ברפרוף, במכשול התקציב. עניין זה הוא גורם יסודי בכל פיתוח ומתייצב, לכאורה. כחומה שקשה להבקיעה. עלינו לזכור כי מחירו של טנק מודרני קרב כבר בימינו למחירי מסוקים. והנה מחירו הגבוה של כלי-הטיס מקורו, לפחות בחלקו, בסדרות היצור הקטנות. האמצעים האלקטרוניים היקרים, מות-קנים גם בטנקים מודרניים. ולדעתי, אפשר למצא בטנק חלקים, חומרים ומערכות רבים אשר לא יהיה בהם צורך ברכב קרבי מעופף, כך אפוא סביר להניח כי מחיר הרכב הקרבי המשווין החדש לא יהיה גבוה ממחיר הטנק המודרני.

ההתפתחות לאחר הקרב הראשון בין הטנקים לרכב הקרבי המשווין של העתיד ברורה ובלתי נמנעת. כל מי שטרם הצטייד בכלים החדשים ויותן לו לחוות גם, יטהר להחליף את הטנק. אופיו של הקרב הראשון מעורר סקרנות: האם תיערך מערכה שבה גורל הטנק, בעמדו מול כלי-הרכב המעופף, יהיה כגורל הפרשים הפולנים מול טנקי הגרמנים ב-1939?

אוויר וארטילריה, מארבים ופשיטות על גשרים. יהיה אפשר להשיג הפתעה בכך שהאויב לא יוכל להתבסס מראש על חישוב זמן בוא תגבורות לאזורים שונים וגם על-ידי כושר תקיפת מטרות בעומק מערך האויב, תוך עקיפת מערכי ההגנה שלו. תוך כדי קרב קרקעי, יוכל הכלי הטס לעבור מכשולים בדילוג, ואף לשנות עמדות בטיסה. בתוך כך, תעמוד לו ההגנה שמעניקה התכסית, כמסתור וכמחסה.

זמן, דמיון ונסיון

היכולת לנוע על שטחים גדולים תאפשר פתרון בעיות לוגיסטיות רבות. למשל, הכלי יוכל לטוס לשם תדלוק עשרות קילומטרים אחורנית ולחזור אל אזור הקרב במקרים שהדרגים אינם יכולים ליכרב יותר מזה. בפעולות סיור ותצפית קיים יתרון ברור לכלי אוויר על כל כלי יבשתי.

מנתי רק חלק קטן מן היתרונות. הזמן, הדמיון והנסיון עוד יגוונו את אפשרויות ההפעלה של הכלי החדש. היום כבר מצויים פתרונות טכניים רבים, המאפשרים הגשמת רעיון זה. את כושר התנועה על הקרקע אולי יהיה אפשר להשיג בשימוש בעקרונות הרחפת.

יהיה אפשר לחמש את הכלי בטיל אוטומטי שיוקנה לו כושר "לזכור" מטרה שאליה נורה. בלא שהיורה יוצרך לעקוב אחר המעוף אליה. יתכן פיתוח תותחים קטני-קוטר בעלי מהירות-לוע 3000 עד 4000 מטר בשניה המסוגלים לחדור שריון עבה יחסית. לעתיד הרחוק יותר יתכן שיפותח לכלי זה אמצעי לשילוח ריכוז אנרגיה (מיטען חלול, למשל) לטוחים ארוכים.

מסוק רב-תפקידים חדש

מפעלי סיקורסקי בארה"ב פיתחו מסוק חדש בעל מהירות גבוהה, המתאים למבצעים צבאיים שונים ורבים. למסוק החדש ניתן הסימן S-67. שתי טורבינות תוצרת ג'נרל אלקטריק, בעלות הספק של 1500 כ"ס כל אחת, מניעות אותו. בתפקידו הראשי הוא מתוכנן כמסוק קרב, אך אפשר להעמיס עליו משא עד 3,600 קילוגרם. אפשר להתקין בו סוגים שונים של נשק, כגון מקלעים 7.62 מ"מ, תותחים אוטומטיים 20 מ"מ ו-30 מ"מ, רומי רימונים 40 מ"מ, רקטות אוויר-קרקע בלתי מונחות מסוגים שונים ובייקר רקטות אנטי טנקיות מונחות, עד כדי שתיים-עשר. הכוונה בראש וראשונה לטיל Tow שפותח לאחרונה במפעלי Hughes. ניתן להגדיל את טווח הפעולה של המסוק בהחלפת חלק מהתחמושת במיכלי דלק נושפים.

הטייס והתותחן יושבים זה מאחורי זה בתוך תא טייס ממוגן המחירות המתוכננת היא יותר מ-270 קמ"ש.



למסוק כנפיים בעלות מוטח של 8.5 מטר ולהן שני תפקידים: מקום לתלית נשק מכל סוג, וגם הקלת העומס על הרוטור בטיסה במהירות גבוהה.

המסוק S-67 הוא פיתוח של המסוק S-61 המשמש בכל החילות של ארה"ב כמסוק מינוי והצלה. ה-S-67 מסוגל להטיס שישה אנשים למרחק של 950 קילומטר. כמסוק תצפית והבטחה אפשר לציידו בהתקנים אלקטרוניים, המאפשרים לקבוע את מקום המסוק ואת כיוון תנועתו של כוח אויב. שינוי קטן

בתא הנוסעים, יתאים מסוק זה להובלת 15 חיילים על ציודם המלא במהירות שיוט 265 קמ"ש ולמרחק של עד 350 קילומטר. כאשר מפרקים מהמסוק את הכנפיים הארוכות, אפשר להוביל בו ציוד כבד, כגון תותח נגד, במשקל עד ארבע טונות.

למסוק S-67 תכונות משותפות עם רעיון מוקדם יותר של חברת סיקורסקי, שהוגש לצבא ארצות-הברית בשנת 1965. אז העדיפו את המסוק צ'איאן של חברת לוקהיד.

כידוע, לא התקדם פיתוח הצאיאן ועד היום עדיין לא הוזמנו מסוקי-קרב אלה. על כן, אפשר לראות ב-S-67 מתחרה לי צ'איאן. מפתחי ה-S-67 ויתרו במתכוון על חידושים טכניים מהפכניים, שעדיין לא נוסו דיר-הצורך ונרמזו בעיות בצ'איאן, ובנו מסוק שמרן יותר. עסיזאת, יש בו שיפורים חשובים, המתבטאים בעיקר בכושר תמרון טוב וביציבות — דבר חיוני למסוק-קרב ולדיוק פגיעותיו במטרות.

קרב הצייד נסיון גרמני לפתח

צורת קרב חדשה

אל"מ (מיל') ד"ר יהודה ואלך

ההופעה הראשונה בעת החדשה של לוחמת ציידים נגד צבא סדיר היא ללא ספק בימי המהפכה האמריקאית ובמאבק המת-יישבים בצפון-אמריקה כנגד השלטון הבריטי. מצד אחד, נלחם הצבא הבריטי הסדיר (והשכיר) ולצדו גם גייסות אירופים שכירים אחרים, שנשכרו על-ידי הממשלה הבריטית, ואילו נגדם התייצבו הלוחמים הבלתי-סדירים, שבאו בעיקר מקרב חלוצי ההתיישבות, רכשו את נסיונם במאבקים עם האינדיאנים והתכלכלו בעיקר מציד. כל אחד מאלה היה בהכרח קלע מעולה, אחרת היה נטבח בידי אויביו או היה גווע ברעב. אלה גם טרחו כמובן להצטייד בקני-רובה טובים ומדויקים. ואכן, בנוסף לעניין החימוש והקליעה עניין לנו כאן גם בתכונות אישיות מיוחדות ובמנטליות מיוחדת של לוחם מסוג זה.

דבר זה יבלוט עוד ביתר-ישאת בדוגמה ההיסטורית השניה, ביצירת יחידות-ציידים מיוחדות בגרמניה נגד צבא-הכיבוש של נפוליון הראשון. במאבק הנקרא בהיסטוריה הגרמנית „מלחמת השיחרור הגרמנית“, כאן יתברר לנו, כי אכן ניתן בידי ציידים אלה רובה מדויק בהרבה מרובה השרות, שהיה מצוי בידי חיל-הרגלים הרגיל. אבל השוני הקובע היה בביררת האנשים לאיזו יחידות ציידים אלה. אנו לומדים, כי ליחידות האלו נבחרו בניהם של שומרי הצייד, ציידים יעילים מהרי האלפים ויערנים מהיערות העצומים של צפון-גרמניה; בקיצור, אנשים אשר הורגלו להשתמש ברובה זמן רב לפני שגויסו לצבא והחיים בטבע ותחת כיפת השמים לא היו זרים להם. אין תימה, אפוא, כי אנשים אלה גם הופעלו בתפקידי צלפים, כדי לפגוע מרחוק בקציני האויב וכדי להפריע את פלסי האויב בביצוע משימתם: בהקמת גשר או בכל תפקיד הנדסי קרבי אחר.

הצרפתים הועמדו בפני הצורך להקים יחידות-ציידים מיוחדות בקשר להיאחזותם באפריקה הצפונית משנת 1830. באלג'יריה התברר להם כי גם הבדווים הרכובים וגם אנשי ההרים הקביליים מצויידים ברובים ארוכי-טווח יותר מרובי-השרות של הגייסות הצרפתים, ואף מצטיינים ברמת קליעה מעולה מזו של החייל הצרפתי הממוצע. התוצאה היתה, שהשרות הצרפתיות נמצאו תדיר תחת אש קטלנית של הערבים. בעוד הללו נמצאו באי-מפריע מחוץ לטווח האש הצרפתית. כל נסיון לקרב שרשרות-קלעים אל מקורות הירי האויבים היה מסוכן, כי יחידות אלו היו צפויות להשמדה בהתקפות-פתע של הפרשים הערבים. במהרה החלו המפקדים הצרפתים לחפש פתרון לבעיה. זה נמצא בחיקוי של ארגון יחידות הציידים הפרוסים (באותה עת, כללו עוצבות מישמר-המלך הפרוסיות שני גדודי ציידים). חרף התנגדות החוגים הקובעים בצבא צרפת לרובה בעל סלילים, חומשו חיילי יחידת הציידים

מסתבר כי גם בעידן הלוחמה הגרעינית, כאשר מל-חמת-העמיד תוכרע כביכול בהטלת „הפצצה“ — ולכן המחשבה הצבאית חייבת בעצם לחשוב על דרכים כיצד להטיל אותה „פצצה“ וכיצד למנוע את הטלתה על-ידי האויב — קיימים בכל-זאת אנשי-צבא, החושבים גם על פיתוח שיטות חדשות בלוחמה, המוגדרת כיום כ„קונבנציונאלית“. עדות לכך מצאנו במאמר, שהתפרסם בירחון צבאי מערב גרמני בספטמבר 1970, וכותרתו „קרב-הצייד“: שם זה יתקבל בודאי בעיני רוב הקוראים הישראלים בתמהון מסוים. כי מה לציד ולקרב, ומה משמעות הצירוף המשונה הזה של ציד וקרב? אולם יהיו בודאי קוראים אשר יזכרו, כי במבנה הצבאות המודרניים של אירופה נתקלו ביחידות אשר נקראו „ציידים“, בין שהיו אלה ה-*Jäger* של צבא פרוסיה (וגם של צבאות גרמניים אחרים) או של צבא שווייץ, או ה-*Chasseurs* של צבא צרפת לצורכי תיהם השונות. אם יטרח הקורא לבדוק משמעות יחידות „הציידים“ האלו בלקסיקון, ימצא שם הסבר מעין זה: „ציידים — חיל-הרגלים קל בעל חימוש טוב יותר ורמת-קליעה טובה יותר“. בין השאר יגלה, כי קיימים גם ציידים רכובים (אך המכנה המשותף בין אלה לבין הרגלים נשאר בכל-זאת ברמת הקליעה ובאורח-הפעולה הזהה, פרט לעובדה שהאחד נע ברגל ואילו האחר עובר ממקום למקום על סוס). הגדרה זו אומרת את האמת, אך משום-מה, לא את כל האמת. שאילו היה כל ההבדל בין הציידים לבין חיל-הרגלים הרגיל בחימוש טוב יותר ובמתן אימון טוב יותר בקליעה למטרה, היתה הבעיה מצטמצמת למעשה לענין ארגוני בלבד. אך אם נבדוק את התפתחות יחידות הציידים מהבחינה ההיסטורית, יתברר לנו שיש לנו ענין לא רק עם הסדר ארגוני. זאת ועוד: נגלה שמתן השם „ציידים“ אינו מקרי ואף לא שרירותי.

1. Eckard Afheldt, „Jagdkampf“, Wehrkunde, Zeitschrift für alle Wehrfragen, XIX. Jg., München, September 1970, Heft 9, pp. 467/472.

הראשונה ברובים כאלה. בשנת 1838, הוקמה הפלוגה הנסיונית הראשונה והוכיחה את יעילותה במידה כזו, שעוד באותה שנה הרחיבה לגדוד. בשנת 1840 נשלח הגדוד לאלג'יריה, כדי לעמוד במבחן-הקרב. הוא הוכיח עצמו עדי-כדייך, שבאותה שנה הוקמו תשעה גדודי ציידים נוספים ובמרוצת השנים הגיע צבא צרפת כדי 20 גדודי ציידים. במקביל לכך, צץ הרעיון לגייס ליחידות הציידים גם מילידי המקום. כך קיבל הכוח במרוצת הזמן צביון מקומי-ערבי, וגם לאחר שנהפך לימים שוב לכוח צרפתי טהור, שמר על לבושו המקורי ועל גיגונו המיוחדים. באימון הציידים הושם דגש רב על הכושר הגופני, על היכולת לנוע במהירות למרחקים גדולים ולהיכנס מיד לפעולה קרבית. כמו-כן, פותח ביותר ניצול פני-השטח לתנועה ולהתקרבות אל האויב, והשימוש המושכל בלילה, תוך הימנעות מהקמת רעש מגלה. בכל אלה קבעו הציידים את הסטנדרד לצבא כולו. אך בעוד יחידות-הצבא הרגילות פועלות בדרך-כלל במבנה מכונס ועל-פי תרגולת מוכנה מראש, וחייליהן אובדי עצות כאשר התבנית משתבשת, הנה הציידים מורגלים מראש לפעולה עצמאית של חוליות קטנות ואף של יחידים, ופעולתם מכוונת תמיד להשגת המטרה הכללית, אך תוך ניצול מושכל של ההזדמנויות העולות במצבים המשתנים, הקו המנחה את פעולתם הוא ההפתעה והמארב. המחסה מספק להם לא רק עמדת אש מוגנת, אלא גם — ובעיקר! — מסתור, כדי להגיע במפתיע אל אגפי ועורף האויב וכדי לערער את עמידתו תוך השקעת כוחות מזעריים. כמוצרי-לוואי יספקו פעולות הציידים גם אבטחה ומודיעין לגייסותיהם.

במרוצת השנים (ובעיקר בעקבות הלוחמה הסטטית של מלחמת-העולם הראשונה) ניטשטש הייחוד של יחידות הציידים. אמנם היו עוד גדודים שנקראו ציידים, אך למעשה, היה זה פשוט חיל-רגלים קל, שהיה שונה מחיל הרגלים הרגיל בעיקר בחימושו, ויצאי-דופן יחידות „צייד האלפים“, שהיו כשירים במיוחד ללחימה בהרים הגבוהים. במלחמת-העולם השניה ניסו הגרמנים להבליט את הייחוד של צנחניהם בכנותם אותם „ציידים מוצנחים“². כן נהגו ביחס ליחידות שהוטל עליהן להשמיד טנקים בקרב מסווח קצר, שנקראו „ציידים טנקים“³. אך בדרך-כלל, לא החיו את הרעיון המקורי של יחידות הציידים.

נעבור עתה מסקירתנו ההיסטורית אל חידוש הרעיון בזמננו.

המושג המודרני של קרב הציידים

מהמאמר הגרמני, שהוזכר בראשית רשימתנו זו, אנו למדים, כי סוגיה זו של „קרב-הצייד“ משמשת לאחרונה נושא לדיונים נוקבים בצבא גרמניה המערבית. זאת ועוד: מתברר לנו, כי קיימים תקנונים ארעיים בסוגיה זו, שלפי עדות בעל-המאמר הגרמני חוברו כבר לפני כ-10 שנים, ולכן הם

טעונים לדעתו עדכון מרחיק-לכת נוכח התפתחות המושג. נדמה לו, שבדרך לניסוח תורת ציד מודרנית קיימים כמה מכשולים ואלה העיקריים בהם:

- א. אין המשכיות בין נסיון קודם לבין מה שמתכוון הבודנסוואר לחדש עתה;
- ב. אנשי-צבא ותיקים, שרכשו נסיון-מה בסוגיה זו בעבר, מתו או שאינם משמשים עוד בתפקידים כאלה, שיוכלו להשפיע על התפתחות הנושא או אף לתרום מנסיונם;
- ג. המטכ"ל הגרמני אף לא ניסה להפיק לקח מהנסיון שנרכש בזירות הקרב השונות בכל העולם; קל וחומר שלא נעשה כל נסיון להתאים לקח כזה למסיבות הספציפיות של צבא גרמניה;
- ד. רוב הקצינים של היום אינם מסוגלים כלל לחשוב במונחים האלה של „קרב-הצייד“, אלא כבולים במושגים סדירים וקשוחים ובוודאי יתקשו ביותר לשנות את הרגלי חשיבתם;
- ה. ולסיום, קיימת לדעת בעל-המאמר דעה קדומה ביחס לאופיו של החייל הגרמני, שלפיה אין הוא מסוגל להילחם בתנאים המיוחדים האלה, אלא נזקק בהכרח לתבנית-קרב מכונסת לשם לחימתו היעילה.

מכשלות אלו ודאי שאינן ספציפיות לצבא הגרמני של ימינו בלבד. אלא כמדומה שבחלקן הן נחלת רוב הצבאות הסדירים. די אם נזכור שכמעט בכל התקופות התקשו בעלי רעיונות בלתי שגרתיים להשיג את הסכמת המימסד הצבאי להגשמת הצעותיהם.

בעל המאמר מוותר מראש על הנסיון לכלול את „קרב הצייד“ בין צורות הקרב המקובלות כיום (אם כי הוא סבור שבדין יש להכלילו ברשימת צורות-הקרב). הוא מנסה להוכיח, כי נועד ל„קרב הצייד“ תפקיד נכבד בכל צורות הקרב והוא מדגים זאת בשורה של דוגמאות. אם כי הוא אינו נלאה מלחזור ולהדגיש את הרב-גוונים של צורת קרב זו.

שלוש דוגמאות של

שילוב קרב-הצייד בהתקפה:

1. בעת צליחת נהר — יחידות ציידים יסתננו יום או יומיים לפני מועד ההתקפה של גוף ממוכן על-עוצבתי לצד השני של מכשול המים ויחדרו לעומק מערך האויב. בשעת היש של ההתקפה, יפעלו נגד מיפקדות ומיתקני שליטה, נגד עתודות, עמדות הנשק המסייע ומיתקנים לוגיסטיים, במגמה לשתק את כושר ההתגוננות של האויב. בכך יסללו את הדרך להצלחה הוודאית של ההתקפה העיקרית. מסתבר, שבמקרה זה, „קרב-הצייד“ הוא חלק ממיבצע נרחב יותר. השאלה אם יקחו הציידים עמם רק"מ או רכב אחר ואילו סוגי נשק כבדים יותר יאשו

2) Fallschirmjäger.

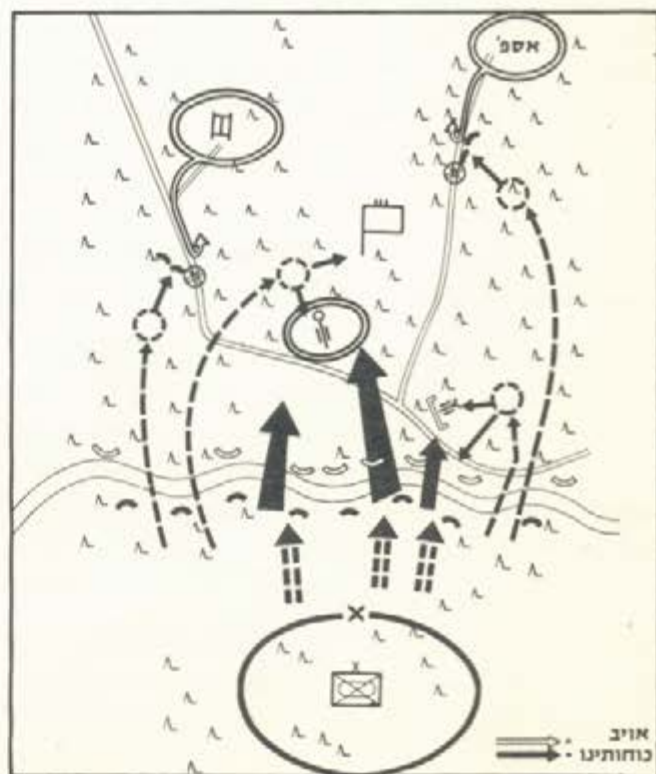
3) Panzerjäger.

