

שיפורים בראשי-נפץ

סרן בני

מאמר זה דן בדרכים ובשיטות מודרניות

בניית בעזרתן משפרים כיום את ראשי-

שי-הנפץ המשמשים את הצבאות בי-

עולם.

נגדיר תחילה שני מושגי יסוד:

א. מהם "ראשי-נפץ רסיקים".

ב. כיצד מוגדרת "יעילותו" של ראש

זה או אחר, וכיצד מחליטים אם אכן

הראש יעיל דיו עבורנו.

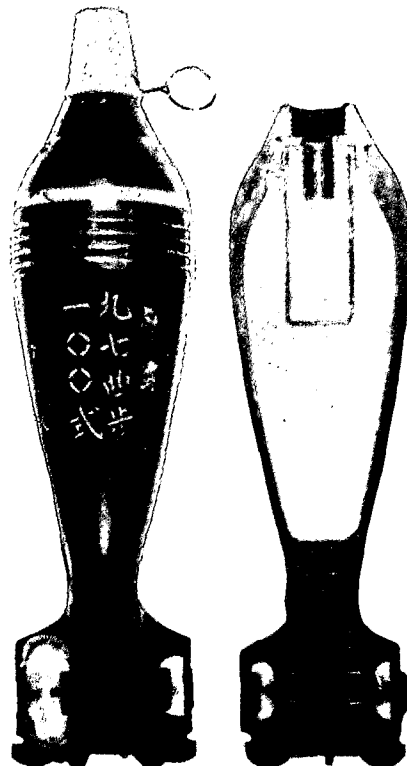
ראשי-נפץ רסיקים

משפחת ראשים זו כוללת למעשה את כל סוגי התחמושת המוכרים, המורכבים ממערטפת מתכת, שבתוכה יצוק או כבוש חומר נפץ. עם ייזומו של חומר-נפץ זה, גורם גל-הלחץ הנוצר, לפיצוץ, כלומר, נגזרת המעטפת הברזלית לכמות של רסיסים, העפים לכל העברים במהירות גבוהה (ראה תמונה מס' 1).

שיטה זו, אשר לפיה בנויים רוב סוגי התחמושת הנפיצה (High Explosives), היא השיטה הנפוצה ביותר, ומשתמשים בה בכל הקליברים — החל בקליבר קטן, של 20 מ"מ, וכלה בתחמושת לתותחים ארוכי-טווח. גם

תמונה מס' 1

HEM-100). נראית בברור המעטפת המתכתית והחנ"מ היצוק בפנים.



פצצות-אוויר בנויות בהתאם לעיקרון זה — מעטפת-ברזל שבתוכה יצוק או כבוש חומר נפץ מרסק.

מכאן עולה, כי בדוננו בשיפורם של ראשי-הנפץ הקיימים, נכללה בכך קשת רחבה ומגוונת של סוגי תחמושת נפיצה, הבנויים כולם על פי אותו עיקרון.

בדרך כלל אין משתמשים בתחמושת נפיצה נגד מטרות-נקודה, אלא נגד מטרות-שטח. אם מחטיא חייל ברובהו את המטרה, אפילו במספר סנטימטרים קטן, הרי לא יפגע באויב והירי במקרה זה לא הביא לתוצאה המקווה. לעומת זאת ב"נשק שטח" אף אם לא פגיעה התחמושת במטרה ב"בול", מסוגלת היא לגרום לפגיעה או הרג בטווח מסויים, סביב מקום פגיעת הפגז או הפצצה. טווח זה ייקרא להלן בשם "רדיוס-הרג".

"רדיוס-הרג" משמש כאחד הקריטריונים המקובלים ליעילותה של תחמושת בכלל ותחמושת נפיצה בפרט, אך הדיון בו מחייב סקירת הידוע לנו על ה"מכניזם" הפועל בשעת פגיעת אדם או הריגתו עלידי רסיס.