עמם. מותנית במסיבות הקונקרטיות של המיבצע ובמצב הטופוגרפי וזה ישתנה בוודאי ממקרה למקרה. דבר אחד מחייב הדגשה מיוחדת: במקרה זה „קרב-ציד“ הוא מכלול רחב של מיבצעים וזעירים. יחידים. שיותאמו למטרה האחת של פיצול פעולות-הנגד של היריב ושל כבילת כוחות חזקים כאלה. עד שיהיה בכך כדי להחליש ולשתק באמת את כושר התגוננותו.

2. פתיחת מיצר — יחידות הציידים יעקפו את עמדות האויב המחזיק במיצר 10 עד 20 שעות לפני התקפת הכוחות הממו-כנים. בד-בבד עם פתיחת ההתקפה של הכוחות העיקריים יתקפו הציידים את האויב בעורפו, ימנעו אותו מהפעיל מחסו-מים, ישללו ממנו נסיגה מאורגנת ומסודרת וישאפו ליצור אנדרלמוסיה כזאת, שתאפשר התפרצות מהירה של הכוח הממוכן. סיור מוקדם והשגת מודיעין מראש הם תנאי הכרחי להצלחת פעולת הציידים. אם פעולות אלו תיעשנה בטרם הסתגנו הציידים לעורף האויב, או לאחר שכבר הקימו בסיס מוסתר שם — זה מותנה במצב ובתנאי-השטח. יש חשיבות רבה לכך, שהצייד יפעל ברציפות תמיד כנגד יעדים כאלה, שבהם עלול האויב להיערך מחדש להתנגדות נגד התקדמות הכוח העיקרי. לכך יספיקו לרוב כוחות מצומצמים.

3. אטימה בעורפו של אויב מתגונן — כוחות ציידים יסתגנו ימים אחדים לפני שעת היש של ההתקפה העיקרית, עמוק לעורפו של האויב. משימתם היא לאטום במהלומת-פתע — על-פי לוח-זמנים קבוע מראש או לפי פקודה מיוחדת — מרחב בעומק 20 קילומטר בעורף מערך ההגנה של היריב.

כוחות ציידים גרמניים בצלחת נהר



וזאת באופן שייבצר ממנו בכל רוחב החזית לקיים קשר מהמערך הקדמי לאחור, ומהעורף למערך הקדמי. מטרת הפעולה הזאת היא לחנוק את מערך-ההגנה ולמנוע היערכות הגנתית מחודשת, לפחות באזור שבין רצועת האטימה של הציידים לבין קו-החזית. תכנון מדויק וניהוג קפדני הם תנאי בל-ייעבור להצלחת משימה כזאת. יש להקצות לפלוגות ולמח-לקות הציידים „קבוצות משימה“ מוגדרות ומוגבלות בשטח. דבר זה יקל על הסיור ועל איסוף המודיעין וכמריכו, על הכנת האמצעים החומריים, ויסייע לקואורדינציה של פעולות-היחידות הזעירות. חשוב לזכור, כי מדובר כאן לא רק בהתנפלות פתע ובהטרדה, אלא בסופו-של-דבר, גם בהחזקת יעדים כדי לקיים אטימה יעילה. יש לחזור ולהדגיש, כי משך פרק-זמן מסוים חייבת אטימה זו להיות „הרמטית“. על אורח-הפעולה למילוי משימה זו יחליט כל מפקד מקומי בהתאם למסיבות.

הציידים בהשהיה

כוחות ציידים חלשים יחסית יוכלו להשהות במיצר התקפת כוחות ממוכנים אויבים עדיפים פרק-זמן מוגדר מראש, ובהמ-שך, לנהל קרב משהה, בעיקר בשטח מבותר ומכוסה. יש לדעת, כי לאורך ציר-תנועה טוב, יהיה זה קשה ביותר לעכב אויב ממוכן, הנהנה גם מעוצמת אש עדיפה. אויב כזה לא יתקשה להבקיע עמדות שהייה בזר-אחרי-זו, וזה יביא בנקל למצב, שבו יסוג הכוח המשהה בבהלה מעמדת חסימה אחת לאחרת. אך יש לזכור, כי אויב שנעצר בשדרת-מסע על הצייר עצמו נוכח חסימה, פגיע הרבה יותר באגפיו מאשר בחוד שלו, שהורכב במיוחד למטרת ההבקעה. ככל ששדרה כזאת תיאלץ לנהל קרבות עקשניים יותר נגד כוחות ציידים באגפיה — כן תיחלש תגופת כוח-ההבקעה שלה בחוד, וכן עלול להת-ערער ליכולת. חייב להתקיים תיאום בין כוחות החסימה לבין כוחות הציידים באגפים. אך אין כל ספק, שבתנאי שטח מתאי-מים אין דרך יעילה יותר להצלחת כוח נחות נוכח כוח עדיף. אפשרות נוספת להקשות על התקדמות האויב במקרה כזה היא פעולה נגד דרכי התקשורת שלו לעורף. הציידים התחמקו מהתקפת-אויב עדיפה ו„צללר“ בשטח קשה לעבירות. משם יפעלו במיגון רב של פעולות יחידות — אך על-פי תכנית אחידה ובניהוג מרכזי — נגד החלקים העורפיים של מערך האויב, במגמה להאיט כך את התקדמותו או אף במגמה להביא להיעצרותו המוחלטת. כיעדים ישמשו מיפקדות של עוצבות מכל הרמות, עמדות ארטילריה ושדרות אספקה. יודגש שמדובר כאן לא „בציד חופשי“ של היחידות הקטנות הפועלות, אלא בפעולה על-פי תכנית אחידה וככל האפשר מוכנה מראש, כדי שמכלול הפעולות יביא לתוצאה המקווה. יש לחשוב מראש על פתרון הבעיות הלוגיסטיות הקשורות בפעילות מעין זו, לרבות בעיית הטיפול והפינוי הרפואי, ולהכין לפרטי-פרטים את תכנון הסיורים ואיסוף המודיעין.

אם בעבר היו הציידים חיל רגלים קל בלבד (כי גם הציידים הרכובים השתמשו בסוסים רק כאמצעי תובלה ולא פעלו כפר-שים), הנה מהדוגמאות שהובאו למעלה ניתן להבין, כי „קרב-הציד“ המודרני, אשר יעמוד במישור אחד עם שאר צורות-הקרב, מתאים לכל החילות, בתנאי שהוכשרו וצוידו לכך. וכאשר נאמר „כל החילות“, אין הכוונה לחילות הלוחמים בלבד, אלא גם לחילות השרותים. אין כל סיבה שגייסות כאלה לא ישתתפו בעת הצורך ב„קרב-הציד“ ויגדילו במסיבות מסוימות את סיכויי ההצלחה. בנוסף לאימון ולציד, נדרשת מנה גדושה של דמיון פורה ושל יוזמה בכל הרמות, כדי להפוך את הציד לאמצעי יעיל בהחלט.

כאשר הובקעו גייסות והופצו על-ידי האויב לכל עבר, עשויים להיפגש במקומות-מסתור שונים חיילים מיחידות שונות מכל החילות ומכל הדרגות, ואז עליהם לדעת מה לעשות וכיצד לפעול. אולם אין די בפעולות זעירות מקריות, שתכליתן להשיג מזון או לשוב אל הקיום הידידותיים. עדיין אין זה „קרב-ציד“. גם כאשר מתארגנת חבורה גדולה יותר ומחליטה להטריד אזור מסוים בעורף האויב, אין לראות בכך „קרב-ציד“, מה שהופך לחימה זעירה ל„קרב-ציד“ הן ההכנות מבעוד-מועד והתיאום ברמה גבוהה (זה מבטיח ניהול מרכזי על-פי תכנית אחידה). שלבי הארגון יהיו במקרה זה כך בקירוב: יצירת מגע וקשר בין חבורות קטנות; קביעת מערכת פיקוד; סיור ואיסוף מודיעין; הכנת מקומות מסתור; חלוקה תכליתית של הנשק ואמצעי-הלחימה; דאגה לאספקה; יצירת המסגרות הגבוהות יותר, וכדומה. יש לזכור שהאויב לא יתקשה לחסל במהירה „כנופיות“ יחידות. אך „קרב-ציד“ מנוהל במרחב גדול ונערך באופן שיש בו כדי לפצל את מאמצי האויב, יקשה על פעולות הדיכוי והחיסול. אם נשקלה אפשרות כזאת עוד בימי שלום, וכל הגייסות הוכנו לקראתה ואומנו לכך, לא יקשה להגשים עקרונות אלה במצב חרום.

סוף בעמ' 40

הערות המערכת.

במאמר שהבאנו מתוארת צורת קרב ישנה עם נסיון לחידושה. אין ספק, שלעיני בעל המאמר הגרמני עמדו פעולות הפרטיזנים הרוסים ואחרים, שזינבו ועשו שמות בעורף הצבא הגרמני בחזיתו לרוסיה במלחמת-העולם השנייה. דוגמה נוספת אופיינית לצורת קרב זו היא פעולתו של ווינגייט עם הצינדיטים שלו בבורמה.

קוראי הבטאון מוזמנים להגיב. רצוי לשים את הדגש על יישום צורת הקרב לכוחות משולבים שריון/חי"ר אשר ייעזרו במסוקים ואמצעי-תובלה החדישים אשר מעמידה כיום הטכניקה לרשות הכוחות הלוחמים.

יחידות ציידים ינועו בעקבות הכוחות הממוכנים. תפקידם יהיה למנוע מכוחות-אויב, שדרכם הבקיעו הכוחות הממוכנים, אך הם שרויים עדיין בשטח, מהתארגן מחדש ומפגוע בתקשורת של הכוחות התוקפים. למעשה, קיימת הסכנה, שהאויב יפעיל מצדו „קרב-ציד“, ואז כדאי לדעת שהדרך היעילה ביותר לטפל בסכנה זו היא בעזרת „קרב-ציד“ נגדי, אם יאלצו כוחות-הציד של האויב להתגונן מפני כוחות-ציד עוינים. לא יתפנו לפגוע בתקשורת הכוחות הממוכנים המתקדמים. הצלחת הדבר היא כמובן גם פועל-יוצא מיחסי הכוחות. אך כוחות ציד הפועלים בעורף כוחותיהם התוקפים מסייעים באורח מכריע לשמירת חופש הפעולה וקיום תנופת-ההתקפה.

אם כוחות-ציד של האויב פועלים בעורף כוחותינו, תהיה, כאמור, פעולת-נגד של כוחות ציד שלנו המענה היעיל ביותר לכך. כוחות ציד אלה ישענו על המיתקנים העורפים הלוגיסטיים (מיתקני תחזוקה ואספקה) וכך יהיה להם יתרון לוגיסטי ניכר על יריביהם. זאת ועוד: בעת הצורך יוכלו גם יחידות-התחזוקה להושיט עזרה ותגבורת לכוחות הציידים. הקו המנחה צריך להיות רדיפה בלתי-פוסקת אחר צייד האויב, כדי לשלול מהם כל אפשרות של מנוחה וכדי להתיש את כושר לחימתם ועמידתם.

„קרב-ציד“ בהגנה

אין ככוחות ציידים כדי לכסות רווחים ופערים בין מערכי הגנה, ובעיקר, כאשר יהיו הרווחים נרחבים כל-כך, שיאפשרו (ואולי אף „זמינו“) חדירת אויב בין המוצבים המוגנים. קרב-הציידים חייב להיערך קדימה ככל האפשר ויביא בחשבון ניצול כל עומק המרחב המוגן. ככל שיהיו ההכנות קפדניות ומדוקדקות יותר, כן יגדלו סיכויי קרב הציידים גם נגד אויב עדיף. גם אין להיבהל מכך, שבמסיבות מסוימות ייאלץ חלק ממערך-ההגנה לסגת, ותיווצר הסכנה של אגף פתוח או חשוף. דווקא מצב כזה עשוי ליצור תנאים טובים להמשך קרב הציידים.

אם גדוד ציידים יכותר בנסיבות כאלו, עשוי להיווצר מצב שבו אין טעם להישאר במקום ולהתגונן בו, ואף אולי לא יהיה זה הגיוני ביותר לנסות ולהתפרץ מהכיתור. אלא יהיה זה דווקא תואם יותר לכוונת הדרג הממונה, שהיחידה „תימוג“ ליחידות משנה קטנות ותמשיך את הלחימה בשיטת הציד. ברור שלחימה זו חייבת לשרת את הכוונה הכללית. אז יש להקצות לגדוד הציידים משבצת שטח (לדעת בעל המאמר לא גדולה מ-20 על 20 קילומטר!). שבה הוא יקשה על פעולות האויב ויסייע בכך להמשך המיגנה. ככל שחשבו על אפשרות כזאת מראש והלינו אותה, כן תגדל יעילות הפעולה הזאת.



"דווינה" תמרון סובייטי רחב-היקף

במיוחד יש לציין את השתתפות דיוויזיית הגוורדיה (המישמר) בשם „טאמאן“, מן העיר קאלינין. דיוויזיה זו מספקת בדרך-כלל את הגייסות למסדרים הגדולים במוסקבה. בנוסף לכוחות הקרקע, השתתפו בתמרון יחידות גדולות של האויריה הטקטית ויחידות טילים מונחים.

ניהול התמרון הופקד בידי מיניסטר ההגנה הסובייטי המרשל גרצ'קו. לידו עזרו במטה הניהול: גנרל הארמיה פבלובסקי (שפיקד על הפלישה לצ'כיה); מרשל-האויר קוק-טוב — מפקד חיל האויר הסובייטי; גנרל-הארמיה מריחין — מפקד חיל-ההספקה הסובייטי, ועוד אישים סובייטיים רמי-מעלה. צויין כי כאורח-כבוד נכח במינהלת התרגיל רמטכ"ל צבא אפגניסטאן.

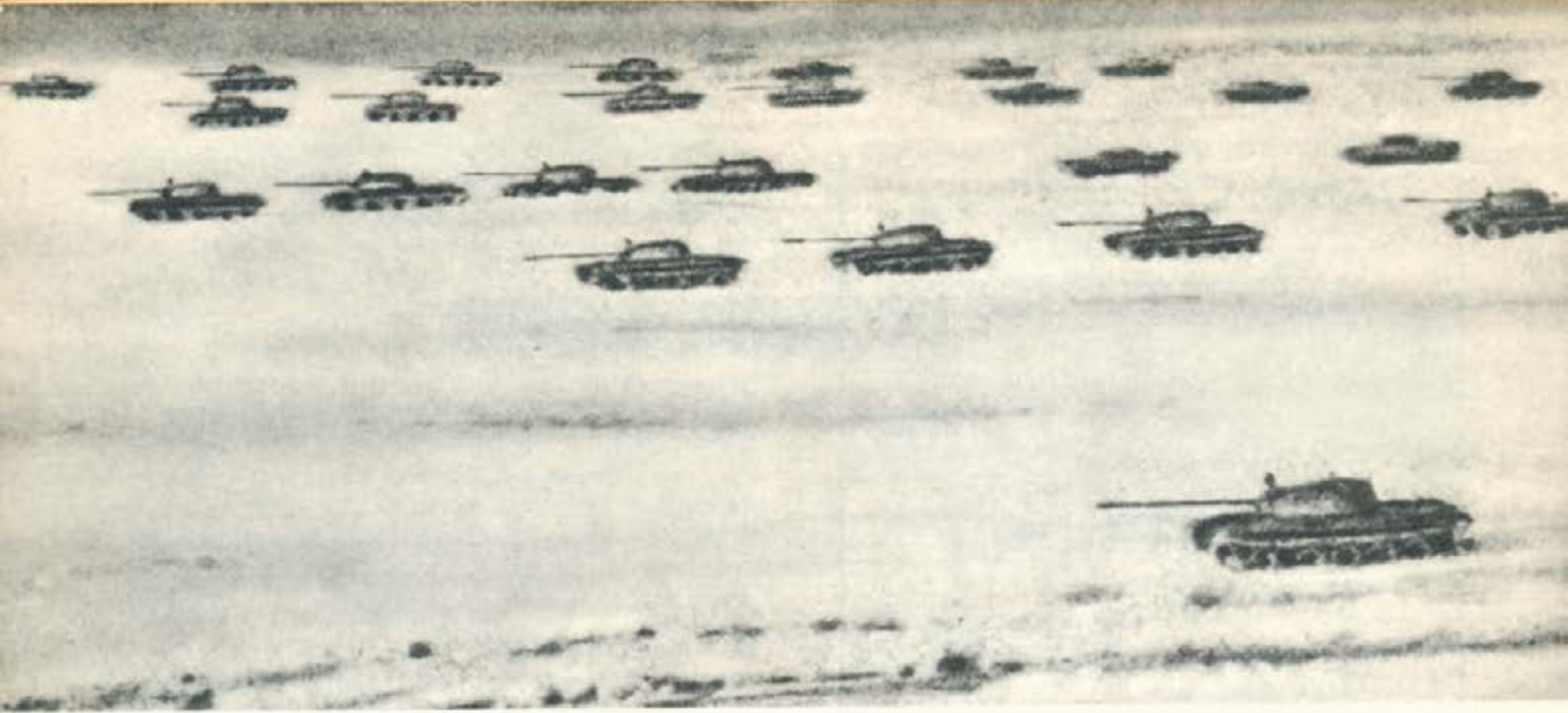
השטח

השטח שבו התנהל התמרון נמצא בשפלה בעלת גבעות קטנות ונמוכות, המכוסות ביערות רבים של עצי-מחט אופיינים, וכן באגמים קטנים במקומות הנמוכים. במשך ימי התמרון, שהתנהל בראשית חודש מרס, שרר באזור שקע ברומטרי ומטרות חזקים התחלפו בלילה בירידה חריפה של הטמפרטורות: בין 0 מעלות למינוס 3 ביום ומינוס 8 בלילה. שמש האביב הפשירה את השטחים שקפאו בלילה והפכה אותם לים של בוץ. שטחים רבים היו מכוסים בשלגי החורף. הכבישים באזור נסגרו לתנועה אזרחית וכמוהם גם תחנות הרכבת באזורים הסמוכים.

לאחרונה, החלו להתפרסם בעתונות-העולם ידיעות על תמרון סובייטי רחב-היקף ושמו „דווינה“. הידיעות על הצבא הסובייטי מעבר למסך הברזל מעטות, וזו אחת ההודמנויות היחידות לראותו בפעילות „מיבצעית“ (מלבד פעילות ה„אחווה וההצלה“ בצ'כוסלובקיה ב-1968).

לרגל המעורבות הסובייטית הגוברת במזרח התיכון, יש לנו עניין מיוחד בנעשה בצבא הסובייטי, מאחר שמדריכיו מאמנים את הצבאות העיקריים אשר בפניהם אנו עומדים, ותורת הלחימה שלו עלולות ללא-ספק להיות מיושמות על-ידי הערבים. הידיעות המעשיות על התמרון מקוטעות ומצומצמות, אך גם מהן יוכל הקורא להקיש ולהסיק מסקנות בדבר הכוחות, המהלכים, והכלים שנטלו חלק במבצע.

כרגיל אפופה פעילות מיבצעית של הצבא הסובייטי במעטה עבה של סודיות. כך היה בתמרון „דנייפר“, שנערך בשנת 1967, וכך היה ב„תמרונים“ בטרם הפלישה לצ'כוסלובקיה, החידוש לגבי „דווינה“ היה בפרטומת אשר סביבו. בחודש פברואר הכריזה העתונות הסובייטית כי מדובר על „תמרון מיוחד במינה“, שהכנתו נתמשכה זמן רב. התמרון נקרא „דווינה“, על שם הנהר העובר מצפון-מערב לדרום-מזרח ברוסיה הלבנה, (ביאלורוסיה), מצפון לעיר מינסק. רוחב הנהר בין 100 ל-150 מטר והוא דומה לנהרות רבים אחרים באירופה המרכזית כדוגמת אלבה, וור וריין. בתמרון השתתפו 12 דיוויזיות ממתחבי הפיקודים השונים במרכזו בריה"מ. כל הדיוויזיות היו מהדרג האסטרטגי השני, והשלימו אותן אנשי מילואים.



מטוס תובלה ענק AN-22



AN-22 מורק משלה רקטות כבדות SCUD-B



תותח נ"ט 85 מ"מ M-45 נגרר לעמדת-ירי



מהלך התמרון

התמרון נערך בין התאריכים ה-2 ל-13 במרס 1970 ונתחלק לשלושה חלקים עיקריים:

- כינוס והיערכות הכוחות המתורגלים.
- התמרון עצמו (הקרב).
- מסדר הסיום במינסק (כולל תרגיל באש חיה).

בשלב הראשון של כינוס הכוחות (בין ה-2 ל-9 במרס) נערכו תרגילי הבאת כוחות ממרחקים גדולים-יחסית, בין 800 ל-1000 קילומטרים. זה התנהל באורח מוסווה ובסודיות מלאה. השיטה היתה תובלה משולבת במובילים, ברכבות, ובהיטס. הכלים הכבדים הובאו בעיקר ברכבות והמטוסים נשמרו בעיקר לחיי-יום ולציווד-לחימה יקר במיוחד, כגון טילים ומטולי רקטות. מוגר-האוויר הקשה על פעולות האספקה בהיטס, והיה לעתים צורך להפנות את המטוסים לשדות-נחיתה רחוקים. אך הקשיים הניכרים ביותר היו על הקרקע דווקא, וחייבו הפעלה של חיל ההנדסה בהיקף נרחב ומאומץ. לרשותו של חיל ההנדסה עמדו גשרים רבים, כל-ירכב כבדים ששקעו בבוץ חולצו לעתים ע"י מסוקי-הענק מ-10. בכל פעולות חיל-ההנדסה נכחו שופ-טים, שמדדו את משך הפעולות השונות בשעוני עצר, על חיל-ההנדסה הוטל גם תפקיד שמירת יכולת הלחימה של החיילים והוא דאג לאוהלים מחוממים ולמקלחות-שדה מחוממות.

יום ראשון למיבצע — 10.3.70

הכוחות המתורגלים חולקו כמקובל לשני חלקים: הכוח הצפוני בפיקוד הגנרל שברוב, והכוח הדרומי, שעליו פקד הגנרל איבנובסקי.

מהלכי הפתיחה, לפי סיפור-המעשה, החלו השכם בבוקר, בהתקפה של הכוח הצפוני על יחידות קטנות של הכוח הדרומי, שעמדו בצדו הצפוני של הנהר (מכאן משתמע, כי לכוח הדרומי היה מאחו בגדה הצפונית). במקביל לצליחת הנהר על-ידי הכוח הצפוני, שהתבצעה בסדר-גודל של דיוויזיית חי"ר

סיכום

תמרון „דווינה“ היה תרגיל דו-צדדי עם גייסות בהקף נרחב מאד. בתרגיל נכחו משקיפים צבאיים ואחרים ממדינות ברית וארשה. התרגיל לווה בפרסומות נרחבת (יחסית) אשר שיוותה לו בין השאר אופי הפגנתי בולט.

הערות ראויות לציון:

א. בעתונים הוזכרו דימויים של מכות גרעיניות במשך המהלכים העיקריים.

ב. לא הוזכר נושא השימוש המדומה בנשק כימי.

ג. נושא הנחתת כוחות מהאוויר ליווה את שלביו העיקריים של התרגיל כמעט בכל הרמות.

ד. באו לביטוי נרחב הפעלת עתודות לסיכול התקפות אויב והתקפות-נגד.

ה. תרגול חיל ההספקה וחיל ההנדסה היה חלק דומיננטי בתכנית האימון. מבחינה הנדסית, שולבו רוב האמצעים המודרניים בקנה-מידה נרחב. מבחינת האספקה, הוקדשה תשומת-לב בולטת להזנת החיילים, אשר ברוב מהלכי התרגיל קיבלו שלוש ארוחות חמות ליום.

ו. שלא כפי שנעשה במקרים קודמים, לא נמסר הפעם על מנצח או מנוצח בתרגיל זה.

ז. על-פי תמונות שהופצו, מנסה העתון המערב-גרמני „חייל וטכניקה“ להצביע על מיבנה מחודש בעוצבות הטנקים הרוסיים. לפי תמונה זו, המתפרסמת בראש המאמר, קובע העתון כי כיום מונה מחלקת טנקים רוסית ארבעה טנקים, ובפלוגה (שלוש מחלקות ועוד טנק מ"מ) יש 13 טנקים.

פלוגת חרמ"ש מונה שלוש מחלקות בנות שלושה נגמ"שים ועוד נגמ"ש פיקוד אחד.

ממונעת, הנחיתה הדיוויזיה כוחות בגודל של פלוגה וגדוד בנקודות שונות לאורך שפת הנהר הדרומית. הכוח הדרומי הפעיל מיד כוחות למכות-נגד, אך נוכח לדעת שלא יוכל לבלום את ההתקפה ונסוג לקו הגנה שני, תוך שהוא מפעיל כוח-הגנה אוירי חזק.

בשלב זה יש לציון את ההפעלה (משני הצדדים) של „מכות אטומיות“ מנשק אטומי טקטי ומטוסי-תקיפה והפצצה. יצויין עוד, כי מאחר שגדות הנהר היו „בוצניות מאד“, הפעיל חיל ההנדסה של הכוח הצפוני אמצעי גישור וצליחה בקנה-מידה נרחב.

יום שני למבצע — 11.3.70

לאחר הקמת ראש-הגשר וביסוסו, ניסה הכוח הצפוני להרחיבו כלפי דרום, אך נתקל בהתנגדות כבדה של כוחות עתודה דרומיים, אשר קודמו במשך הלילה.

כדי להקל על הכוחות הצפוניים הנלחמים על ביסוס ראש-הגשר והרחבתו, הונחתה דיוויזיה צפונית שלמה בעורף קר-ההגנה העיקרי של הכוח הדרומי. בפעולת הצנחה רחבת-מימדים, שארכה 22 דקות בלבד, הוצנחו 8000 חיילים, ממספר רב של מטוסי אנטונוב 12 ואנטונוב 22. מיד אחריהם, הוצנחו לכוחות 160 כלי-נשק מסייע כבדים וכלי-רכב ממטוסים נוספים.

יום שלישי — 12.3.70

שני הצדדים מקדמים ומפעילים את עתודותיהם. הכוח הצפוני עושה מאמץ עילאי כדי להתחבר עם הכוח המונחת, בהניעו עוצבות-טנקים רבות. הכוח הדרומי מנסה למנוע את החבירה (ובכך את פיצולו) ומניע אף הוא עוצבות טנקים גדולות.

שני הכוחות מסתייעים בשלב זה ב„מאות מטוסים“. בקרבות שריון אלה, באו לבטוי אלפי טנקים, ולפי תיאורים סובייטיים, התפתח באזור „קרבת-הטנקים הגדול ביותר, מאז המערכה על קורסק“. יצויין במיוחד נושא הפעלת המסוקים במשך שלושת הימים, לתפקידי תובלה והעברת כוחות — וזאת בטיסה נמוכה מאוד לאורך קוי הגובה של הרכסים.

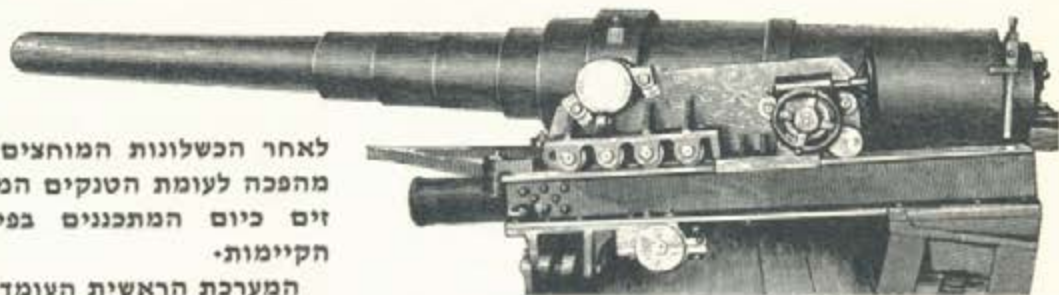
יום רביעי — 13.3.70

התמרון מסתיים בתרגיל-אש גדול של כוחות הקרקע וכוחות אויר, בשטח מצפון לעיר מינסק. בסיומו של תרגיל-האש נערך מסדר-צבאי גדול, שעבר בסך בתוך העיר.

* יצויין כי בקרב קורסק, המקובל כקרבת-הטנקים הגדול בהיסטוריה, השתתפו כ-6,000 טנקים בקירוב, משני הצדדים — המערכת.

טנקים T-55 ונגמ"שים M-1967 בדרך לסטח'התמרון





לאחר הכשלונות המוחצים בפיתוח טנקים שיחוללו מהפכה לעומת הטנקים המוכרים לנו עד כה, מתרכזים כיום המתכננים בפיתוח ושיכלול המערכות הקיימות.

המערכת הראשית העומדת כעת לפני שכלול ופיתוח היא מערכת האש. בתחום זה מתרכזים המאמצים בנושא הייצוב ומתן האפשרות לטנק לירות תוך תנועה בהסתברות פגיעה גדולה ככל האפשר. לפנינו שני מאמרים הדנים בנושא אשר תורגמו מתוך שנתון גרמני מקצועי ושמו *Jahrbuch der Wehrtechnik* שהופיע בשנה האחרונה. המסקנה הסופית של שני המאמרים היא כי יעילות טנקי הדור הנוכחי תהיה תלויה בזריזותם ובניידותם מצד אחד, ובכושר הפגיעה תוך תנועה מצד שני.

בימינו מצויד טנק-מערכה בקשת נרחבת של כלי-נשק. החל במטולי פצצות עשן ונפץ ובמקלעים, וכלה בנשק העיקרי. מאמר זה דן בעיקר במערכת-הנשק העיקרית של טנק מערכה. אשר לצורך הפשטות תכונה „מערכת-נשק“.

מגמת הפיתוח שבלטה במלחמת-העולם השנייה היתה המירוץ בין יעילות הנשק ובין השריון. התוצאה היתה: גידול מתמיד של ממדים, הן של כלי הנשק, התחמושת וחוזק השריון והן של הטנק בכללותו.

מגמת פיתוח זו נשמרה לאחר סיום מלחמת-העולם השנייה, והתוצאה היתה גידול הקליבר של תותחי טנקים בארה"ב. צרפת וגרמניה ל-105 מ"מ, באנגליה ל-120 מ"מ, ובבריה"מ ל-100 מ"מ ו-115 מ"מ. מגמת הפיתוח הברורה היתה להעלות את יעילות הנשק ועם זאת לשמור או אף לצמצם את ממדי הרכב (המשקל).

השאיפה להגדלת הקליבר נובעת ללא-ספק מהדרישות ההולכות וגדלות לכושר החדירה ולהגדלת הטווח הקרבי. במלחמת-העולם השנייה הושם הדגש על השריון, כלומר ההגנה. במרוצת השנים גדל כושר החדירה של הקליעים, לדוגמה על-ידי ניצול עיקרון המיטען החלול, במידה כזו שאפילו השריון החזק והרב שימושי לא יכול עוד לתת הגנה מספקת. עובדה זו הביאה בעקבותיה שתי דרישות חדשות בולטות מ„מערכת-הנשק של טנק-מערכה“, שהיתה להן השפעה קבועה על מערכת הנשק. פעמים ניסו לאון את ההגנה החסרה על-ידי הגדלת הניידות ופעמים שאפו לניהול הקרב מטוח רחוק. נסיונות אלה לשיפור חייבו מצד אחד — אפשרות פגיעה בכדור הנורה מטנק נע ומכוון למטרה בעלת ניידות גבוהה ומצד שני — דיוק פגיעה וכושר חדירה.

כאמור, החל במלחמת-העולם השנייה נתונות הדרישות לחי-מוש הטנק בקו עליה מתמיד, ועד כה נמצא הפתרון בתותח-הטנק. אך כיום, מאחר שנדרש סיכוי פגיעה גבוה בירי לטוחים

תותח או טיל

מה יהיה
נשקו העיקרי של טנק המערכה
לשנות השבעים והשמונים

פ. שופן

ארוכים, נראה שהתוחת (נשק-קני) המעולה כמעט אינו יכול לספק את הפתרון הנדרש. עם גידול הטווח, הולך ופוחת במידה ניכרת דיוק הפגיעה של טיל שאינו מונחה. כאן טמון יתרונו הברור של הטיל המונחה. השאלה היא איפוא: האם יוכל עדיין תותח-הטנק לשמור על מעמדו הבכיר כנשק חימוש עיקרי בטנק?

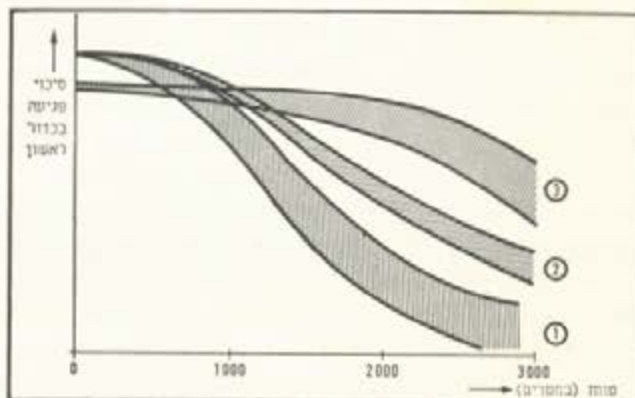
כדי לענות על שאלה זו, צריך לנתח את התכונות של שני סוגי הנשק — התותח, והטיל המונחה — ולבדוק באיזו מידה ניתן לנצל את התכונות השונות בתנאי קרב מציאותיים. כדוגמה מקבילה ניתן כאן להציג את ההגנה נגד מטוסים. היתה תקופה שכמה אומות האמינו בעליונותו הברורה של הטיל המונחה בהגנה האווירית, וראו בתותח האוטומטי המקובל כלי שלא לפי רוח הזמן. מלחמות קוריאה וויאטנאם הוכיחו לרבים את יתרונותיהם של התותחים האוטומטיים. על-אף הטילים נגד מטוסים, עדיף התותח האוטומטי ללחימה במטוסים ממכיכ טוס, וזאת עקב הזמן הקצר של מעוף הקליע וקצב האש הגבוה.

תוחת הטנק כיום

כיום גוברות הדרישות לחימוש הטנק המתבססות על קרבי תוך-תנועה, על סיכוי פגיעה בכדור ראשון בטוחים ארוכים, ועל כושר חדירה בטוחים ארוכים.

לתותח-הטנק כמה מגבלות, העומדות כאן לדיון. האחת, שכבר צוינה לעיל, היא כושר הפגיעה של תותח-הטנק ההולך ופוחת ככל שגדל הטווח. ציור 1 מראה סיכוי הפגיעה של הכדור הראשון כפונקציה של הטווח לגבי תחמושת המיטען החלול והתחמושת הקינטית, לעומת הטילים המונחים. סיכוי הפגיעה בטווח 2.000 מטר בתותח-טנק הנמצא כיום בשרות, הוא 20%—40%. בהתאם לסוג התחמושת ומערכת בקרת האש, סיכוי הפגיעה בכדור הראשון הוא הגורם אשר לפי הנראה מצמצם את גבולות הטווח הקרבי המירבי של תותח-הטנק.

מגבלה שניה מהווה התחמושת. מובאים בחשבון שני סוגי תחמושת חודרת שריון: האחד — קליעים עם מיטענים חלולים והאחר — קליעים הפועלים באנרגיה קינטית.



ציור 1: סיכוי פגיעה בכדור ראשון של מערכת נשק בטנקים.
 (1) כושר פגיעה של תותחי הטנקים המקובלים.
 (2) כושר הפגיעה הצפוי של תותחי הטנקים של הדור הבא.
 (3) כושר פגיעת הטילים.

כושר החדירה של מיטען חלול אינו תלוי במהירותו הסופית, ולכן אינו תלוי בטווח.

לא כן הדבר בתחמושת של קליעים קינטיים, אשר כושר חדירתם הוא פונקציה של אנרגיית הפגיעה, ולכן הוא הולך ופוחת עם גידול הטווח, אנרגיית הקליע, כלומר משקל הקליע והמהירות ההתחלתית, אינה ניתנת להגדלה ללא גבולות, כדי להגביר את כושר החדירה של התחמושת הקינטית. בתותחי הטנקים כיום, בעלי מהירות הלוע של 1.500 מטר לשניה בערך, כבר הגיעו לגבול הסביר בכל הקשור למהירות הלוע, למיבנה הקנה, לבלאי הקנה וכיו"ב. הוא הדין לגבי משקל הקליע, אשר הגדלתו קשורה בהגדלת הקליבר, ודבר זה גורר אחריו בהכרח גדול רתיעה, הדורש מקום מרווח וכיו"ב. התוצאה — הגדלת מידות הטנק ומשקלו, שהם גורמים המגבילים את כיוון הפיתוח.

בטנקים הנוכחיים כדוגמת הטנק הגרמני „ליאופרד“, השוקל 40 טונה לערך וחמוש בתותח 105 מ"מ, טרם הגיעו לגבול זה. כהוכחה, ישמש הטנק הסובייטי „T-62“, שמשקלו פחות מ-40 טונה, הוא חמוש בתותח בעל כושר מעולה בקוטר של 115 מ"מ. בעת תכנון מערכת-נשק עיקרית בטנק-מערכה, מן הראוי להתחשב בכך שאפשר להקטין באופן ניכר את השפעות הרתיעה של תותח-הטנק על הרכב הנושא בעזרת בלמי-לוע או על-ידי מתן אפשרות לרתיעה ארוכה, דבר שניתן לנצל בהרחבה בתכנונים חדשים.

כמגבלה אחרונה לתותחים יש לציין את אורך חיי הקנה, המתקצר בצורה תלולה עם הגדלת מהירות הלוע (V₀) ואנרגיית-הלוע, אורך החיים הקצר של תותחים חדישים בעלי עוצמה גבוהה, מצביע בכיורו על הצורך בויתורים הכרחיים לשם השגת תוספת ביצועים כלשהם. הגדלה נוספת תעורר בעיות לוגיסטיות חמורות.

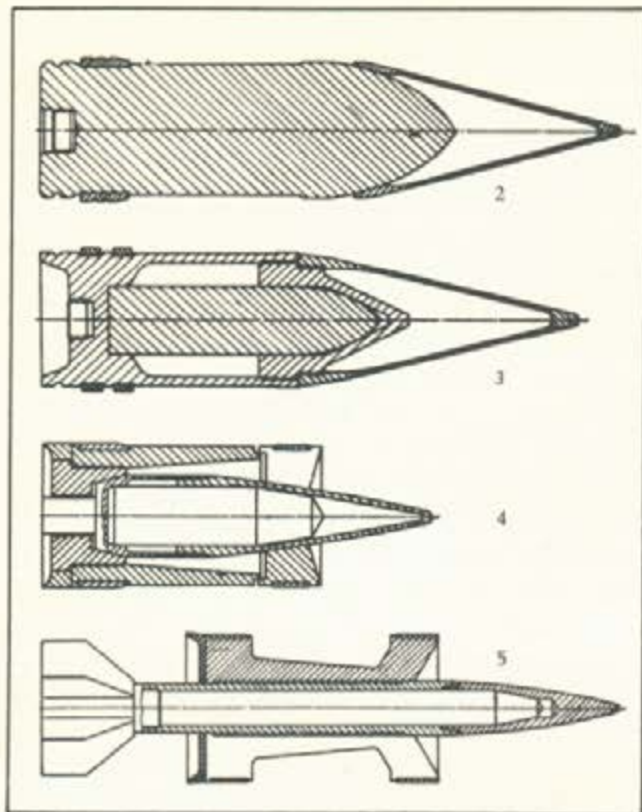
נשאלת אפוא השאלה, אם עבר כבר תותח הטנק המקובל את הגבולות של אפשרויות פיתוחו, או אם עדיין יש לצפות לשיפורים ניכרים. על זאת נענה בהמשך.

קרב תוך תנועה

הסכנה העיקרית האורבת לטנק-מערכה מירי אויב היא בעת עצירתו, למשל לצורך יריה, מסיבה זו, מגמת ההתפתחות בכל האומות היא כיום „דיוק פגיעה תוך תנועה“. דבר זה מושג על-ידי יצוב מערכת-הנשק. במסגרת המאמר, לא נוכל לפרט את כל אפשרויות היצוב. (ראה מאמר שני בחוברת זו). המציאות הוכיחה, שפגיעות מדויקות אפשריות תוך תנועה, ומושגת רמת פגיעה נאותה, לעומת תוצאות הירי ממצב נייח. מאחר שהאפשרויות הטכניות טרם מוצו לגמרי, יש לצפות לשיפורים ניכרים בעתיד.

יש לשער כי בשנות ה-70, ויתר-על-כן בשנות ה-80, תשוּפּר יציבותה של מערכת-הנשק במידה כזו, שירי תוך תנועה המושג תודות לשכלול הטכניקה, יהיה צורת הירי המקובלת בטוחים קצרים ובינוניים.