יעילותו של רסיס או קליע

עד לפני זמן קצר יחסית (ראשית שנות ה-60), נהוג היה להגדיר "רסיס קטלני" (המסוגל להרוג אדם) — כרסיס אשר בפגיעתו יש לו אנרגיה של כ-8 ק"ג/מטר. בלשון פשוטה, זוהי כמות האנרגיה האצורה במסה של ק"ג אחד, המועלה לגובה 8 מטרים. התברר, כי קריטריון זה אינו מתאים למצי-

תמונה מס' 2

תצלום מהיר מיוחד (spark shadowgraph) של חדירת כדורית פלדה בקוטר של 3 מ"מ לתוך מיכל מלא מים. נראה בברור "קונוס הלחץ" הראשוני הנוצר בשעת הפגיעה. נראים גם בברור טיפות המים הנתזות לאחר עם הפגיעה.



איזור-הלחץ חוזר למצבו הנורמלי לאחר שחלף בו הקליע — אם לא נמצאו בתוכו אברים חיוניים (כגון: עצבים, כלידים עיקריים וכיוצא באלה). ואולם, אם נמצאו אברים מבין אלה בתוך איזור ההשפעה של "קונוס-לחץ" זה, נגרם נזק קבוע. תוצאה שניה של הפגיעה, שניתן להבחין בה בבריור, היא המסלול בו חלף הקליע בתוך הגוף; לאורך מסלול זה נקעים האברים והרקמות, ונגרם נזק קבוע, שאינו נעלם עם חלוף הקליע או הרסיס, כי אם לאחר זמן רב בלבד (עם החלמת הפצוע), ולפעמים נשאר לעד.

תופעה זו, דהיינו — ההשפעה המכרעת של המהירות על סוג הפגיעה, נתגלתה במלוא חריפותה בויאט-נאם, בין אנשי הויאט-קונג שנפגעו בכדורי 5.56 מ"מ. לאחר פגיעה באיזור רקמות הזרוע, למשל, נתגלו שברים בעצמות הכתף והבריח, שנגרמו כתוצאה מן המהירות הגבוהה של התחמושת בת 5.56 מ"מ (בסביבות 1,000 מטרים בשניה). מהירות זו יצרה "קונוס-לחץ" גדול, אשר התפשט והשתרע עד עצמות הכתף והבריח (אותה תופעה נתגלתה גם בגפיים התחתונות: — כדורים בעלי מהירות גבוהה גרמו לשברים בעצמות, אם כי פגעו רק ברקמות הבשר, שהיו מרר-חקות מאיזור הבשר).

בנקודה זו נזכיר גם את **משקל הקליע**, המשפיע על "הבליסטיקה הפנימית של הפגיעה". קליע קל יותר עשוי לגרום לנזק פנימי חמור במידה רבה מאשר קליע כבד יותר, גם כש-

מטר על פני שטח של ס"מ². ואולם, אם נזכר בהגדרת האנרגיה בצורתה המתמטית, נראה כי האנרגיה הקינטית של גוף בתנועה מבוטאת בנוסחה $E = \frac{1}{2}MV^2$, שבה M — מסת הגוף, E — האנרגיה הקינטית שלו, ו- V — מהירותו. נוסחה זו מורה, כי ייתכן שני קליעים בעלי אותה אנרגיה קינטית, השונים זה מזה במסה ובמהירות; לאחד מסה גדולה יותר ומהירות קטנה יותר, ולשני מסה קטנה יותר ומהירות גדולה יותר. — אך כמות האנרגיה האצורה בשניהם שווה. יתכן גם, כי צורתם ומקום פגיעתם בגוף יהיו זהים, ולמרות זאת יהיה אפקט פגיעתם בגוף שונה לחלוטין — וזאת עקב השריף במהירותם. זהו נושא מורכב, שעדיין לא נחקר די צורכו — Wound ballistics: חקר "הבליסטיקה של הפגיעה" (מפתח קוצר היריעה נקדיש לנושא זה כאן הערות ספורות בלבד; והקורא המעוניין מופנה לרשימה הביבליוגרפית בסוף המאמר).

בהתאם לממצאים ולניסיון הרב שנצטבר בשנים האחרונות (במיוחד במלחמת ויאט-נאם, שבה נבדק הנושא בצורה מדעית ע"י צבא ארה"ב) — גורמת הפגיעה בגוף לשתי תוצאות עיקריות, שאחת מהן גורמת להשפעה חולפת על הגוף והשניה — לנזק קבוע. עם הפגיעה בגוף, נוצר "קונוס לחץ", הדוחס בחזקה את כל הרקמות והאברים הנמצאים סביב נקודת הפגיעה * (ראה תמונה מס' 2).

* יש הנוהגים לכנות תוצאה זו בשם — "הלם הידראולי" — "Hydraulic Shock", הואיל ותוצאה זוהי מתקבלת בירי קליע או בפגיעת רסיס במשטח מים. נזכור גם כי רקמת גוף האדם מכילה כ-60% מים!

תמונה מס' 4
חור "ציאה" של כדור 5.56 מ"מ לאחר פגיעתו באותה רקמת בשר המופיעה בתמונה 3.



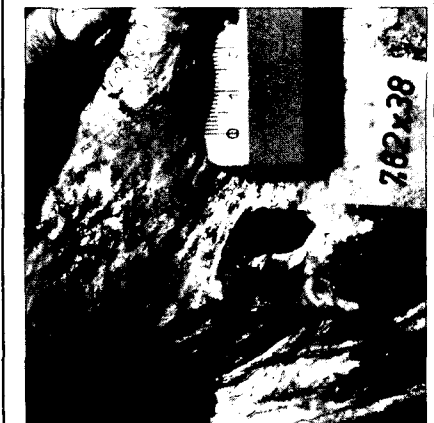
אות, שכן קיימים גורמים נוספים אשר להם חשיבות מכרעת באשר ליכולתו של רסיס (או קליע) להרוג או לפצוע. שני קליעים או שני רסיסים, בעלי תכולת אנרגיה שווה אך בעלי **צורה שונה** — האחד שטוח והאחר בצורת חץ דק — יחדור החץ הדק לתוך הגוף, ויגרום לנזק פנימי חמור או אף למוות, בקלות רבה יותר מן הרסיס השטוח. למה הדבר דומה? — כאילו לקחנו שני משקולות של 1 ק"ג, אחת משוננת וחדה בצורת יתד ושניה צורתה כמשטח רחב, העלינו אותן לגובה של 8 מטר והפלנום על 2 אנשים העומדים למטה. ברור הוא שרבים סיכוייו של אותו מסכן עליו נפלה המשקולת הצרה והחדה ל"הבקע" לשני חצאים, בו בזמן שרבים הם סיכוייו של השני לצאת בשלום או בשברים וחבלות שטחיות בלבד.

קריטריון מדויק יותר, המקובל כיום קובע כי יכולתו של הרסיס/קליע להרוג תלויה בכמות האנרגיה ליחידת שטח שאותה מחדר הרסיס לגוף. מקובל כיום להניח, כי רסיס הפוגע בגוף "ומעניק" לו בפגיעתו אנרגיה של 17 ק"ג/מטר על פני שטח של 1 ס"מ² — פגיעתו קטלנית.

קביעה זו גם היא אינה מושלמת, ותיתכן גם פגיעה קטלנית של רסיס, שאינו מסוגל להרוג לפי הגדרה זו, אך פגיעתו באברים החיוניים, כגון עיניים, לב וכדומה — תגרום למוותו של הנפגע. האיזור שבו פגע הרסיס או הקליע בגוף הוא, אם כן, גורם נוסף הקובע אם הפגיעה קטלנית או פוצעת בלבד.

בשנים האחרונות הובהר, כי השפעה כמעט מכרעת על יעילות הפגיעה נודעת ל**מהירות הקליע**. כאמור לעיל, הקריטריון המקובל כיום לרסיס הורג הוא אנרגיה של 17 ק"ג/

תמונה מס' 3
חור "ציאה" של כדור 7.62 מ"מ לאחר פגיעתו ברקמת בשר.