מלבד זאת, יש להבטיח כמובן טעינת התותח תוך תנועה ואפשרות השגת קצב אש גבוה. כמסקנה סופית מחייב ירי תוך תנועה אוטומציה של תהליך הטעינה. מוצעות כאן שתי צורות-מיבנה יסודיות: מערכת טעינה-אוטומטית הצמודה



ציור 2: כדור חודר-שריון, בעל קליבר השווה לקליבר הקנה, מיוצב סיחרור.

ציור 3: קליע בעל גרעין קשה וקוטר השווה לקליבר הקנה, מיוצב סיחרור.

ציור 4: קליע תת-קליבר חודר-שריון-מנעל מיוצב סיחרור.

ציור 5: קליע תת-קליבר חודר-שריון-מנעל מיוצב סנפירים (קליע דמוי חץ).

לוע של 1.500 מטר לשניה. סטיית הקליע היא רק 0.2 אלפיות. דוגמה זו מוכיחה את החשיבות שיש למסלול התעופה השטוח בקביעת תוצאות הפגיעה. הבדלים דומים נוצרים בשל השפעות טעות באמדן הטווחים. אמנם בכדורים שמסלולם שטוח ביותר, השפעה זו קטנה עד כדי כך שלעתים אפשר לוותר על מד-הטווח ולהסתפק בכוונת-קרב.

אם כך, כיצד ניתן להגביר עוד יותר את מסלול-התעופה השטוח של התותח המקובל? לצורך מתן תשובה יש לחזור להיסטוריה של התפתחות התחמושת. מאחר שמקובל ליחס לתחמושת הקינטית את כוח ההרס הגדול ביותר, נדון כאן רק בסוג תחמושת זה. ציור 2 מראה את הקליע המקורי — „כדור חודר-שריון” מיוצב על-ידי סחרור, שהקליבר שלו שווה לקליבר של הקנה. כדי להגיע למהירות לוע (Vo) יותר גדולה, יש להפחית ממשקל הקליע. בחיפוש אחר קליע שיספק את הדרישות הגיעו ל„קליע בעל גרעין קשה” המיוצב על-ידי סחרור (ציור 3). קליע זה מומש בכדור

לצריח, ומערכת-טעינה אוטומטית הצמודה לתותח. בצורת המבנה הראשונה מותקנת מערכת הטעינה האוטומטית בצורה קשיחה בצריח, ואינה נוטלת חלק בתנועות ההגבהה של התותח. עקב כך, נעשה המטען מסובך יותר יחסית. פשוט ואמין יותר ניתן לבנות את המטען צמוד-התותח, כפי שהוכח בטנק השוודי מדגם „S”. בכל זאת, אין קיימת שום אפשרות של ניצול מטען זה בטנק-צריח מקובל, שבו קיים יצוב דו-צירי של מערכת-הגשק.

כיום אפשר כבר לצפות להצלחת הטכניקה של היצוב ושל המטען האוטומטי ולקבוע כי התותח המקובל יתאים גם בעתיד לירי תוך תנועה, וכי הוא לא יגביל את כושר הניידות הגבוהה הדרוש לטנק-המערכה.

כושר פגיעה וחדירה

על-ידי תצפית על הכדור הראשון אפשר, על-פי שיטת תיקון האש הידועה, לבטל כמה מגורמי ההשפעה הפועלים ביריה הראשונה, ובעקבותיה להגיע לסיכוי גבוה של פגיעה בכדור הבא. ככל שמהירות הלוע (Vo) של סוג תחמושת גבוהה יותר, כן פוחתת אפשרות התצפית ובעקבותיה שיפור סיכוי הפגיעה בכדור הבא, אך עם זאת הסתברות הפגיעה בכדור הראשון היא גבוהה יותר. מכאן יוצא, שהסתברות הפגיעה בכדור הראשון והסתברות הפגיעה בכדור שלאחריו פועלות זו כנגד זו. מגמת הפיתוח של הטנק נוטה כיום בברור לכושר ניידות גבוה יותר. בירי תוך תנועה לעבר מטרות הנעות במהירות קשה מאד לבצע תיקוני ירי. לפיכך חשובה ביותר הפגיעה בכדור הראשון. השיקולים לשיפור הפגיעה מותנים ביחוד בכדור הראשון. שעמו יש להגיע לדרגה גבוהה של סיכוי פגיעה, בלי להתחשב במידה רבה בהשפעתו הלא רצויה על הכדור הבא בתור.

סיכוי-הפגיעה בכדור הראשון תלוי בגולמי השפעה רבים. מלבד הפיזור הבליסטי יש לציין בין היתר: טעות בכוונון (תאום כוונות); טעויות בהעברת פקודות; פיזור בגלל סטיות בעויבת הכדור את הלוע; התעקמות הקנה בהשפעה חד צדדית של חום; שינוי מהירות לוע (Vo) על-ידי בלאי הקנה; טמפרטורות שונות של המיטען ההודף; השפעת הרוח; טעויות באמדן הטווחים; טעויות בשל שיפועי-צד; טעויות כיוון ועוד. מכאן נראה, שהפיזור הבליסטי הוא רק גורם אחד מיני רבים.

פיזור סטיות בעויבת הכדור את הלוע, בלאי הקנה ועק-מומיותו לא היו במלחמת-העולם השניה גורמים מכריעים, עקב הטווחים הקרביים הקצרים שהיו נהוגים אז, ורק לאחר המלחמה הפכו לבעיה. בינתיים, נאספו נתונים כה רבים על גורמים אלה, עד שניתן יהיה להתחשב בהם על-ידי נתינת צורה מתאימה לקנה בעת תכנונו בעתיד. קבוצה חשובה נוספת של גורמים משפיעים היא השפעת הרוח הצדדית, טעות באמדן טווחים ושיפועי-צד. פיתוח התחמושת יאפשר לבטל במידה רבה גורמים אלה. טעויות מסוג זה הולכות וקטנות ככל שמעוף הכדור שטוח יותר, כלומר, ככל שמהירות הלוע (Vo) גבוהה יותר ומפלל המהירות במסלול התעופה קטן יותר. לדוגמה: ברוח צדדית של 5 מטר לשנייה מסתכמת סטיית הקליע של כדור נפיץ 105 מ"מ בטווח 2,000 מטר ובמהירות לוע 800 מטר לשניה ב-3 אלפיות. ואולם, בכדור קינטי בעל מהירות

פתוחות עדיין אפשרויות שכלול רבות של תותח-הטנק. של התחמושת ושל בקרת-האש. למרות זאת, כושר הפגיעה הוא כפי הנראה, הגורם שגם בעתיד יקבע את גבולות הטווח הקרבי של הטנק.

הטיל המונחה

יתרונותיו של הטיל המונחה מתבטאים בסיכויי פגיעה גבוהים בטוחים גדולים (ציור 1), שחושבו עליפי הניווט בתנאי ירי-מטוחים, לעומתם, טמונים בו חסרונות, אם גם בעלי אופי שונה מאלה של התותח. חסרונותיו העיקריים הם:

- זמן תעופה ארוך לעומת תחמושת מקובלת בעלת מהירות לוע (V_0) גבוהה.
- סכנה של פגיעה בקרקע, הנגרמת בשל תנודת הטיל המונחה סביב קו הראיה, ביחוד בעת ירי למטרות נמוכות.
- אפשרות הפרעה במהלך הניווט של הטיל המונחה בעת שימוש בשיטת-ניווט אלוטית.
- יריה וניווט של הטיל המונחה מתוך טנק נע אינם אפשריים.
- מחיר גבוה, כושר החסנה מוגבל ואמינות מצומצמת לעומת תחמושת מקובלת.

● שימוש המוגבל למיטען חלול בלבד. משבאים להעריך את מערכת-הנשק, נוטים להתחשב בסיכויי הפגיעה ובקצב האש בלבד. אך לצורך השוואת סוגי נשק שונים בתכלית, כמו תותח וטיל מונחה, גורמים אלה אינם מספיקים כלל וכלל. הדוגמה להלן תבהיר זאת, צוין לעיל „סיכוי הפגיעה“ הגבוה של הטיל המונחה בטוחים ארוכים, אולם, כיצד פועל הטיל המונחה בתנאי קרב מציאותיים? בניגוד לתותח, הטיל המונחה בפיתוחו הנוכחי אינו מתאים לדרישות הגוברות לניידות טנק-המערכה, משום שעדיין לא הושג ירי בטוח ואמין תוך תנועה, בעת ירי טיל מונחה צריך הטנק לעצור ול„החזיק“ את המטרה בתוך מכשיר הכיוון במשך זמן המעוף הארוך, במשך כל זמן המעוף הארוך של הטיל, משמש הטנק עצמו מטרה נוחה לאויב, ועם זאת האויב יכול להיעלם מאחורי מחסה או למסך עצמו בעשן עד הגעת הטיל, אם כן, גם צורת השטח משפיעה על יעילות הטיל המונחה, וגורם זה יש להביא בחשבון בהערכת המערכת. הדוגמה מוכיחה, ש„סיכוי פגיעה“ גבוה בטיל מונחה אינו מבטיח עדיין פגיעה ודאית בתנאי קרב. מבחינת צורת השטח נודעת חשיבות רבה לטווח שבו מזהים לראשונה את האויב, למשך הזמן שבו עדיין רואים את האויב עד היעלמו מאחורי מחסה חדש, ולראיה האויב בצלליתו הברורה.

אם מתחשבים בהערכת הטיל המונחה, בתכונותיו שצוינו לעיל ובמבנה השטח של המרחב באירופה המערבית, אפשר אז לקבוע, שיעילות הטיל המונחה בירי אל אויב נע, יורדת במידה ניכרת בגלל זמן העימות הקצר בין הצדדים בתנועה דרך מבני השטח השונים, בצורת קרב-האש הזו תוך התנועה, מכריעה עליונותו הברורה של תותח-הטנק הנוכחי על הטיל המונחה. בטוחים הארוכים מעל 2.000 מטר, אמנם מכריעה עליונותו של הטיל המונחה בצורת קרב-אש זו, אך לא במידה שניתן לצפות על-סמך סיכויי הפגיעה בציור 1. סיכוי הפגיעה

חודר-שריון 40/43 של תותח-הטנק 88 מ"מ, שבו השתמש הצבא הגרמני במלחמת-העולם השנייה. הקליע בנוי מגרעין קשה תת-קליבר חודר-שריון, ולמילוי הקליבר (הקדח) של הקנה מותקנת סביב הקליע מסגרת עגולה קלת-משקל יחסית. אמנם אפשר להשיג עם קליע זה מהירות לוע (V_0) גבוהה, אולם מבחינת הבליסטיקה החיצונית מעופו אינו משיג את התועלת הרצויה, שכן הקליע הוא בעל מקדם בליסטי קטן. אכן השאיפה מבחינת הבליסטיקה החיצונית היא להשיג מקדם בליסטי גבוה, כלומר, משקל קליע גדול יחד עם חתך-קליע קטן ככל האפשר. זאת על מנת להפחית עד למינימום את ירידת המהירות במסלול התעופה, כדי להימנע מהחסרונות של הבליסטיקה החיצונית הכרוכים בקליע שווה-קליבר, היה השלב הבא בפיתוח — קליע בעל גרעין קשה תת-קליבר מיוצב סחרור, הנורה באמצעות מנעל, קנה קוני, או מתאם-לוע. ציור 4 מראה כדור-מנעל, המנעל משתחרר מהגרעין לאחר עזיבת הלוע, והגרעין התת-קליבר ממשיך לבדו במעופו לעבר המטרה. קליע זה מתנהג בתוך הקנה כמו קליע חודר-שריון (כלומר מהירות-לוע V_0 גבוהה), אך במסלול-התעופה הוא נטול חסרונות הבליסטיקה החיצונית של כדור חודר-שריון מקובל.

שיפור נוסף של הבליסטיקה החיצונית משמעו הגדלת המקדם הבליסטי, כלומר, הארכת הקליע, בקליעים מיוצבי-סחרור מן הנמנע הוא להאריך את הקליע, משום שהיחס בין אורך הקליע לבין קוטרו מוגבל, בשל סיבות יצוב, ליחס מירבי של 4.5. השלב הבא מביא בהכרח ל„קליע ארוך דמוי חץ בעל גרעין קשה“, החייב להיות מיוצב על-ידי סנפירים (ציור 5). קליע זה מציע, מלבד בליסטיקה חיצונית טובה, גם יתרונות חשובים אחרים והם: עצמת חדירה גבוהה מאד ובלאי קנה קטן באופן ניכר (קנה חלק-קדח) — הכל כדי לאפשר השגת מהירות-לוע (V_0) גבוהה יותר על-ידי שימוש במיטען הודף בעל טמפרטורת שריפה גבוהה יותר, המעבר לשימוש בקליע-חץ מיוצב-סנפירים מאפשר להשיג בתותח-טנק מסלול תעופה שטוח יותר, ובאופן זה להגדיל את סיכוי הפגיעה בכדור ראשון.

כדי להגיע לכושר פגיעה מירבי, יש להמשיך בשלב נוסף והוא השימוש במחשב, המצמצם את גורמי ההשפעה המפרי-עים, שצומצמו מכבר על-ידי הפיתוח המתקדם של הנשק ושל התחמושת כפי שתואר לעיל. המחשב יכול, בין היתר, לעבד בדייקנות נתונים של שיופועי-צד, השפעות אטמוספיריות, רוח צדדית, טמפרטורת מיטען הודף, עקמומיות קנה, היסט ודומיהם. ניתן גם להגיע לדיוק רב באמדן טוחים על-ידי שימוש בטכניקת-הלייזר, מערכת-נשק, שבה מומשו כל אפשרויות השיפורים המתוארות למעלה, ניתן לצפות ממנה עליה ניכרת בכושר הפגיעה (ראה ציור 1).

כושר החדירה של קליע קינטי נקבע לא רק על-ידי אנרגיית-הפגיעה, אלא גם על-ידי צורת הקליע. לשם הגברת החדירה, יש לרכז בלוח-השריון כמות אנרגיה גדולה על-פני שטח קטן, כלומר, הן במטרה הן במסלול התעופה ניכרת השפעתו הטובה של מקדם בליסטי גבוה. מכאן, שקליע-החץ צריך להצטיין ביתרון גדול גם בפגיעה במטרה.



מערכת אש מיוצבת בטנק

מבוא

ידוע כי טנקים רגילים, שבהם נעשות פעולות כינון התותח בעזרת הנעה מיכנית של התקני-הצידוד וההגבהה, אינם יכולים להילחם בהצלחה נגד טנקים אחרים בטווחים בינוניים, מאחר וכדי להשיג הסתברות פגיעה מתקבלת על הדעת עליהם לעצור ולירות ממצב עמידה. לכן לא היתה עד כה אפשרות לנצל את יכולת הניידות והאש בעת ובעונה אחת, אלא בתוך עוצבה בת מספר ניכר של טנקים, הפועלים במשותף, על מגבלה זו שואפים המתכננים להתגבר ועיקר פעילות-התכנון מכוונת לדרישה כי הטנק יוכל לנוע במהירות ותוך כך לפגוע במטרה. צעד חיוני בכיוון מילוי דרישה זו הוא התקנת מערכת-נשק מיוצבת אשר תפקידה יהיה להפעיל אוטומטית את התקני-הכינון המכניים של התותח (יחד עם המקלע המקביל וטלסקופ הכינון) וכך תגותק מערכת-הנשק מתנודות הטנק בתנועתו בשדה ותוחק במצב יציב יחסית.

מהי מערכת יצוב

ברעיון של יצוב הנשק ומכשירי בקרת-האש אין חידוש מיוחד: בחיל-הים ובחיל-האוויר משתמשים במערכות מיוצבות זה שנים רבות. ברם, פיתוח מערכות-יצוב שימושיות ויעילות לרכיב-קרב יבשתי נתקל בקשיים גדולים לאין-ערך, מאחר והמהירויות הזוויתיות המפריעות ותדירות התנודות הן גדולות בהרבה מאלה המופיעות אצל כלי-שיט וכלי-טיס. אף על פי כן ניתן לפתור את הבעיות הכרוכות בזה תוך שימוש בהתקדמות העצומה של הטכנולוגיה בשנים האחרונות.

בעיות היצוב

הבעיה העיקרית הניצבת לפני המתכננים חייבת לענות על השאלה: כיצד אפשר למנוע מהתנודות השונות שגורם הטנק בנסיעתו — ביחוד התנודות סביב ציר הרוחב שלו — השפעה על מערכת הנשק, במילים אחרות: איך ניתן לבטל תנועות מפריעות, כדי שתותח הטנק ישמור תמיד על כיוונו בדייקנות מירבית. את כל התנועות שעושה טנק בעת נסיעתו ניתן לפרק לשישה מרכיבים יחידים — שלוש תנועות סיבוביות ושלוש תנועות העתקה. תנועות הסיבוב הן:

- מסביב לציר האורך (גילגול)
- מסביב לציר הרוחב (עילרוד)
- מסביב לציר הגובה (סיבסוב)

תנועות ההעתקה הן תנועות בכיוון ישר: לאורך, לרוחב, ולגובה. תנועות אלו אינן ניתנות לביטול על ידי מערכות יצוב. כל התנועות המנויות לעיל גורמות הפרעות בפעולות הכינון של התותחן וניתן לבטלן במידה מסויימת בכך, שהתותחן מסיט את התותח בכיוון נגדי עד שיחזור למצבו הנכון. אך למעשה, אין ביכולתו של התותחן להגיב במהירות הדרושה על כל תנודות ההפרעה האלו, הרודפות זו את זו ללא-הרף. בנוסף לכך, אין התותחן מסוגל לשמור בהתמדה על תמונת המטרה, לאחר שזו יצאה משדה-הראיה של הטלסקופ. עובדות אלו ואחרות מצריכות מערכת אוטומטית ליצוב תותח-הטנק.

פעולת מערכת יצוב

מערכת היצוב מודדת את תנודות ההפרעה הפועלות על התותח ומעבירה את ערכי המדידה, אוטומטית, כאותות להיסט נגדי, אל מערכת הכינון. מדידת התנודות נעשית על ידי סביבונים (גירוסקופים) למדידה, המחברים אל עריסת התותח, שאינה קשורה לתנודות הרתיעה אך משתתפת בכל תנודות הסיבוב של התותח.

פעולת הגירוסקופ מושתתת על עקרון ישן לפיו גלגל תנופה קטן המסתובב במהירות רבה סביב צירו שומר על כיוון צירו במרחב. את תיבת הסביבון מחברים באורח קבע למכשיר אותו יש צורך לייצב. התקנים חשמליים שבתוך תיבת הסביבון חשים כל סטייה הנגרמת על-ידי תנועה סיבובית, והופכים אותה לאות חשמלי שגודלו יחסי למידת הסטייה. האותות החשמליים משמשים, לאחר הגברה, להפעלת כוחות חשמליים או הידראר ליים, הפועלים נגד שינויי המצב של המכשיר הטעון יצוב. הסביבון אינו מודד רק את מידת הסטייה, אלא גם את כיוונה. כאשר הוא מרגיש סטייה כלפי מעלה, הוא יפעיל כוח הפועל כלפי מטה ולהיפך. יחד עם זאת יש לזכור שהמייצב לבדו אינו יכול לכונן את התותח; על כן יש נקודה מסוימת בהעברת הכוח שבה יכול התותחן להשפיע על כינון התותח. כדי להתגבר על תנודות ההעתקה. פעולה זו אינה מקשה במיוחד על התותחן — הוא שומר על דיוק הכינון ומהווה חוליה חשובה ביותר במערכת הכינון המיוצבת. ברור שטיב מערכת הנחלים, הקפיצים ובולמי הזעזועים משפיע במידה רבה על רמת יצוב מערכת הנשק.

קיימות שתי שיטות יסוד להשגת המטרה הרצויה, שהיא ניתוק תנודות הנשק והמכשירים האופטיים מן התנודות המפריעות של התובה, הנגרמות עקב קשיי השטח. (ראה תמונה 1)

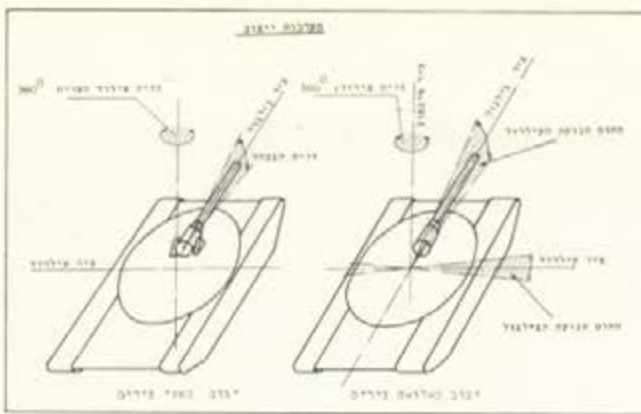
א. יצוב שני צירים של התותח; שיטת יצוב קיימת כבר בדגמים שונים של טנקים, כגון הסנטוריון והצ'יפטיין הבריטיים, ובחלק מטנקי T-54/55 הרוסיים. בשיטה זו ניתן לייצב באורח משביע-רצון את התותח ואת ההתקנים הקשורים אתו ישירות, כלומר, המקלע המקביל, טלסקופ-הכינון של התותחן ומדי הטווח. שיטה זו מתגברת על תנודות העילרוד והסיבוב, אך לא על תנועת הגילגול.