צורתם, כמות האנרגיה שלהם ואיזור הפגיעה זהים, שכן משקלו הקטן של הקליע מאפשר לרקמות שריריות ולעצמות להסיט בקלות יחסית ממסלולו. במקרה כזה נוצר אפקט של כדור "דוס-דוס", שכן הקליע הקל יתחיל "לטייל" בנף, עד אשר יעצר סופית בתוכו — בעוד הקליע הכבד יותר, מפתח התמדתו הגדולה יותר (למרות שיש לו אותה אנרגיה קינטית!) יחדור את הרקמות הקשות ויצא בקו ישר החוצה. המחשה לנאמר זה עתה ניתנת בתמונות מספר 3 ו-4, בהן נראה אפקט הפגיעה ברקמת-בשר, של 2 סוגי תחמושת: תחמושת 7.62 מ"מ נאט"ו רגילה (שהיא תקנית גם בצה"ל), ותחמושת 5.56 מ"מ, אשר בשימוש צבא ארה"ב בויאט-נאם (ראה תמונה מס' 5). בפגיעה בנף גודלם של חורי החדירה זהה כמעט אולם בעוד שחורי הציאה של הכדור בקוטר 7.62 מ"מ כמעט חלק, הנה לעומתו הכדור בקליבר זעיר (5.56 מ"מ) קורע את הרקמה בצאתו. נזק הקליע בעל הקוטר הזעיר גדול פי כמה עקב מהירותו הגבוהה ומשקלו.

כיצד בודקים למעשה בתנאי-שדה ובתנאים מעבדתיים אם רסיס (או קליע) הוא רסיס "הרג" או רסיס "פוגע"?

למרות מספרן הרב של השיטות הנהוגות לקביעת יעילותם של קליעים, הקריטריון המקובל ביותר הוא עדיין "חדירת לוח עץ" אורן פיני בעובי 22 מ"מ; הקליע או הרסיס המסוגל לחדור לוח עץ מעין זה — נחשב לרסיס קטלני. חשוב להגדיר בדיוק מהי לחותו של לוח-העץ המשמש לניסוי, כיצד מחוזה הוא לקרקע וכדומה. בשיטה זו נוח ביותר להשתמש בתנאי-שדה, כאשר הקמת "זירה" של לוחות-עץ מתאימים מסביב לראש שי הנפץ הוא דבר קל יחסית. מפוצצים את הראש, וסופרים את מספר הרסיסים שחדרו

את לוחות-העץ מסביב (ראה להלן, בסעיף "יעילות ראש נפץ", מדוע חשוב מספרם של הרסיסים החדורים).

שיטה שניה המקובלת עתה בצבאות מודרניים (ובהם צבא ארה"ב וצבא גרמניה המערבית) היא ירי הרסיס או הקליע לתוך גושי ג'לטין (מקפא) (ראה תמונה מס' 6). בשעת הירי מצלמים במצלמה מהירה את מסלול הרסיס/הקליע ואופן חדירתו לתוך גוש הג'לטין (המייצג את רקמת האדם), וכך ניתן לראות בברור את "קונוס-הלחץ" הנוצר, ואת הנזק "הקבוע" הנשאר לאחר הירי. בצורה זו ניתן להשוות בקלות יחסית את יעילותם של רסיסים או קליעים שונים. ברור, כי קשה להשיג תמש בשיטה זו בתנאי-שדה, והיא שמישה ונותנת תוצאות טובות בתנאים מעבדתיים בלבד.

במסגרת החיפושים אחר שיטה נוחה ומתאימה לבדיקת יעילותו של קליע, נערך גם ירי על מטרת שהורכבו מגושים של "סבון כביסה" רגיל, בהנחה שחומר זה נותן סימור לצייה טובה לרקמות-אדם.

שיטה זו עדיין נהוגה בצבאות שונים.

יעילותו של "ראש" נפץ

עד עתה עסקנו ביעילותו של רסיס או קליע יחיד — מתי מסוגל הוא לפצוע או להרוג, וכיצד בודקים יעילות זאת. עתה נבחן את "יעילותו" של ראש נפץ — ולא קליע או רסיס יחיד בלבד.