ב. יצוב שלוש צירים של כל הצריח; בעיית הצריח המיוצב בשלושה צירים עדיין לא נפתרה.

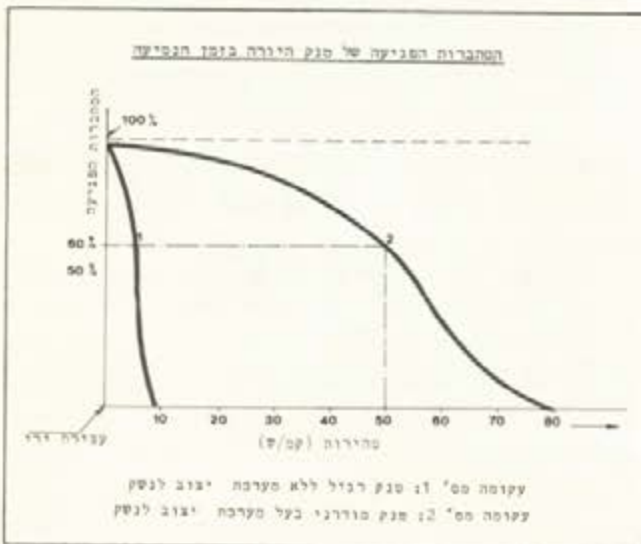
כדי להתגבר על בעיות יצוב בציר השלישי המיועד לבטל שיפוטי-צד של אצילי התותח, הוצע לבנות צריח שיהיה תלוי באורח חופשי בפתח-התובה במקום על טבעת-הצריח, כנהוג עכשיו. מאחר שסידור זה אינו ניתן לביצוע, מחפשים פתרון אחר לבעיה, והוא נמצא בפיתוח מחשב מיוחד, אשר יקבל את נתוני-השיפועים דרך הג'ירוסקופ, יחשב מהם נתוני-צידוד והגבהה וימסור אותם אוטומטית למנגנון-הכינון של התותח. פיתוח מחשב כזה עדיין לא הושלם.

התפתחויות נוספות

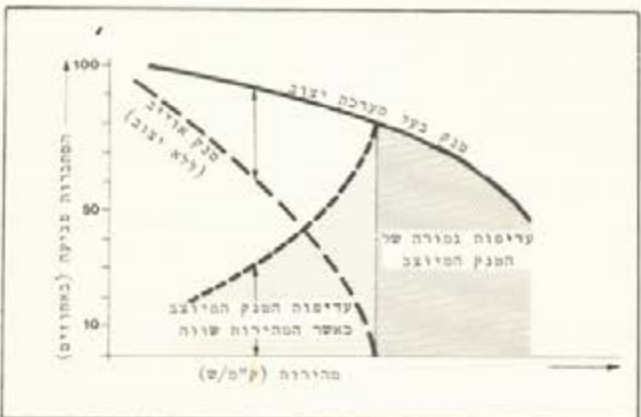
בטנק שאינו מצויד במערכת-יצוב, מוטלות פעולות-הכינון על התותחן בלבד. הוא מבצע אותן בעזרת כוח חשמלי, הידראולי או בשילוב של שניהם; לצירוף האחרון נועד יתרון מיוחד במערכות-יצוב. אפשר לתאר כאן את זרמי החשמל כעצבים,



תמונה 1: שיטות יצוב.



תמונה 2: הסתברות הפגיעה של טנק נע ויורה.



תמונה 3

המפעילים את השרירים ההידראוליים של מנגנון הכינון. כפי שהוסבר לעיל עדיין יש לתותחן תפקיד עיקרי בכינון-התותח, ועליו להתערב בפעולות ידניות בכיוון המדויק של התותח. כאן מסתמנת התפתחות נוספת, העשויה לחסוך מן המפקד ומן התותחן מאמץ רב, ולשפר את דיוק כלי-הנשק.

קיים מנגנון-עיקוב, שאפשר להתקינו בטנק, ואשר נועל את התותח אל המטרה, לאחר שהתותחן „הלבישה" על הצלב במרכזו טלסקופ-הכינון. לאחר הנעילה, אין עוד צורך בשום תיקוני-כינון (תותחי נ"מ מסויימים מצוידים במנגנון דומה).

TOW - טיל נ.פ. בצבא ארה"ב

בסוף שנת 1968 החל בית-החרושת Hughes בקליפורניה להכניס את מע"רכת הטיל TOW לפסיו הייצור, וכיום נמצא הטיל בכל גדודי החי"ר בצבא ארה"ב. בניסוי ירי שנערך בספטמבר 1968 הוכיחה מערכת זאת כושר פגיעה ודיוק מצוינים (סטייה של 30 ס"מ בטוח העולה על 1,600 מ'). דיוקו הרב של הטיל עשוי להקנות לחי"ר יכולת ביצוע משופרת בחרבה בלחימת נט, ובלחימה נגד ביצורים. הטיל פשוט להפעלה ואינו דורש אימון רב — התותחן צריך לשמור את הכוונת שלו על המטרה בזמן המעוף. מערכת אוטומטית עוקבת אחרי סימון אופטי הנמצא על הטיל ומנחה אותו למטרה על ידי סימנים המועברים דרך תיל. ההנחיה האוטומטית מאפשרת ל"הקנות לטיל מהירות גבוהה, והוא על-קולי. הוא ניתן להפעלה ע"י חי"ר כאשר קנה השיגור שלו מורכב על תלת-רגל, מעל גבי רק"מ מסוגים שונים ומעל גבי מסוקים.

המערכת לחי"ר קלה יחסית (76 ק"ג) ומאפשרת ניידות גבוהה. היא מורכבת מצינור שיגור, "קופסה" ובה מערכת בקרה ומחשב אלקטרוני להנחית הטיל, תלת-רגל, עריסת כיוון וכוונת אופטית. הטיל עצמו הוא מטיפוס "שילילה" (ניתן לשגר גם מקנה-שיגור 152 מ"מ של טנק

שריזן XM-551). עד לרגע יציאתו מלוע הקנה סגור הטיל בתוך זביל, דבר המונע תקלות ושומר על תקינותו לזמן רב במחסן או בשדה. הטיל הוא דו-שלבי: מנוע שיגור המזניק אותו וחדל לפעול כאשר הטיל עדיין בקנה ומנוע שיוט, המופעל לאחר מספר מטרים, ומביא את הטיל למטרה. סידור זה מונע היווצרות רשף המסכן את הצוות. מנוע השיוט מורכב במרכז הטיל ופולט את הנזים שלו לצדדים דרך שני צינורות, המונעים כל השפעות גומלין בין הנזים לבין הסיי מון האופטי ותיל-ההנחיה. לטיל ארבעה סנפירים ובהם מערכות היגוי קטנות בצורת צלב. מערכות היגוי אלה ניפרסות עם יציאת הטיל. הנחיה אירודינמית זאת מקנה לטיל כושר תמרון רב משך זמן מעופו.



מהירות הטיל העל-קולית וטווח הפעולה המינימלי (פחות מ-400 מ') והמכסימלי (למעלה מ-1,600 מ') הם יחידים במינם בסוג נשק זה. הטיל חודר כל עובי שריון הקיים כיום בטנקים. הוא מסוגל לפגוע במטרה קרובה מאוד הנעה במהירות 50 קמ"ש בניצב לקו הירי. ניתן גם להשתמש בו כנגד מטרות אוויריות ה"טות בטווח נמוך ובמהירות נמוכה. ה-TOW הוכיח גם כושר חדירה למצד יות ולסוללות שקי חול. הוא עבר בהצלחה מבחני אמינות בתנאים קשים, מעל גבי רכב ומסוקים. ההחזקה והטיפול במערכת הינם פשוטים ביותר. בשדה אין צורך בשום טיפול פרט לבדיקת הזביל לפני הטעינה ובדיקת תקינות המיכלול האלקטרוני באמצעות מכשירי בדיקה.

הטיל TOW פותח על מנת להחליף את התול"ר 106 מ"מ, ואת טילי ה"אנטאק" וה-SS-11 בצבא האמריקני. אולם כניסתו לשרות תציין אולי ראשי תה של אסטרטגיה חדשה בלחימה נגד שריון. לדעת מחבר הרשימה לא יחססו עוד אנשי החי"ר להתמודד חזיתית עם הטנקים הכבדים. הצבאות יוכלו להשתמש בו גם כנשק התקפי כיוון שהמערכת היא פשוטה לתחזוקה ולתפעול ומעניקה עוצמת אש ודיוק פגיעה רב בדומה לתותח. יחד עם זאת ניידותה גבוהה עקב משקלה הקל יחסית.



לידל הארט צפה בעיני-רוחו תקופה שבה יארגן צבא חדש על בסיס של מיכון. כבר ב־1922 חזה צבא שיהיה מורכב בעיקרו מטנקים ומטוסים. עם כוח מצומצם של ארטילריית-מצור, אשר ישמיד את בסיסי השריון והאוויר המבוצרים של האויב, ושל חיל רגלים ממוכן, שיהיה מעין "חיל נחתים" יבשתי.

באותה תקופה שימש הכתב הצבאי היחיד במשרה מלאה באנגליה. הוא השתמש בדפי ה"דיילי טלגרף" כדי להפיץ את רעיון המיכון, לשמחת חסידי חיל השריון החדש וחיל-האוויר, ולוועתם הרבה של אנשי הצבא המסורתיים (ובעיקר חברי "מועדון הפרשים"). בעוד מיניסטריין המלחמה נוקט כלפי לידל-הארט עמדה מסוייגת, ולעתים אף עויינת — היה מיניסטריון האוויריה מרוצה מגישתו ואף דאג לספק לו מידע. בשנת 1924, פרסם לידל הארט ניתוח מערכות ג'ינג'יו חאן, בעשותו כך את הצעד הראשון בכתיבתו בהיסטוריה צבאית. ב־1926, פרסם את הספר "סקיפיו אפריקנוס — הגדול מנפוליון". ספר זה הוא בודאי הטוב בספריו מנקודת-ראות ספרותית, והופיע גם בתרגום עברי בהוצאת "מערכות". מובן שסקיפיו שימש לו רק אמצעי להפצת השקפותיו הצבאיות. כעבור שנה, פרסם את הספר "מפקדים גדולים ללא מסווה", ובו הוא משתמש במונחים מודרניים, כדי להסביר מחשבות ופעולות של מצבי-אים דגולים. בכתיבו כמו עודד את גיבוריו להביע דעות בענייני טקטיקה, אסטרטגיה וארגון צבאי לתועלת בני-דורו. אולם הוא נמנע מהשתמש בהיסטוריה לרעה. כתיבתו על מלחמת-העולם הראשונה מרימה תרומה חשובה לידעתנו והבנתנו את המלחמה הזאת. ספרים אלה, וגם הביוגרפיות על "לורנס איש ערב" ועל "המרשל פוש" הם פרי מחקר מעמיק, עיון בתעודות וראיונות עם הנוגעים בדבר. התגובה לספרים אלה היתה מעורבת: דור הקצינים הצעירים קיוו שפרסומים אלה יתרמו לכך, שלא יישנו תופעות מלחמת-העולם הראשונה. אולם הקצונה הבכירה ראתה בהם התקפה על המימסד הצבאי וערעור אמנם של הכפופים בממונים עליהם. אין תימה, שצרפת לא התלהבה מהביוגרפיה על פוש. ככל שהחריפה ביקורתו של לידל-הארט על הפיקוד העליון במלחמת-העולם הראשונה, כן גברה ההתנגדות אליו בקצונה הבריטית הבכירה ובחוגי הצבא הרשמיים. הגיעו הדברים כדי כך, שבשנת 1964 התפטר לידל-הארט מחברותו במערכת, שהפיקה סידרת סרטים תעודיים לטלוויזיה על מלחמת-העולם הראשונה, כמחאה על המגמה לתלות את אשמת כשלון מערכת הסוס של 1916 ברמת האימון הירודה של מגויסי החובה האנגלים, ולא בשגיאות הפיקוד הבריטי הגבוה. לגבי לידל-הארט ההיסטוריה היתה מדריכה ובעלת ערך מעשי ופילוסופי. יתרה מזו: היא הבסיס המדעי לתיאוריה. בתחום ההשקפה האסטרטגית שלו, מתגלה כי הוא נשען על בחינה חקרנית של ההיסטוריה. בשאיפתו למנוע את הישנות הטבח חסרי-התחלת של מלחמת-העולם הראשונה, הגיע בסוף שנות ה-20 לתפיסה של "הגישה העקיפה" ואכן, תפיסה זו שזורה מ־1927 כמעט בכל כתביו. הוא פיתח טרמינולוגיה חדשה להסבר תפיסה זו, אך לא טען מעולם כי המציא את התפיסה ואת המונחים. הוא הסביר, שאלה מונחים אשר העניק לתכסיסים שכבר השתמשו בהם בהיסטוריה. אולם הוא ארגן אותם בשיטה מסוימת, שאיפשרה לישים לקחי מיבצעים של זמנים עברו למיבצעי המלחמה



שנה לפטירתו של לידל-הארט

אל"ת (מיל) י.ו.

ב־29 בינואר 1970 מת הוגה-הדעות וההיסטוריון הצבאי סר באזיל הנרי לידל הארט, בן 74. הוא נולד בפאריס ב־31 באוקטובר 1895, התחנך באנגליה ולמד היסטוריה באוניברסיטת קמברידג', במלחמת-העולם הראשונה שרת כקצין חיל-רגלים בחזית צרפת, נפצע וגם נפגע בהרעלת גזים. בתום המלחמה שאף לקבל מינוי בענף ההיסטוריה של "מועצת ההגנה הקיסרית", אך הדבר לא יצא לפועל. מחמת סכסוך-תקציבים בין הצבא למחלקה ממשלתית. ב־1920 כתב את החוברת הרשמית "אימון חיל רגלים" וערך מחדש את החוברת "אימון בנשק קל", חוברת ששמשו במרוצת השנים גם את ארגון "ההגנה". משנת 1925 היה הכתב הצבאי של ה"דיילי טלגרף". ב־1927 השתחרר סופית מהצבא, לאחר שלא עלה בידיו להתקבל לחיל השריון. ב־1935 עבר ל"טיימס". בין השאר שימש גם עורכה הצבאי של ה"אנציקלופדיה בריטניקה" המפורסמת. ב־1937, נתמנה כיועצו האישי של מיניסטר המלחמה הבריטי הור-בלישה, אך נטש תפקיד זה ב־1938, כדי לשמור על מעמדו העצמאי והבלתי-תלוי. למען הפצת רעיונותיו. ב־1921 פרסם לידל הארט את הספר "מסגרת למדע הטקטיקה של חיל רגלים", בו ניבא את המרת ההגנה הקווית, נוסח מלחמת-העולם הראשונה, בהגנה גמישה ערוכה לעומק. בקירוב לאותה עת, גם נעשה חסיד נלהב של המיכון. ב־1922, הגיש את מאמרו "התפתחות הארמיה מהדגם החדש" לתחרות על מדליית הזהב של "המכון המלכותי של השרותים המאוחדים", ידיו ובן-דורו הגנרל פולר הזהירו בכתבו: "חוששני שלא תזכה בפרס; מוטב אילו הוכחת שבמלחמה הבאה ינצחו אנשים רכובים על חמורים וחמושים בקשת וחץ!" ואכן, לידל-הארט לא זכה בפרס, אך כאשר פורסם המאמר כעבור שנתיים ב"רבעון הצבא" הבריטי, תורגם מיד לגרמנית והופץ ב"רייכס-וואר" הגרמני.



אימרה ידועה אומרת: "בית-הספר לקצינים עושה ממך קצין, אבל הקשר הופך אותך למפקד". נכון הדבר לגבי המפקד הלוחם והשולט בכוחותיו, אך שונה הוא לגבי קצין-הקשר. קצין הקשר, ובעיקר בשריון, הוא היוצר את הכלים, ההופכים את הקצין למפקד. מכשיר-הקשר שבידו לא יהיה לתועלת למפקד, וכך גם מכשירי הקשר שבשאר הכלים — אם לא יהיו מכשירים אלה מתואמים ביניהם לרשת אחת ולמערכת בקרה ושליטה אחת; מערכת שליטה זו יוצר קצין הקשר.

בנוסף לכישוריו המקצועיים חייב קצין קשר בשריון להיות בעל ידע רב בנושאים מגוונים, אשר לעתים הם מרוחקים מנושאי הקשר הספציפיים. עליו להכיר את המכשירים המופעלים בתוך הכלים ביחידתו ואף ביחידות אחרות — ברמה הגבוהה משלו וגם ברמה הנמוכה יותר. עליו לדעת את יכולת אמצעי הקשר שברשותו ובאזורו וכיצד ניתן לנצלם בשילוב המערכות השונות, בהתאם לצורך. עליו לדעת להפעיל כל מכשיר שבתחום עיסוקו ולדעת לעשות זאת טוב יותר מכל אחד ביחידתו. כמו-כן, חייב הוא להכיר ולהבין את מבנה רשתות-הקשר ואת תכנית השליטה, מאחר שבעזרת ידע זה הוא נעשה ליד ימינו של המפקד בעת השליטה בקרב.

קצין הקשר, אשר מקומו ליד מפקדו, חייב לקרוא את כוונת המפקד ולדאוג לכך שמערכת הקשר תמלא בכל עת ובכל מצב אחר תוכניות הביצוע. עם זאת, חייב הוא להתריע בפני מפקדו אם הוא צופה קשיי שליטה בשלב זה או אחר של הקרב. אסור שמערכת-הקשר תגביל את המפקד בביצוע משימותיו.

הממוכנת המודרנית. לפרקים הופיעו מהדורות חדשות של הספר „הגישה העקיפה“, שתמיד שופצו והורחבו בהתאם להתפתחויות נוספות. המהדורה האחרונה כוללת בין השאר גם סיכום של רבי-אלוף ידיון על מלחמת העצמאות הישראלית היא תורגמה לעברית. בקשר לתורת המלחמה הממוכנת, הדגיש לידל-הארט את חשיבות שיתוף הפעולה בין השריון לחיל-האוויר. עשר שנים לפני שהגרמנים השתמשו בפועל בשילוב בין מטוסי צלילה לכוחות מחץ משוריינים. תיאור לידל-הארט בפרוטרוט את פני המלחמה העתידה.

הוא גם העריך נכונה את מקומו של חיל-הרגלים בעידן הלוחמה הממוכנת. בהטפתו לחיל-רגלים משוריין, קנה לעצמו מתנגדים רבים מבין אנשי חיל הרגלים וגם מאסכולת ה„רק טנקים“ של חיל השריון הבריטי. דווקא הגרמנים, ובראשם הגנרל גודריאן, קיבלו את גישת לידל-הארט, וישמה הלכה למעשה. במחקר מיוחד, שערך ב-1935, כבר חזה לידל-הארט את בעיית ההדירה עמוקת-הטוח, שאפיינה את תקופת „מלחמת הבזק“ במלחמת-העולם השנייה.

בשנים האחרונות. פרסם לידל הארט את זכרונותיו בשני כרכים, המהווים אוצר בלום להבנת המאורעות הכללי-עולמיים של שלושה דורות.

עוד בטרם קם צה"ל, הוקדשה בארגון ה„הגנה“ תשומת לב רבה לתורתו של לידל-הארט שבה ראו מפקדי ה„הגנה“, ואחר-כך מפקדי צה"ל, פתרון למלחמת המעטים נגד הרבים. לא יפלא אפוא. שרבים ממאמריו וכמה מספריו תורגמו לעברית. ואילו לידל-הארט. כפי שסיפר באחת ההודמנויות, גילה את התחיה היהודית בארץ-ישראל כאשר כתב לו הגנרל הבריטי וייל שכאן צמח גזע יהודי לוחם, דבר שהביע גם ה„ידיד“ אורד וינגייט באחד ממכתביו הראשונים מהארץ. לא בכדי ראה לידל-הארט במלחמת העצמאות, במערכת סיני ובמלחמת ששת הימים הגשמה של תורתו, ובמיוחד תורת „הגישה העקיפה“. לא-חר מלחמת ששת הימים, כתב: „למגינת לבי, השתמשו הגרמנים ב-1940 בתורתו, בהשפעת גודריאן. אבל אף גודריאן ורומל, נדי-ביס ככל שהיו בהערכתם אלי, לא תפסו את העניינים העדינים של התורה, כפי שעשו המנהיגים הישראלים מאז 1948“.

במכתב פרטי אל אחד מידידיו בארץ, כתב באוגוסט '67 „היה זה תמיד ברגשות מעורבים כאשר קבלתי את השבחים הגרמנים להשפעתו על תורתם; תבין אפוא שהשגיהם של הכוחות הישראלים בשלושה מבחנים, בזה אחר זה, נתקבלו עליידי בברכה ובעידוד“. הוא ביקר בארץ כאורח מערכת הבטחון, ורבים ממפקדיו הבכירים של צה"ל בעבר ובהווה קיימו עמו הכרות אישית. הוא ראה עצמו כה קשור לצה"ל, שבהזדמנות אחת הביע, בחיך. צער על שאין בצה"ל מסורת של תוארי כבוד, שיכול היה לזכות בהם. בשנים האחרונות, עבד על כתיבת ההיסטוריה של מלחמת-העולם השנייה. זמן קצר לפני מותו, בראש השנה האזרחית 1970, הודיע כי סיים את המלאכה והספר עומד להופיע. ואכן, מחקר זה האחרון יצא לאור ב-12 באוקטובר 1970. בספרותו ב„סטטס האוז“, נמצא אוסף של תמונות חתומות שהקדישו לו גדולי העולם ומפקדים דגולים. ביניהם בולטת במיוחד תמונתו של האלוף יגאל אלון הנושאת את ההקדשה: „לבאזיל, הסרן המלמד גנרלים“.

ואכן כזה היה!

• בהוצאת „מערכות“.

ניתן לחלק את תפקידי קצין הקשר בשריון לשלוש קבוצות — תפקידים בטרם הקרב; תפקידים בקרב; ותפקידים לאחר הקרב. נסקור בקצרה קבוצות תפקידים אלה.

טרם הקרב

לפני הקרב ישקוד קצין הקשר על שלושה דברים:

- על העלאת רמת מפעילי-הקשר;
 - על הכשרת ציוד-הקשר למשימה;
 - על הכרת המשימה ותכנון מערכת הקשר בשבילה.
- בדרך-כלל, יימצא הכוח בשטחי כינוס בטרם הקרב או המלחמה. בשטחי כינוס אלה עלול להיווצר מצב — דוגמת המצב ערב מלחמת ששת הימים — שבו יישבו הכוחות פרקי-זמן ארוכים בשטח ללא שרותי קשר. זמנים כאלה יש לנצל לרענון המפעילים בהפעלת מכשירי-הקשר השונים ולחזרה על המערכות המתוכננות. למרות המגבלות האפשריות של דממת רדיו, יש לתרגל, אפילו זה תרגול „יבש“, את רשתות הקשר שתופעלנה ואת תפקידו של כל אחד ברשתות אלו. יש לדאוג להכרת התחנות השונות והמימסרים המיועדים להפעלה ולהכרת אפשרויות הקשר „עוקפות“, במקרה של תקלות במערכת המתוכננת. כדאי תמיד לערוך חזרה על משמעת הקשר, על נוהל הדיבור הנכון והקצר, ולתרגל את הקשרים במסירת הידיעות בדיוק כפי שהן נאמרות מטעם המפקד, דים, ללא שינויים הנראים פעוטים בעיני הקשר, והם אסון מבחינת המפקד.

במקביל לכך, יש להכין את הציוד לקרב. ראשית חכמה, יש לוודא את תקינות המכשירים, בעיקר בעזרת הטכנאים. יש לערוך בדיקות מתקן של כל מכשיר ומכשיר, חיזוק לבטיס, חיזוק הפתילים, בדיקת המחברים ומצב המצברים, וכן חיזוק האנטנות והתאמתן. בנוסף לכך, חייב קצין הקשר לתכנן ולחלק את רזרבות הציוד שהוא מתכוון לקחת אתו לקרב. עליו לחשב את כמות הסוללות שיוצרך להן; מצד אחד, יחושבו משכי-הזמן שתופעלנה, ומצד שני עמידות הסוללות הרזרביות בתנאי החום או הקור העשויים לשרור באזור. כמורכן, יש לבדוק כל אותם פריטים שוליים, המכונים זוטות, כגון: ניירות לרישום הודעות וקבלתן; טפסי מברק ומכשירי כתיבה; הוראות קשר מאורגנות בצורה מסודרת, כך שהמפעיל או המפקד יוכל לנצלן ביעילות ולמצוא כל פרט במהירות; סידורי תאורה לרישום בלילה ועוד. קצין-הקשר יחליט על חלוקה נכונה של טכנאי-הקשר, כך שבכל מרכז-שליטה יימצא טכנאי המסוגל לבצע תיקונים קלים ולהבטיח שליטה.

אחרי שהכין כל זאת, עליו לטעת במפעילים את הבטחון שהציוד אמין וטוב וכי הם יודעים את מלאכתם; וכמורכן, להשריש את הרצון לפעול כדי ש„יהיה קשר“.

קצין-הקשר חייב לקחת חלק בקבוצות התכנון והפקודות. הוא חייב להכיר את המשימה על בוריה ולתכנן את המערכת בהתאם. קצין הקשר חייב ללמוד לבצע הערכות-שטח לגבי מכשירי השונים בהתאם לתכונותיהם. אם יש לקצין-הקשר ספקות בדבר אפשרויות-השליטה בשלב כלשהו משלבי המשימה, עליו להתריע, אך במקביל לזה, הוא חייב להתיעץ ולהיעזר בקצין-הקשר של הדרג הממונה, כך שכוחותיו לא יוגבלו במשימתם עקב בעיות שליטה.

בהיות התכנית והמשימות ברורות, ידאג קצין-הקשר שעוזריו יהיו מתודרכים היטב ויכינון את המשימה והרכב-הכוחות, ובמידת האפשר יוריד את מירב הידיעות עד למפעיל האחרון ביחידתו, כדי שכל חייל יידע את המשימה ויכיר את המערכת.

בקר

מקומו של קצין-הקשר בעת הקרב — ליד המפקד. ממקום זה, יוכל קצין-הקשר להשיג את השליטה הטובה ביותר, לנהל ולשלוט ברשתות, וכן להיות מעודכן בכוונות המפקד ובצרכיו. קצין-הקשר אינו קשר, אך בעת הצורך יטול לידו מיקרופון, ישליט סדר ברשתות ויוודא רשתות נקיות לשליטת המפקד. לעתים, עליו לזום נטילת מיקרופון כדי להורות על הפעלת מערכת קשר זו או אחרת. אם תיעלם תחנה מהרשת, ינסה להשיגה בדרכים אחרות, כגון כניסה לרשת מישנית, או בעזרת תחנה קרובה יותר. ברור שכל זה ייעשה בזמנים שבהם מפקד הכוח אינו זקוק לרשת, וזו פנויה למשימות מישניות.

על קצין הקשר לדגל ולהפעיל מימסרים לפי הצורך, וליועץ למפקדו על מיקום המפקדה בשלב הבא. חשוב מאד שקצין הקשר ידאג שגם עצירות קצרות תיעשנה במקומות המאפשרים שליטה טובה, ולא ייווצרו זמנים או שטחים „מתים“ מבחינת שליטה בקשר. עצירות המיועדות לתדלוק והתארגנות או לחינוך לילה תנוצלנה מייד לבדיקות של תקינות המכשירים, שלמות אנטנות, חיזוק מיתקנים, החלפת סוללות, החלפת אבזרים פגומים, ומתן הוראות, במקרה של שינויים במערכת.

עם תום הקרב

בכניסה להתארגנות יעשה קצין-הקשר את הפעולות הבאות: ירכז דיווחים על מצב המפעילים ואנשי הקשר באשר הם; ירכז דיווחים על מצב ציוד הקשר, מכשירים פגועים ומכשירים מקול-קלים, וידווח לרמה שמעליו. נוכח שני הדיווחים האלה וההוראות שקיבל, יקבע סדר-עדימויות לעבודה מיידית של החזרה לכשירות, תיקוני ציוד, החלפות וכו', ויווסת את כוח-האדם לשרותו, אם ישנם נפגעים.

כקו מנחה למקרה של תקלה, חשוב לדאוג שהחזרה לכשירות תיעשה במהירות, אפילו לרשותו זמן רב; בהתאם לזה יש לקבוע שיטת עבודה. עיקרי שיטת עבודה זו קובעים, שכל מכשיר או אבזר מקולקל יש להחליף, ורק אחרי שכל הציוד המקולקל אשר בשימוש הוחלף, או אם לא מספיקות הרזרבות, יש לנשט לתיקוני ציוד. לא אחת קורה, שטכנאי-קשר מתעקש (מתוך אמונייה אישית) לתקן מכשיר מסוים במקום להחליפו, ומבזבז בכך זמן יקר על חשבון בדיקת ציוד אחר. לפיכך, יקפיד קצין הקשר שהזמן ינוצל ביעילות, כאשר ברור שלאחר החלפת הציוד המקולקל והחזרה לכשירות של המערכת, יגשו מיד לתיקון הציוד וכן ימנו לדרג הממונה או לעורף ציוד מקולקל, ויקבלו כתמורה ציוד תקין.

סיכום

חלק ניכר מאמצעי-הקשר בשריון מופעלים על-ידי מפקדים ולא על-ידי הקשרים. כדי שמערכת הקשר תפעל ביעילות, חייבים מפקדים אלה להפעיל את הציוד ברמת-ידע גבוהה ובנוהלי קשר נכונים. האחריות לתרגול ורענון ידיעות המפקדים בנושאי קשר מוטלת על קצין הקשר. הוא חייב לחזור ולשנן בכל תרגיל ובכל אימון לכולם, החל במפקד הטנק וכלה במפקד הגדוד והחטיבה, את כללי העבודה הנכונים מאחר שאלה גורמי הפיקוד הזקוקים לשליטה ותם גם המפעילים אותו. ולסיים, עליו לחזור ולשנן לעצמו, למפקדיו ולפיקודיו כי מערכת-קשר, ותהיה הטובה בסוגה בעולם, מועילה רק אם כל הגורמים השותפים בה מפעילים אותה נכון ולפי הכללים המקובלים.

שטח עיבד סג"מ גדעון רכב לכל



שלושת הגלגלים סביב הציר המרכזי; ואז נהפכת התנועה למעין דילוג-גלגול, ובהגיע הכלי למכשול, הוא מקדם את הגלגל העליון ועובר על פניו. כך נוצרת מין תנועת-הליכה, המקטינה את התנגדות הקרקע ומגדילה את כוח-הדחיפה קדימה. היתרון הגדול הטמון בשיטה זו הוא שהניידות על אדמה רכה וטובענית אינה תלויה בלחץ-קרקע נמוך או בנפח עצמי גדול המאפשר ציפה; לפיכך, ניתן לבנות כלי זה בממדים קטנים יותר, ומתאפשרת בנייתו הזולה בכמויות גדולות. כן גדלות אפשרויות יבילות האווירית ואיחסונו.

מערכת ההסעה של הטראסטאר מצטיינת בפשטות-בנייתה: אין חלקי-מיתלה מיוחדים, אין חצאי-סרנים עם תמסורות העברה ודיפרנציאלים. לנהג יש אמצעי-היגוי פשוטים: מנופי-היגוי כמו בוחל רגיל, מעצור, מצמד ודוושת-האצה רגילים. המכשיר האופייני לתא-נהג זה הוא מנוף, המחליף את תנועת הגלגלים הקטנים לסיבוב הגלגלים סביב הציר הראשי. אין כל הבדל בנהיגה במים או ביבשה. תכונה חשובה נוספת היא הפגיעות הנמוכה של המערכת. מאחר שפגיעה באחד מהגלגליים אינה גוררת בהכרח את עצירת הרכב וניתן לעבור לגלגל אחר מבין השלושה הקיימים בכל מיתלה.

הניסויים שצבא ארה"ב עורך בכלים, אשר רכש לשם מחקר, הביאו לתוצאות הבאות:

- טיפוס בעליה משופעת ב-42 מעלות על קרקע חרסית רטובה.
- נסיעה ממושכת במהירות שיירה על כביש.
- נסיעה בשטח פתוח בשדה במהירות 20-30 קמ"ש.
- טיפוס על מכשולים אנכיים ללא-קושי.
- כניסה למים במהירות 25 קמ"ש.
- מהירות שבעה קמ"ש במים במעמס מלא.
- יציאה מן המים וטיפוס על גדה כמעט אנכית.

למרות ביצועי המצוינים של הטראסטאר במים ובשטח ביצתי, מתעורר הרושם כי ביצועיו על דרך סלולה נחותים משל רכב רגיל. אך אין זה כך. כאשר ייצרו אותו בסדרות גדולות, יהיה אפשר לצייד בו יחידות מוטסות מיוחדות, ושם יוכל הטראסטאר לבצע את מכלול התפקידים המוטילים כרגע על הפרד המכני M-274 או על הג'יפ החדש M-151.

הטראסטאר בעת מעבר מכשול.



מן המוסכמות הוא, כי כל מפקד ברמה הטקטית שואף לניידות, גמישות והיענות מהירה של כל המערכת הלוגיסטית שברשותו. זאת יוכל להשיג בעיקר באמצעות כלי-רכב, שהיו מסוגלים לנוע בכל מקום ובכל סוג שטח, החל בתנועה על כבישים וכלה בשטח טרשי או טובעני. תכונה נוספת הנדרשת מכלים אלה תהיה: כושר צליחת נחלים ומקווי-מים ולבסוף, נדרשת מהם גם יבילות-אוויר — כלומר היותם די נוחים וקלים להובלה או הצנחה ממטוסים.

לאחרונה נתפרסמו בספרות הטכנית כמה רעיונות חדשים ומהפכניים בתחום זה, שחלקם נסקרו כבר בחוברת 20 של „מערכות שריון“. אך רובם של כלים אלה לא הגיע עדיין לשלב של בניה מעשית, בעיקר מחמת ההוצאה הכספית שהיתה כרוכה בבנייתם, או מפאת אי-התאמתם לדרישה אחת או יותר ממכלול הדרישות המוצגות ל„רכב העתיד“ מצד המזמינים בכוח.

הטראסטאר

אחד הרעיונות החדשים שהוזכרו ושואף מומשו והגיעו לכלל דגם ונתונים כעת בבדיקות, הוא הטראסטאר. כלי זה, שפותח תוך התחשבות בכל הגורמים שצוינו למעלה, משלב בתוכו מיגוון של תכונות, המקנות לו ביצועים טובים בכל המצבים המתוארים. הטראסטאר אינו נע על גלגלים רגילים: המיתלה הרגיל הוחלף במערכת בת שלושה גלגלים קטנים-יחסית, בעלי מדרס רחב, המסתובבים על צירים מישניים; צירים אלה מורכבים על שלוש זרועות היוצאות מציר מרכזי אחד. הגלגלים הקטנים עטופים בצמיגים רחבים בעלי לחץ-אוויר נמוך, ומספיקים עקב כך גמישות לרכב. הכוח להנעתם מועבר אליהם על-ידי מימסרת (הנמצאת במרכז שלוש הזרועות) מן הגל המניע, העובר דרך הציר החלול המרכזי. כאשר מפעילים את המצמד, הנמצא על הגל המניע, מופעלת גם המימסרת, וכל שלושת הגלגלים הקטנים מסתובבים אף הם.

בתנועה על כבישים, דרכים או קרקע קשה, נע הטראסטאר בכל מיתלה על אחד מגלגליו הקטנים בלבד. בהגיעו לשטח בוצי וקשה, או שטח טרשי וגבנוני, שהיה עוצר גלגל רגיל — מניעים את המערכת כולה, כך שהיא מקבלת תנועה של כל

הבורג המתגלגל

פתרון שונה במקצת, מהפכני אף הוא, לבעיית הסעת רכב בכל סוגי קרקע, נמצא בהחלפת הגלגלים או הזחל (שרשרת) בגלילים בורגיים. המעניין הוא, כי בפיתוח המצאה זו עובדים במקביל מדענים גם בבריה"מ וגם בארה"ב. הניסויים שנערכו עד כה בכלי-רכב זה הוכיחו שהוא בעל ביצועים טובים, ומתכ-נניו תולים בו תקוות רבות.

בצורתו הראשונית, כפי שניתן לראות בדגם הרוסי, דומה הוא למזחלת אשר במקום מחליקים יש לה זוג גופים גליליים גדולים, המורכבים לאורכה בשני צדיה. אורך הגלילים 4.5 מטר, וקוטרם 0.6 מטר. הגלילים חלולים ומקנים לכלי כושר ציפה במים.

תנועת הכלי בשטח נעשית על-ידי רצועה בולטת. המולחמת לגלילים בצורה בורגית. גובה מדרגת בליטת הבורג הוא 8—10 ס"מ. כאשר מסובכים את הגלילים כל אחד בכיוון הפוך, הם מקדמים את הכלי בקלות יתרה במים. בשלג או בבוץ, ללא כל צורך בשינוי שיטת ההנעה.

הדגם הרוסי משקלו 3.3 טונה והוא בעל מעמס של אחד עז' אחד וחצי טונה. מגוע בן 180 כ"ס מקנה לרכב מהירות של כ-20 קמ"ש בתצורת דלק של 0.5 ליטר לקילומטר. הנהיגה וההיגוי בכלי-רכב זה דומים לאלה של כלי-רכב אופניים או זחלילים. בפיתוח רכב זה מקווים הרוסים ליצור כלי משוכלל, שיאפשר תנועה במרחבים מכוסים השלג של בריה"מ וצליחת מקווי-מים ונהרות, שבהם מבורכת ארץ זו.

הדגם האמריקאי של הבורג שונה במקצת מן הדגם הרוסי, ולפי הידוע, יבנה כדי לאפשר ביצועים רבים ומגוונים יותר. הכלי מורכב משני חלקים המחוברים יחד בעזרת מחבר מיוחד. המאפשר צירופים שונים, כפי שניתן להבחין בשרטוט. לכל אחד משני החלקים הנפרדים יש ארבעה גלילים בורגיים. העמדת הגלילים בניצב לכיוון ההתקדמות תתאם לתנועה מהירה על כביש או על קרקע מוצקה. כאשר מעמידים את הגלילים במקביל לכיוון התנועה, הם יפיקו ביצועי-תעבורה מצוינים במים, בוץ ושלג עמוק; צירופים של שני המצבים, כלומר, עמידת הגלילים בזוויות שונות, יאפשרו לו להתגבר על כל מכשול אפשרי. הגלילים הבורגיים של כלי זה יהיו עשויים גומי, כמו צמיגים בעלי לחץ אוויר נמוך. וכך, מגעם עם הקרקע יהיה על שטח כה גדול, שכלי-הרכב יעבור גם על-פני סוגי הקרקע הקשים ביותר.



הבורג המתגלגל הרוסי.



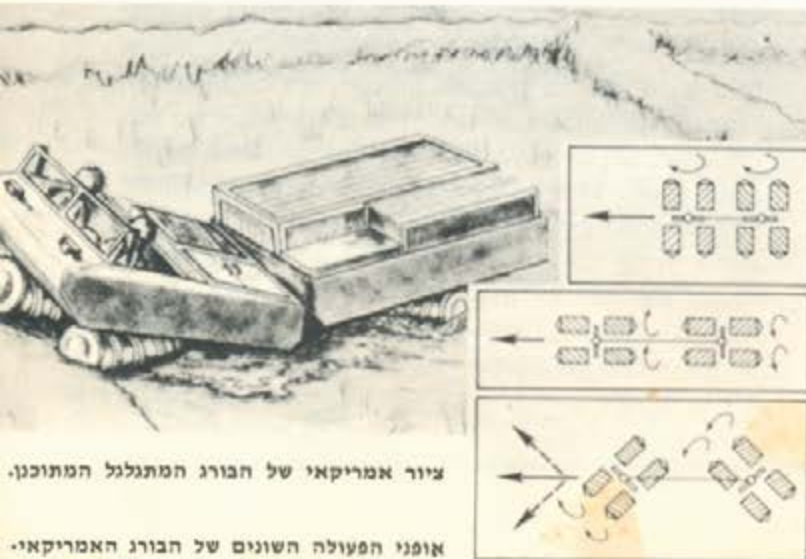
רכב מתגלגל-מהלך.

תוחת מתנייע 105 מ"מ יביל-אוור המבוסס על הטראסטאר.



נתונים של כלי התובלה טראסטאר.

מנוע	1.1 טונות	משקל ריק
הספק 50—60 כוח סוס	0.7 טונות	מעמס
	1.8 טונות	ס"ה
ביצועים	מידות	
מהירות מירבית — 65 ק"מ/ש	4.25 מטר	אורך —
מהירות במים — 8 ק"מ/ש	2.00 מטר	רוחב —
עליה בשמוע — עד 31 מעלות	1.50 מטר	גובה בלי מגן רוח —
שמוע צד — 22 מעלות	1.45 מטר	מרחק בין מרכזי צמיגים —
היגוי — סיבוב במקום	1.80 מטר	מדרס צמיגים —
		בליטה מן המים
	0.35 מטר	במעמס מלא —



צוור אמריקאי של הבורג המתגלגל המתוכנן.