לכאורה, מורכב הראש הנפץ ממספר גדול של רסיסים או קליעים, שהדרכים לבחינת יעילותם פורטו לעיל, ולכן לא נותר אלא לבדוק מהו המרחק ממקום הפיצוץ שבו יהיו עדיין הרסיסים קטלניים. למעשה קיימים גורמים נוספים המהייבים הגדרה מורכבת יותר ל"יעילותו של ראש נפץ".

סוג המטרה. לא הרי קבוצת אנשים עומדים בשטח — כהרי קבוצת אנשים שוכבים, או נמצאים בתוך חפירות או בנמ"שים. כן תלך יה יעילותו של ראש נפץ ביחס למטרה מסוימת בזית המרחבית של נקודת-פגיעתו יחסית למטרה. לדוגמה — אותו פגז, עשוי להיות יעיל ביותר נגד קבוצת אנשים עומדים אם צירו ניצב לקרקע, אך בלתי יעיל עד מאוד אם צירו מקביל כמעט לפני הקרקע בשעת הפגיעה.

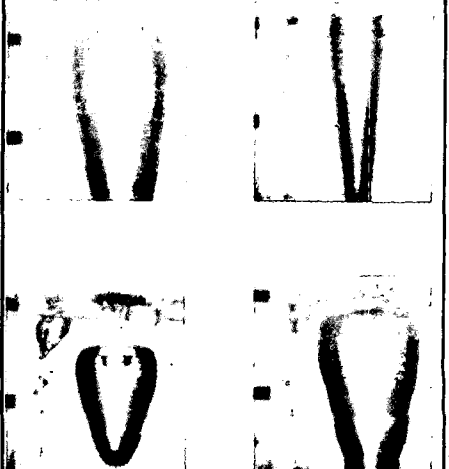
אחד הגורמים המכריעים המשפיעים על קבירתו עתה באשר ליעילותו של ראש נפץ, הוא "מספר הרסיסים הקטלניים הפוגעים ברדיוס מסויים בשטח של מטר מרובע אחד".

כדי שלא לסבך את הקורא יתר על המידה — נניח לרגע כי המטרה היא קבוצת אנשים עומדים, וצירו של הפגז (או של "הראש הנפץ") ניצב לקרקע בעת הפגיעה. ברור הוא, שכלל שגול המרחק ממקום ההתפוצצות — כן קטנה צפיפות הרסיסים, ופירושו של דבר, כי סיכויי הפגיעה באדם הנמצא בסמוך למקום הפיצוץ — רבים יותר. אם נניח לרגע כי שטחו הפגיע של האדם הוא כ-0.5 מ"ר, הרי אם נקבל צפיפות של 2 רסיסים ל-1 מ"ר, נמצא כי כל אדם שבאיזור בו קיימת צפיפות-רסיס זו — ייפגע!

לסיכום, אנו מגדירים את רדיוס ההרג היעיל של הפצצה (למטרה מסוימת) כמרחק שבו תיפגע המטרה בוודאות מוחלטת (בגלל צפיפות הרסיסים), ואשר בו תהיה הפגיעה קטלנית — במובן שהובהר לעיל — לגבי המטרה. סדר-הגודל המקובל לצפיפות-הרסיסים הנדרשת, הוא בין 2 ל-3 רסיסים למ"ר. דהיינו — יעילותו של הראש הנפץ נקבעת על-ידי רדיוס ההרג — אותו מרחק ממקום הפיצוץ שבו נקבל עדיין 2 עד 3 רסיסים קטלניים למ"ר.

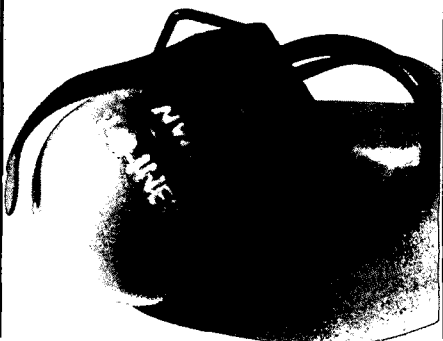
תמונה מס' 6

שלבים בפגיעת כדורית פלדה בקוטר של כ-3 מ"מ בגוש ג'לטין במהירות פגיעה של כ-1000 מטר לשניה.