אופני הפעולה השונים של הבורג האמריקאי.

רכב מתגלגל-מהלך

פיתוח נוסף, אשר עד לפני זמן-מה היה בחוקת תכנית לשנות האלפיים, הוא הרכב המהלך. המיועד למלא אחר דרישות תנועה מהירה, גם על כבישים וגם בשטח מעורף ומבוטרי.

דגם נסיוני של רכב חדיש זה נבנה במעבדה למערכות מתקדמות של ארה"ב. הכלי מתאפיין בארבעה מיתלים נפרדים, המורכבים כל אחד כמערכת זרועות הידראולית, כאשר בקצה התחתון של כל זרוע נמצא גלגל. הזרועות מאפשרות תנועה עצמאית ביחס לגלגלים האחרים, מעלה-מטה וגם קדימה-אחורה. ההנעה נעשית על-ידי מנועים הידראוליים, אחד לכל גלגל, בנפרד. כך, למשל, ניתן לקדם רק גלגל אחד למעלה קדימה ולהשעינו במרחק מן הרכב, בעוד שאר הגלגלים ניצי-בים במקומם כמשענת. כך ניתן לצלוח שטח סלעי קשה, לעבור על-פני חריצים עמוקים ותעלות, או להנמיך את הרכב בכל ארבע זרועותיו ולנוע במהירות על כביש.

הנעת הרכב, נעשית כאמור על-ידי מנועים הידראוליים, הניזונים ממשאבה ראשית הפועלת בלחץ גבוה מאד (עד 350 אטמוספרות). והמעילה את מנועי הגלגלים. נהיגת כלי-רכב זה דורשת מיומנות וזריזות רבה, מאחר שיש להפעיל מערכת הידראולית מסובכת. אחד מיתרונותיו הבולטים של רכב זה הוא התנועה במדרונות-צד משופעים, כאשר שני גלגלים מוגבהים ושניים מונמכים. הניסויים בכלי-רכב זה עדיין נמשכים ומקווים ללמוד מן הניסיון, כדי לשפר את תכונותיו וביחוד להקל על הנהיגים בו.

סיכום

בסקירה זו הבאנו שלוש דוגמאות בולטות של כלי רכב העתיד לדרג השדה של הכוחות הלוחמים. אין בדוגמאות אלו כדי למצות את הנושא בכללותו, אך מן המאמץ שמשקיעים המתכננים ניתן לצפות בעתיד הקרוב לכלי-רכב, שיכבשו את מקום כלי הרכב המקובלים כיום.

המשך תותח או טיל

של הטיל המונחה יכול לבוא לביטוי המלא רק כשהאויב נעצר או כשהוא נע באטיות ללא מחסה, כלומר — בתפקידי תצפית, בעת תיחום אזורי עדיפות בדו-קרב בין טנק חמוש-תותח ובין טנק חמוש-טילים, צריך להתחשב בעובדה שהטנק חמוש-הטילים פגיע יותר, בטווחים הקרביים הקצרים והבינוניים, על-ידי הקליעים שטוחי המסלול המקובלים, בגלל ניידותו המוגבלת. כנגד זאת, עדיף הוא בטווחים הקרביים הארוכים, בגלל סיכויו הקלוש של טנק חמוש-תותח לפגוע כבר בכדור ראשון. פרט לשיקולים אלה, מונעות סיבות כלכליות את הפעלת הטילים המונחים כבר בטווחים קרביים קצרים ובינוניים. השיקול אם לאחד את שני סוגי הנשק בטנק-מערכה אחד או להתקין את התותח ואת הטיל בשני כלי-רכב נפרדים — הוא ענין של טקטיקה בלבד.

סיכום

הדוגמאות שהובאו כאן אינן ממצות את כל האפשרויות הגלומות ב"קרב-הצייד". ודאי שאין גבול לאפשרויות. הקורא הישראלי נזכר ללא-ספק תוך כדי קריאת הדוגמאות, במקרים שאירעו בהיסטוריה הצבאית הקצרה שלנו, דוגמת פרשת ההבקעה של מעבר המיתלה במבצע "קדש" או עקיפת מתחם אבו-עגילה דרך מיצר הדייקה באותה המערכה, או פרשת הגיראדי במלחמת ששת הימים ועוד. לכן, הענין לכשעצמו אינו כה רחוק מעולם מושגינו, כפי שהיה נראה אולי בפתח רשימה זו. מה שיחייב אותנו למחשבה נוספת בדומה לצבאות האחרים היושבים על מדוכה זו, הוא הצורך, שלא להשאיר מקרים כאלה לפתרון של אילתור, אלא להכין פתרונות כאלה ודומים כבר באימון של ימי שלום ורגיעה ויצירת דפוסי הארגון המתאימים. והנה, בראש וראשונה יש הכרח להחזיר מנטליות מתאימה לצורת לחימה זו.

מובן שאין די רק בליבון תיאורטי של סוגיה זו; יש לתרגלה חוזר ותרגל, כדי להגיע אל המסקנות מרחיקות-הלכת ביותר. בדין שהנסיון המעשי (ואפילו נרכש רק באמונים ותמריצים) יכתוב את הניסוח התורתי, במקום שהתאוריה והתקנונים יגבילו את המעשה.

יתכן, שיהיו בתוכנו אנשים שלא יראו בנושא זה כל חידוש או דבר המחייב תמורה במחשבה המיבצעית שלנו. אך גם במקרה זה, חשוב לדעת, כי תורת המלחמה אינה תורה שהגיעה כבר לגיבוש סופי ואין בה עוד מקום לחידושים ושינויים. הרעיון הגרמני הזה של עיצוב צורת-קרב חדשה ושונה חייב לעודד כל איש צבא חושב, לחתור לחריגה מה-מוסכמות ולנסות לחדש. זו גם הסיבה שהגיעה אותנו להפנות את תשומת-הלב אל אותו רעיון של "קרב-הצייד".

סיכום

- לתותח-הטנק המקובל יש בהחלט זכות קיום וגם להבא הוא ישמור עליה.
- אפשריים עדיין שיפורים ניכרים בתותח, בתחמושת וב-בקרת האש.
- בתחום הטווחים הקרביים הקצרים והבינוניים מתאים התותח במיוחד לקרב-אש תוך תנועה.
- בטווחים קרביים ארוכים, עדיף הטיל על התותח. מבנה השטח במרכז אירופה אינו מאפשר ניהול קרב אש תוך תנועה בטווחים ארוכים עם טילים מונחים (ירי תוך תנועה וירי לעבר מטרה בעלת ניידות גבוהה). לכן, באזור זה מוטלות על הטנק חמוש-הטילים משימות תצפית בעיקר.

שריון והישרדות

ה.מ. אוגרקיביץ'

הפחתת סיכויי הפגיעה

בחיפוש אחרי פתרונות לבעיית המשקל התברר כי האלטרנטיבה הטובה ביותר לשריון עבה היא הקטנת המטרה שמהווה כלי-הרכב המשוריין לנשק האויב. זה ממעיט את סיכויי היפגעותו ומרבה את סיכוייו לשרוד בשדה-הקרב במצב תקין בעוד שהגדלת עובי השריון מקטינה את הסיכוי להחדר לאחר פגיעה. ההסתברות להשמדת רכב קרב (P_s) שווה למכפלה של ההסתברות להיפגע (P_h), להיחדר (P_p), ולהישמד אחר החדירה (P_e). או $P_s = P_h \times P_p \times P_e$ כך, שהקטנת כל אחד מהגורמים הבודדים תקטין את סכויי ההשמדה של רכב הקרב. זאת ועוד, הקטנת המטרה בהנמכת הרכב יעילה במיוחד, מאחר שהרבה יותר קשה לתותח האויב להשיג דיוק בהגבהה (טווח) מאשר דיוק בצידוד. דוגמא מוצלחת ביותר להנמכת צלילית הרכב במסגרת האילוצים שבתכנון המקובל, מהווה הטנק הגרמני ליאופרד. גובהו 2.38 מטר לעומת גובה הטנק האמריקאי M⁶⁰-A1 שהוא 3.29 מטר.

ניתן להנמיך את קומת הטנק עוד יותר אם נוטשים את התכנון המקובל, במיוחד באשר לתנוחה ולמיקום אנשי הצוות. כיום קיימות שלש דוגמאות לרעיון-תכנון זה: בטנק הבריטי מדגם צ'יפטיין שוכב הנהג פרקדן כאשר הוא נוהג במדפים סגורים. עקב כך, נתאפשרה הנמכת התובה של טנק זה מגובה שהיה מתקבל אילו היה הנהג יושב; כך נמוכה יותר גם קומת הטנק. הרעיון של מתכנני הטנק MBT-70 הוא דוגמה שונה. לטנק זה תקרת תובה הרבה יותר נמוכה מזו של הטנקים המקובלים. משום שהנהג הוצא מהתובה והושם בצריח. בנוסף לכך, מצויד הטנק במערכת הידרו-פניאומטית, אשר בעזרתה ניתן להנמיך זמנית את קומת הטנק¹. דוגמה שלישית ניתן לראות בטנק השוודי S. אף שטנק זה נראה שונה מה-MBT-70, לשניהם תכונה בסיסית משותפת. שניהם חרגו מן המוסכמות של מיבנה בשתי קומות ומיקום הנשק העיקרי מעל לנהג. במקום להעלות את הנהג אל הצריח, כמו MBT-70, הורידו מתכנני הטנק S את הנשק העיקרי ואת הצוות אל תוך התובה.

ניידותם של כלי-הרכב המשוריינים מתקפחת מחמת משקל השריון. לשון אחרת: שתי התכונות, ניידות והגנת השריון, סותרות. ומצד שני, תכונות אלה משלימות לעתים זו את זו: כך למשל, מעלה השריון את ניידותו של רכב-הקרב המשוריין, באפשרו לו לתמרן ביתר קלות תחת אש-אויב בשדה-הקרב, ומכאן השאיפה הגדולה, לשפר את הגנת השריון של רכב הקרב המשוריין. כל עוד אין השריון מקפח את ניידותו של הכלי באורח ניכר.

הגישה המסורתית

בגישה המסורתית היה פרושו של שריון: פלדה, והגברת השריון נשתמעה כהגדלת עובי הפלדה. גישה זו איבדה ממשיכתה עם עליית עוצמת הנשק חודר-השריון. למעשה, אי-אפשר ליצור כיום עובי שריון כזה שיספיק הגנה מלאה מפני פגיעת כל סוגי הנשק. מאחר שכל נסיון כזה יגרום בניית כלי-רכב כבד כל-כך שאינו ניתן לתפעול מעשי.

היחס שבין עובי השריון ומשקל כלי הרכב מתואר בצירוף 1. בצירוף זה מתואר עובי השריון בחזית התובה (בטנקים שיוצרו ב-25 השנים האחרונות) כפונקציה של משקלו הכללי של הטנק. הגבול התחתון של כל הנקודות מייצג את ההישג הטוב ביותר שהושג במיגבלות התכנון המקובל, וניתן לתארו בקירוב במשוואה: $T = 5w$ כאשר T הוא העובי האופקי של השריון במילימטרים, ו-w הוא משקל הטנק בטונות. משוואה זו מלמדת כי משקל הטנק עולה ביחס ישר לעליית עובי השריון. לחץ הטנק על פני הקרקע עולה גם הוא ביחס ישר למשקלו מאחר שישנן מגבלות מעשיות לרוחב הזחלים. עקב כך, יורדת רמת הביצועים בשטח עם עליית הלחץ על הקרקע. יש אפוא לשמור על משקל הרכב המשוריין שיהיה נמוך ככל האפשר. מגבלות אחרות הנובעות מעליית המשקל מתעוררות עם הווצרות הצורך בהובלת הכלי בים, במעבר על-פני גשרים, במסילות ברזל ובדרישות לעבילות-אוויר (אף כי דרישה זו האחרונה אינה מעשית לרוב כלי הרכב המשוריינים). לפיכך לא הורשה משקלו של טנק המערכה לעלות על 50 טונה. אלא רק בכמה טנקים נסיוניים שלא עלו יפה. בתכנון רוב טנקי-המערכה החדשים היתה המטרה לבנות טנק שמשקלו פחות מ-40 טונה. בהתאם לאילוצים אלה במשקל, הושגה התקדמות מעטה בלבד בגישה המסורתית של הגדלת עובי השריון.

1. כיום ידוע כי אף הטנק היפאני החדש STB מצויד במערכת הסעה הידרו-פניאומטית.

למרות כל המאמצים להקטין את המטרה שמהווה הטנק לנשק האויב, תמיד יפגעו בו במספר טילים² וכדי לשרוד, חייב הוא לסמוך על שריונו. מאחר שכמות השריון מוגבלת תלויה הישרדות הטנק במידה רבה ביעילות שבה מנוצל השריון במשקל המותר. אחת הדרכים לשימוש יעיל יותר בשריון היא לא להתקינו במידה שווה בכל המקומות, אלא כך, שעובי יהיה רב יותר במקומות אשר בהם הסיכויים להיפגע רבים יותר. לפיכך, משוריינים כל טנקיהמערכה בשריון עבה יותר בחזית מאשר בצדדים. סידור זה מבוסס על חקר ביצועים המראה ש-70% מהטילים הנורים אל הטנק באים מלפנים, וכיוונייהם נכללים בקשת קדמית בת 60 מעלות.

דרך נוספת להעלות את יעילות השריון כנגד טילים חודרי-שריון בעלי מהירות גבוהה היא להסתוות במידה מירבית מכיוון-הפגיעה הסביר; ופירושו-של-דבר: ליצור שיפועים מהאנג. יצירת שיפוע בשריון מגדילה את עובי השריון האופקי אך יחד עם זה גדל גם אורכו של השריון הדרוש. לפיכך, משקלו של שריון בגובה מסוים, משופע או מאונך, באותו עובי אופקי הוא שווה, ולכן לא ניתן לחסוך במשקל השריון על-ידי יצירת עובי מלאכותי באמצעות השפוע. אולם היעילות של שריון משופע רבה יותר מזו של שריון מאונך באותו עובי. ציור 2 מתאר יעילות זו. בציור זה נראה, למשל, כי שריון שעוביו 100 מילימטר הנוטה ב-60 מעלות לאנג, הוא בעל עובי אופקי של 200 מילימטר. אולם ביחס להגנה באליסטית הוא שווה-ערך לשריון מאונך, שעוביו 300 מילימטר. יותר מכך: ככל שהגטיה רבה יותר, רב היתרון, אף שהתוצאה עשויה להיות רכב שלא יתקבל מסיבות שונות ואחרות. שריון החזית של רוב תובות הטנקים למשל נוטה בדרך כלל ב-50 עד 60 מעלות, ובטנק S מגעת זווית הגטיה אף ל-78 מעלות.

יעילותו של עובי שריון כלשהו עולה עוד יותר, אם בנוסף לנטייתו מן האנג, הוא גם נוטה במישור האופקי מזווית-המעוף של הטיל. במקרה כזה, מכה הטיל בשריון בזווית מורכבת ויעילות השריון רבה יותר בהתאם לכך. נסיון לנצל עובדה זו נעשה בתכנון הטנק הסובייטי הכבד מדגם T-10, שבו ניתנה לחזית התובה צורה מיוחדת של זווית מורכבת. מסיבה זו עשויים בדרך-כלל רוב הצריחים ביציקה, כדי להקל על השגת הצורות המורכבות.

השריון עשוי להיות יותר יעיל אחרי הוספת צלעות חיצר-ניות, שבהיותן מוצבות נכונה על שריון משופע, תוכלנה להסתות את הטילים.

רעיון חדש הוא השריון הכפול, אך עד עתה, נעשה מעט בשריון כפול, המורכב משתי שכבות שביניהן רווח. שריון זה יעיל במיוחד נגד טילים בעלי גרעין של טונגסטן-קרביד, הכיפה הרכה של טילים אלה תותז על-ידי השריון החיצוני, ואז תהיה שארית הטיל יעילה פחות כנגד השכבה השניה ויתכן גם כי תישבר כאשר תפגע. אולם שריון כפול יעיל פחות בדרך-כלל נגד טיל חודר-שריון חד-גושי.

תכנון שריון הפלדה

כאמור, עד לעת האחרונה, היו נתכי פלדה חומרי השריון היחידים. גם היום מנוצלת רק פלדה לשריון טנק-המערכה ולשריון כלי-רכב רבים אחרים, המתוכננים לעמוד נגד

טילים כבדים גדולי-קליבר. הסיבה להעדפת הפלדה בתחום זה היא בהרכב תכונותיה הבאות: קושי רב הדרוש להתנגדות לחדירת טיל קשה ומהיר, ואנרגיית שבר גבוהה (Toughness) הדרושה לספיגת האנרגיה של הפגיעה, בלא לגרום סדקים רבים בשריון.

מיבנה פלדת-השריון משתנה בהתאם לשימושים ולמקור. בדרך-כלל, היא מכילה 0.2%—0.4% פחמן וכמויות משתנות של חומרים אחרים. השריון עובר בדרך-כלל בתחילה טיפול תרמי להגדלת קשיותו ולאחר מכן הרפיה במטרה לעשותו גמיש יותר ועל כן פחות שביר. דרגת הטיפול תלויה בשימושי החומר. לדוגמה, לוח-שריון דק המיועד לעמוד בפני טילים רגילים קטני קליבר, הוא בדרך-כלל פחות גמיש אך קשה יותר מאשר לוח-שריון עבה שנועד לעמוד בפני מכות קשות. לוח-שריון מעורגל אופייני הוא הומוגני³, ניתן למאמץ-מתיחה מירבי של 140.000 עד 190.000 PSI (כ-97 עד 130 קילוגרם למילימטר מרובע). שריון יצוק יעיל פחות משריון מעורגל ולכן עליו להיות ב-5% עד 10% עבה יותר. כדי לספק הגנה שווה לזו של השריון המעורגל, אולם לשריון היצוק יש יתרון — אפשר ליצרו בצורות מורכבות. בעיקומים מסובכים ובעובי-דופן משתנים. זו גם הסיבה לשימוש בשריון יצוק כמעט בכל הצריחים של טנקיהמערכה. אמנם, צריחי הטנקים הקלים אינם מתאימים בדרך-כלל ליציקה מאחר שעובי דפנותיהם קטן מדי ביחס לגדלם, ואף-על-פי-כן, נוצקו בשבילם בהצלחה מספר צריחונים למקלעים.

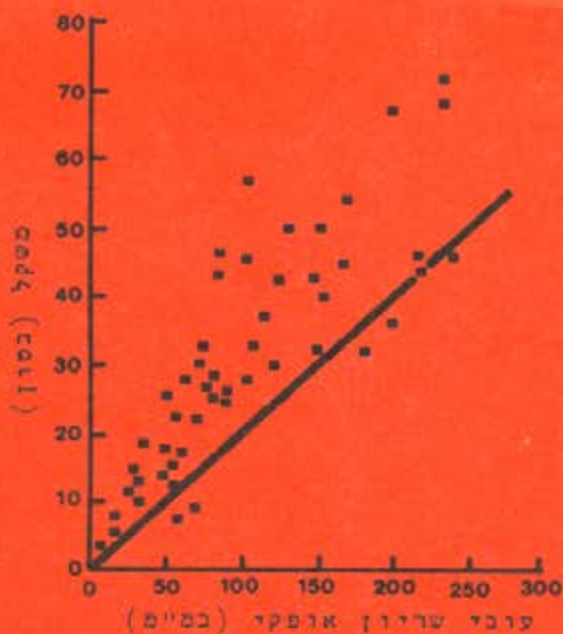
תובת הטנק, אשר לה בדרך-כלל צורה פחות מורכבת מאשר לצריח, מרוחקת ברוב המקרים מלוחות-שריון מעורגלים. מקרים חריגים הם הסדרות האמריקאיות M-48 ו-M-60 הטנק השווייצרי PZ-61, שלהם תובה יצוקה מיקשה אחת. קשה לייצר תובות יצוקות, הסיבה ליציקת תובת הטנק השווייצרי היא שאין השווייצים מסוגלים ליצר פלדה מעורגלת בעובי הדרוש. המבנה האידיאלי הוא חזית-תובה יצוקה, כאשר שאר חלקי התובה עשויים לוחות מרוחקים של פלדה מעורגלת.

חיפוש פתרון נגד המיטען החלול

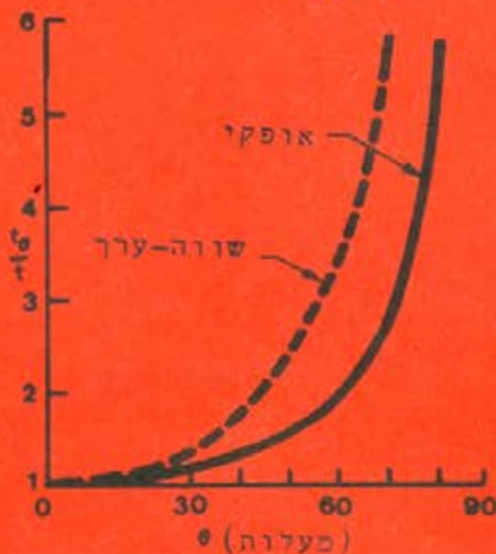
התוצאה המתקבלת מהגדלת שיפוע השריון ושיפור קשיו וגמישותו, אינה יעילה באותה מידה נגד כל סוגי הנשק. יעי-לותם של אמצעים אלה רבה נגד טילים בעלי מהירות גבוהה, ואשר חדירתם מבוססת על האנרגיה הקינטית שלהם.

יש לתת את הדעת גם על סוגים אחרים של טילים חודרי-שריון. החשוב בסוגים אלה הוא המיטען החלול. השפעתו על השריון לא הובאה בחשבון בעת תכנון הטנקים הראשונים, מאחר שהמיטען החלול נכנס לשימוש רק במלחמת-העולם השניה. אולם גם כיום נופתע להיווכח כי רוב רובם של כלי-הרכב המשוריינים מתוכננים בעיקר לעמוד בפני התקפות המבוססות על טילי אנרגיה-קינטית. מובן שאין הדבר מבטיח הגנה מיר-בית מפני מיטען חלול. פלדה, למשל, אינה יעילה נגד מיטען חלול, מאחר שההתנגדות לחדירת סילון הגזים חייבת להיעשות בכמות החומר העומדת בפני הסילון, ולא בכוח חוקו של החומר.

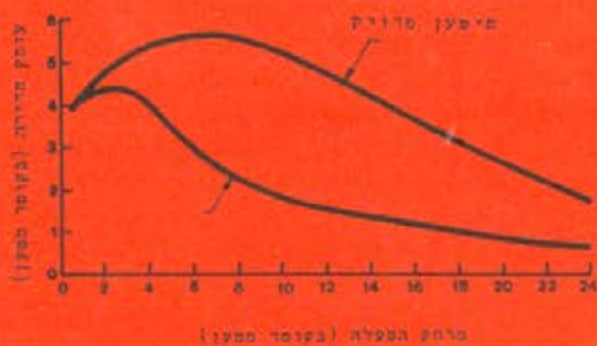
2. במונח "טילים" הכונה לקלעים/פגזים של כדורי התותחים, בין אם הם עשויים מיקשה אחת ובין אם הם נפיצים.
3. הומוגני — שתכונותיו אחידות בכל נקודה ונקודה.



צירוף 1



צירוף 2



צירוף 3

למעשה, עומדת החדירה של סילון הגזים ברוב החמרים ביחס הפוך לשורש הצפיפות של החמרים. כך ניתן להשיג אותה דרגת הגנה משני חמרים, אשר לאחד צפיפות נמוכה, D_1 ולשני צפיפות גבוהה D_2 אם שומרים על יחס העוביים הבא:

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}$$

כאשר: t_1 — עובי החמר הקל,

t_2 — עובי החמר הכבד.

להמחשה של נוסחה זו נבחן את המקרה הבא: שריון פלדה בצפיפות 7.8 גר/סמ"ק בעובי 80 מ"מ ושטח 1 מ"ר משקלו 624 ק"ג.

נחשב מה עוביו של שריון אלומיניום שצפיפותו 2.7 גר/סמ"ק שיהיה שווה-ערך לו מבחינת ההגנה כנגד מיטען חלול:

$$\text{נתון: } t_2=80; D_1=2.7; D_2=7.8; t_1=?$$

$$t_1 = 80 \sqrt{7.8/2.7} = 136$$

עובי שריון האלומיניום יהיה 136 מ"מ (לעומת 80 מ"מ פלדה) ומשקלו של 1 מ"ר שריון זה יהיה 367 ק"ג (לעומת 624 ק"ג משקל שריון הפלדה).

נמצא כי ככל שהצפיפות נמוכה יותר, ניתן לייצר שריון קל יותר שיקנה אותה הגנה בפני מיטען-חלול. המסקנה יכולה להיות שימוש בחמרים קלים לא מתכתיים כמו פוליפרופילן. אולם חומר כזה לא יהיה יעיל נגד קליע אנרגיה קינטית, ולכן הוא ניתן לשימוש רק בשילוב עם שריון מתכתי.

פתרון דומה אך פשטני יותר, מיוצג בגישה שיש לנסותה, והיא: לצייד את הטנק במיכלים קלים מסביבו, שניתן למלאם לפני הקרב בחול או במים, כך ינוצלו מיכלים אלה כשהם מלאים, כמו לוחות פוליפרופילן, ויתרונם בכך שהטנק לא יצטרך לשאתם כל העת. הדרך הישירה והפשטה, להציב חומר בעל צפיפות נמוכה נגד מיטען חלול, היא להרכיב מיכלי-דלק לדיוזל במקום הצפוי לפגיעת המיטען החלול. דבר זה ניתן לעשות בסיכון מועט של דליקה, במיוחד אם מיכלי הדלק מצופים בפוליאורתן בעל תכונות "כיבוי-עצמי". אולם לפי שעה, הוגבלו כל האמצעים לשיפור ההגנה נגד מיטען חלול להרכבת לוחות דקים בצדי או בחזית השריון. לוחות אלה מפעילים את המיטען החלול במרחק המירבי האפשרי מהשריון העיקרי, וכך מפחיתים את יעילותו.

הירידה בחדירת שריון פלדה מתוארת בצירוף 3 כתלות במרחק שבין בסיס-המיטען לפני המטרה. (המרחקים מובעים במספר קטרים של בסיס-מיטען). מאחר שאף טילים הנורים מכלים קלים הנישאים ביד יש להם קוטר בן שלושה אינצ'ים ולטילי נ"ט מונחים קטרים של ארבעה עד שישה אינצ'ים, נראה כי יש להפעיל את המיטען החלול בלוחות המגן בריחוק רב מאד מלוח-השריון, כדי להקטין את החדירה במידה נכרת. ובאמת, נראה כי קלושה התקוה למצוא הגנה נגד טילי מיטען חלול, מאחר שביכולתם לחדור פיא-ארבעה עד חמישה מקוטרים. ופירוש הדבר שטילים בקוטר 75 מילימטר יכולים לחדור 300 עד 375 מילימטר שריון, וזה יותר מכל עובי שריון שמצויד בו טנק כלשהו שנבנה עד כה. והנה, יש להתיחס לגראפים בצירוף 3 ובצירורים דומים אחרים, בהתאם למה שהם מייצגים באמת: גראפים אלה מתארים את חדירת שריון הפלדה בתנאים

אידיאליים. אין גראפים אלה מתארים את עובי השריון, אשר מיטען חלול חודר וגורם לו נזק מוחלט והשמדה. תנאי שדה אינם התנאים האידיאליים, ולכן מתקפחת בהם היעילות בדרך-כלל. יתר על כן: לחדירת השריון בלבד יכולה להיות השפעה מעטה על המשך הפעולה של הטנק. כך למשל, נחדרו כלי-רכב משוריינים רבים במלחמת-העולם השניה ובריאטנאם על-ידי מיטען חלול ורק נזק מועט נגרם לאנשי-הצוות.

הבריטים מעריכים מאוד את השימוש בהגנת לוחות מפני המיטען החלול ולכן ציידו את הסנטוריון והציפטיין בלוחות כאלה בצדי הטנק (פלאטות בזוקה בצדי התובה וארגוני זיווד בצריח). לוחות אלה יהיו יעילים במיוחד נגד מיטען חלול קל, נייד, המופעל על-ידי חי"ר מן המארב. לאחרונה, הופנתה תשומת-הלב אל מגינים ממוטות פלדה קשה, המפחיתים עוד יותר את חדירת המיטען החלול ויכולים לקטום את ראשי הטילים הפחות מתוחכמים.

אפשר להפחית את תוצאת חדירת המיטען החלול בציפוי פנימי של שריון הפלדה בפוליאתיילן או בחומרים דומים. ציפויים אלה יכולים להגדיל גם את ההגנה מפני קרינה. יעיל במיוחד בין חומרים אלה הוא פוליאתיילן המכיל כמויות קטנות של מילוי בורון, המקנה תכונות הגנה מפני נויטרונים בשטף נמוך. יחד עם זאת, ההגנה הטובה ביותר (בינתיים) מפני קרינה רדיואקטיבית היא בשריון הפלדה עצמו.

הפלדה יעילה גם נגד מיטען פלאסטי (מע"ך). מטענים אלה, המתפוצצים על פני שטח הפלדה, מעבירים גלי הלם הגורמים נזקים מהדופן הפנימית של השריון. לשון אחרת: השריון אינו נחדר, אך רסיסים בעלי יכולת-הרג רב מועפים מחלקו הפנימי של השריון. אם המיטען המעיך מופעל בטרם הכה בשריון, יעילותו פחותה בהרבה, אולם כל לוח דק, המכוון לשמש מפעיל כזה, יועף בתהליך זה וישאיר את רכב הקרב רגיש ופגיע יותר להתקפות הבאות. כלי-הרכב המשוריינים, הכבדים, יכולים להיות מוגנים לגמרי מפני מיטען מעיך, בהיוות מצוי דים בשריון כפול, שכל שכבה בו עבה די הצורך וביניהן שכבת אויר. אך יש לזכור כי מיבנה כזה יהיה פחות יעיל נגד טילי אנרגיה קינטית, וכמ"כ, בדרך זו אי-אפשר להגן על זיווד חיצוני וחלקים חיצוניים אחרים, שלא יהיו מוגנים מפני נשק זה.

שריון אלומיניום

החומרים היחידים, שהתחרו באורח רציני בפלדה כחומרי שריון, היו עד כה רק נתכי אלומיניום, ואף זאת רק לגבי תכנון כלי-רכב קלים יחסית. פיתוח של שריון אלומיניום בקנה-מידה גדול החל בארה"ב לפני 14 שנה. שני מאורעות קידמו את הפיתוח בנושא זה, המאורע הראשון היה הירידה הפתאומית בדרישה לאלומיניום, לאחר מלחמת קוריאה, חו גרמה ליצרני האלומיניום שיחפשו לו שימושים חדשים, הגורם השני נבע מדרישת צבא ארה"ב לרכב משוריין קל יביל-איר. עקב כך, סיפקו יצרני אלומיניום גדולים, בשנת 1956, דוגמאות של שריון אלומיניום לצבא ארה"ב, ובאותה עת, חתמה חברת FMC על חוזה לפיתוח נושא-גייסות משוריין מאלומיניום (ידוע עתה בשמו M-113 ומשנת 1960, נעשה הרכב המשוריין הקל העיקרי לא רק בצבא ארה"ב אלא ברוב הצבאות המערביים).

נוסף לפיתוחים מוצלחים דוגמת ה-M-113 יוצרו כלי-רכב רבים אחרים מאלומיניום, דוגמת רכב הפיקוד והסיוע M-114, התותחים המתנייעים M-108 בקליבר 105 מילימטר, M-109 בקליבר 155 מילימטר, לאחר-מכן, בא פיתוח הדור השני של כלי-הרכב המשוריינים מאלומיניום, ובו טנק הסיוע והתקיפה, ג'נרל שרידאן M-551, רכב-הנחיתה LVT-12 שהוא בשלבי פיתוח סופיים בשביל יחידות המרינס של ארה"ב, ואשר כינויו הסופי יהיה LVT-7.

בשלוש השנים האחרונות, הופיעו כלי-רכב משוריינים מאלומיניום גם מחוץ לארה"ב. צרפת בנתה אבי-טיפוס של נושא גייסות משוריין באלומיניום, שכנויו AMX-10, ובבריטניה בנתה חברת אלויס את הסקורפיון, שהוא הטנק הקל הראשון בעולם, המשוריין כולו באלומיניום. חברת דיימלר בנתה את הפוקס, שהוא הרכב האופני הראשון שכולו משוריין באלומיניום.

שריון אלומיניום מסוג זה, שידרש לעמוד בעתיד בפני טילים חודרי-שריון מנשק קל, יהיה בעל אותו משקל של שריון פלדה שוות-ערך, אף שהאלומיניום קל פי-שלושה מהפלדה יש צורך בעובי הגדול פי-שלושה מעוביה, כדי להקנות לו אותה הגנה מפני כדורים. על כן, יהיה משקל השריון שווה בשני המקרים, ואף-על-פי-כן, השימוש בשריון אלומיניום יוריד באופן ניכר את משקל כלי הרכב המשוריין. החסכון במשקל נובע מכך שלוח האלומיניום העבה יותר מלוח הפלדה הוא גם קשיח יותר, ולכן, ניתן לחסוך ביחידות-מיבנה (קונסטרוקציה) שנועדו לתת קשיחות לשריון פלדה ברכב קל.

תובת האלומיניום M-113, למשל, קלה ב-10% מתובה עשויה פלדה שוות-ערך, מובן שלא ניתן לחסוך בדרך זו ברכב משוריין כבד, בעל שריון-פלדה עבה (כי אז אין צורך בתוספות להקניית קשיחות), ובמקרה זה יהיה העובי הרב של שריון האלומיניום בבחינת חסרון. יתר על כן: שריון האלומיניום חסר את אנרגיית השבר הגבוהה הדרושה להגנה בפני טילים גדולי קליבר ורבי מהירות. עקב כך, אין האלומיניום מתאים לשריון טנק-המערכה, אף שהוא יותר יעיל מן הפלדה (על בסיס משקל) להגנה בפני מיטען חלול.

שימוש מוצלח בנתכים 5083 הביא לפיתוח הנתכים החדשים ביותר, מסוג 7039, המשמשים ב-M-551 וב-LVT-12 וכמו-כן בסקורפיון ובפוקס. נתך זה מורכב מאלומיניום מאבץ וממגי זיום, השיפור בתכונותיו של נתך 7039 לעומת 5083 ופלדה משתנים עם זוויות-הנטיה של השריון. השיפור גדול בזוויות קטנות מאד ובזוויות גדולות מאד, ויורד באזורי הביניים. תמורת השיפורים בתכונות הנתך 7039 היה צורך לשלם מחיר גבוה יותר, בעיקר בפתרון בעיות הריתוך. במקום להשתמש בנתך 7039, אפשר לחזק את התנגדות שריון האלומיניום מנתך 5083 כנגד טילים רבי-מהירות על-ידי בניית מוטות פלדה קשה בתוך האלומיניום קרוב לשטח החיצון, סידור זה יהיה יעיל במיוחד נגד טילים בעלי גרעין קשה מסוג טונגסטן קרביד, אשר ישברו כאשר יטו על-ידי המוטות. כמ"כ, ניתן לבנות בתוך האלומיניום, קרוב לשטח פניו, רשתות כבל בעל מתיחות גבוהה, כדי להפחית את הנטיה להתנפצות.

יתכן שיהיה אפשר לצקת יחידות מורכבות כמו צריחים, וצריחונים, שריון אלומיניום יצוק הופיע בשריון M-551 בצריחון המפקד, משקלו של צריחון זה, היצוק אלומיניום, כ-60

קילוגרם הוא הישג שנחשב עד עתה בלתי-אפשרי. כל השימושים הקודמים באלומיניום בשריון היו בלוחות, משום הסברה שרווחה כי האלומיניום היצוק לא יצלה מבחינה בליסטית.

שריון טיטניום או מגנזיום

אלטרנטיבה אפשרית לאלומיניום נמצאה בשריון עשוי טיטניום: על-פי תכונותיהם המכניות ומשקלם הסגולי מהווים נתכי הטיטניום שריון אידיאלי, באשר נפחם שווה לזה של פלדה, אין הם נופלים ממנה בביצועיהם, בעוד שמשקלם באותו מצב מהווה כמחצית ממשקל הפלדה. לרוע המזל, תהליכי העיבוד של נתכי טיטניום קשים ביותר, ומחירם גבוה מאוד בהשוואה לנתכי אלומיניום. בתחום השריון הקל, עשוי השימוש בטיטניום לשפר במידה ניכרת את היעילות הבליסטית של הקסדות הסטנדרטיות המיוצרות מפלדת מנגן (פלדת הדפילד). נסיונות לייצור קסדות מטיטניום נתקלו בעבר בקשיים טכנולוגיים, אך נראה כי לאחרי רונה חלה התקדמות ניכרת בתחום זה. דיסקיות טיטניום בעובי 0.8 מ"מ מצאו את שימושן כתוספת לשכבות אחדות של בדי-ניילון מיוחד, הידוע בשם ניילון בליסטי, באפודות לשריון אישי. נתכי מגנזיום מתאפיינים במשקל סגולי נמוך אף מזה של נתכי אלומיניום. לפני כתיירת שנים, הוחל בפיתוחם בצבא האמריקני לשימוש בכלי-רכב משוריינים. התוצאה: נבנתה תובה ניסיונית, המיועדת לנושא הגייסות M-113, עשויה נתך מגנזיום-ליטיום. הדגם עבר בהצלחה ניסויי דרך, אך בסופו של דבר, לא הוכנס לייצור בשל היעדר עמידות כנגד קורוזיה, יעילות נמוכה נגד קלעים חודרי-שריון ומחיר גבוה.

השריון הקיראמי

שריון קיראמי אף הוא מבטיח אפשרות למיבנה מורכב, שיתאים לכלי-רכב משוריינים קלים. חומרי קיראמיים משמשים לפי-שעה להגנה על טייסי ההליקופטרים בצבא ארה"ב. בהליקופטרים עשוי השריון הקיראמי מסיבי-זכוכית ופולי-אסטר, המצופים ציפוי קיראמי. בדרך זו מקבלים שריון שמשקלו כשלושה רבעים ממשקל שריון פלדה שווה-ערך. הציפוי הקיראמי נעשה בדרך-כלל מתחמוצת אלומיניום, ברי-בועים שגודלם אינו יותר מ-15 × 15 ס"מ. קשיות המעטה גורמת את התרסקות הטילים הפוגעים בו. אולם גם המעטה נפגע ומתרסק ומאבד הרבה מכושרו אחרי הפגיעה הראשונה. אם ינוצל מעטה קיראמי לשריון כלי-רכב קרביים, יהיה עליו להיות מורכב על חומר אשר לא רק יספוג את אנרגיית הפגיעה ורסיסי המעטה, אלא גם ישמש כחומר-מיבנה לרכב. דרישות אלו יתמלאו כנראה על הצד הטוב ביותר באלומיניום, אם אמנם יימצאו דרכים מתאימות להרכבת המעטה הקיראמי על אלומיניום. כך כנראה, ייוצרו בעתיד כלי-רכב המשוריינים, בנויים אלומיניום ומצופים במעטה קיראמי קשה באזורים הקריטיים שלהם.

שריון מורכב

חומרים מרוכבים מסיבי זכוכית ופוליאסטר או Epoxy שימשו בעצמם כחומר-מיבנה לשריון ובכמה מקרים, להגנה כמשטחים או כיסויים גדולים על תותחים. אולם נראה שהשימוש בהם בכלי-רכב משוריינים יוצרך להצטמצם לכיסויים קלים להגנה בליסטית קלה מאד ולהגנה ממוגה-אוויר, הוא הדין גם בחומר המורכב מבד ניילון, המשמש באפודות-המגן: השימוש בחומר זה הוגבל עד כה לשריון בדמות שמיכה שעל התותח המתנייע M-107.

צור 4: שריון קל מפיברגלס



צור 5: שריון שמיכה מניילון לתותח המתנייע 175 מ"מ M-107.



לסיכום

עדיין אין תחליף מוצלח לפלדה כחומר עיקרי לשריון. הפלדה יחד עם האלומיניום, הטיטניום, המגנזיום, החומרים הקיראמיים והחומרים המרוכבים מספקים למתכנני השריון אפשרויות נרחבות באשר לשריון רכב-הקרב המשורייני של העתיד. מאמצים רבים נעשים בעולם בתחום בניית שריון, שינטרל או יפחית מהשפעתו של המיטען החלול. אך עדיין אין שריון הרכב חמרים כזה שיהיו יעילים לכל התנאים ונגד כל סוגי הנשק. המגמה המסתמנת עתה בעולם היא מעבר איטי לשילוב חומרים בבניית שריון לכלים המשוריינים של העתיד וכן למיבנים מתוחכמים יותר כדוגמת מרווחי האויר וה"כריכים" למיניהם.

מגמה נוספת המתבלטת היא חיפוש אחר אמצעים שיאפשרו הפחתת השריון עד למינימום, דוגמת הנמכת צללית הסנק, וחיפוש אחר פתרונות של ויתור על צריח, או נהג בצריח והנמכת התובה וכו'.

ניתן בהחלט לשער כי שילוב שתי מגמות אלו יוביל לבניית סנק בעל סיכויי היפגעות מינימליים.