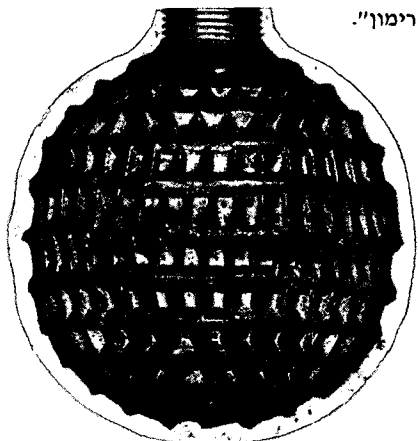
תמונה מס' 7

"מיני-רימון" הולנדי (בקוטר של כ-5 ס"מ). החייל יכול לשאת בקלות כמות גדולה של רימונים אלו ולזרקם לטווח גדול יותר.



תמונה מס' 8

צורת הריצית שתי וערב בתוך מעטפת "המיני-רימון".



שיפור יעילות ההרג של ראשים נמצים

בהתאם להגדרה נראה בעליל כי כדי לשפר את יעילות ההרג של ראש נפץ יש לשפר שתיים מתכונותיו היסודיות: **מספר הרסיסים** — ו**יעילות ההרג** שלהם.

כאשר מגדילים את **מספר הרסיסים** שראש הנפץ מפזר בהתפוצצותו, גדלה גם **צפיפות** הרסיסים, כלומר, יהיו יותר רסיסים למ"ר בטווחים השונים, וכך יגדל רדיוס ההרג. להלן נפרט את השיטות השונות שבהן משתמשים כיום להגדלת **מספר הרסיסים**.

את **יעילות ההרג** של הרסיסים משפרים על ידי הקניית צורה מתאימה לרסיס. צורה מירידת של הרסיסים מאפשרת לרסיס היחיד להרוג בטווח גדול יותר, ולכן להיות יעיל יותר בפגיעתו.

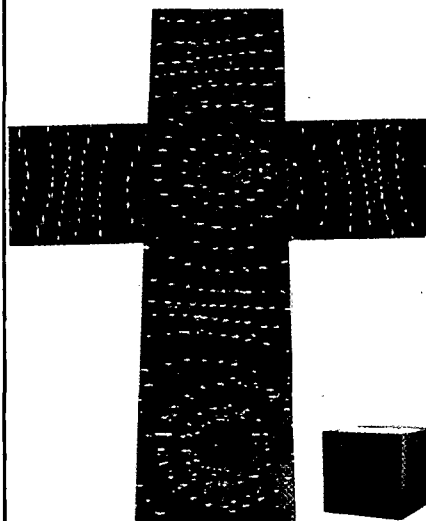
להלן נפרט גם את השיטות השונות לשיפור הראשים הנהוגות כיום, ונעמוד בכל מקרה על השיפור בשתי התכונות העיקריות שפורטו לעיל.

א. שיטת "החריצה הפנימית"

בשיטה זו, המקובלת כיום בצבאות אחדים בעולם, נהוג לחרוץ בתוך פנים המעטפת של הראש הנפץ חריצים בצורת שתיזעור או בכל צורה מבוקרת אחרת. עם ייצומו של חומר-הנפץ המרסק בתוך הראש ייזרו תחילה האזורים הדקים יותר במעטפת הברזלית — דהיינו, המקומות שנחרצו — והמעטפת תתפרק למספר רסיסים גדול מאוד, בהתאם לחריצה.

תמונה מס' 9:

פיצוץ סטטי של המיני-רימון בתוך קופסת העץ הקוביתית (אורך צלע 1 מטר) הנראית מימין. שים לב לפיזור הרסיסים ההומוגני הנראה לאחר פרישת מעטפת הקופסה.



נראה לדוגמה את הרימון-זוטא ההולנדי (תמונות 7 ו-8), שהוא יעיל מאוד ביחס למשקלו הקטן. רימון זה חרוץ מבפנים בצורה מיוחדת, אשר גורמת להתפרקותו בעת ההתפוצצות למאות רסיסים זעירים, המתפזרים בצורה שווה לכל העברים (ראה תמונה מס' 9).

בשיטה זו מתקבל, אמנם, שיפור ניכר בריסוס, עקב הגדלת מספר הרסיסים, אולם הרסיס עצמו אינו בעל צורה אווירודינמית אופטימלית, ולכן מאבד הוא ממהירותו לאחר קטע קצר מן המסלול, והופך להיות בלתי קטלני.

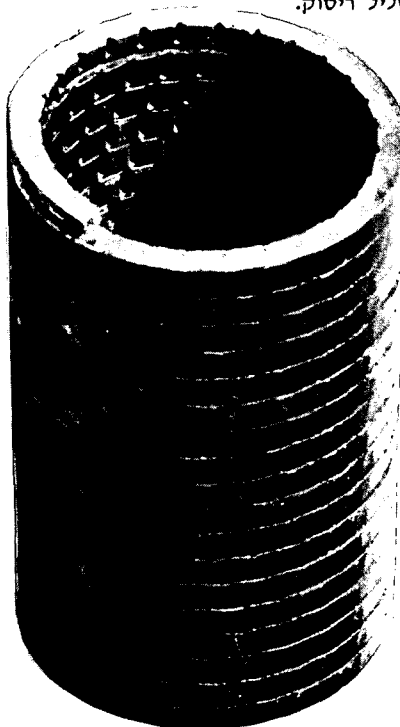
מסיבה זו מעדיפים להשתמש בשיטות אחרות, אותן נפרט להלן.

ב. שיפור מטלורגי של המעטפת

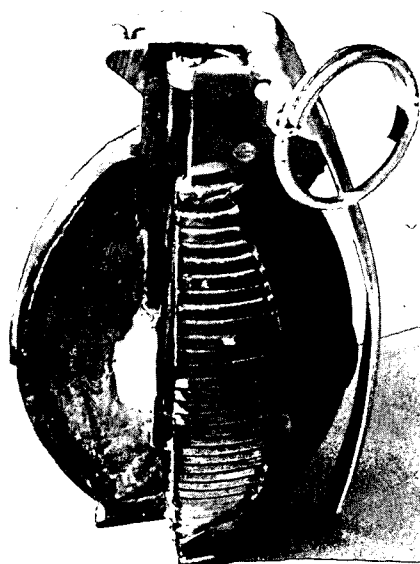
בשיטה זו מעבדים את המעטפת המתכתית של הראש הנפץ עיבוד מטלורגי מיוחד בקור וחום; טיפול תרמי זה גורם לכך שבגבולות הגרעינים בתוך המתכת חלשים מן הגרעינים עצמם, ועם הפיצוץ נקבל רסס הומוגני בגודלו ובמשקלו, עקב גזירת המעטפת לאורך גבולות הגרעינים.

בשיטה זו ניתן גם להשתמש במעטפות חשירות, העוברות טיפול תרמי לאחר שניתנה להן צורתן הסופית, או **ליצוק** מראש את המעטפת בצורה הרצויה. כך, למשל, נמצאות בשימוש של צבאות ארה"ב ובריטניה פצצות-מרמגה **יצוקות** ולא מחושלות (M-374). גם לשיטה זו המגרעת שתוארה ביחס לשיטה הקודמת: גידול רב מושג במספר הרסיסים

תמונה מס' 10:
סליל ריסוק.



תמונה מס' 11:
רימון רסק.



אך התכונות האווירודינמיות של הרסיס היחיד אינן משתפרות, כיוון שאין הוא בעל צורה אווירודינמית אופטימלית.

ג. שימוש בסליל-ריסוק

מעטפת ראש-הנפץ בשיטה זו היא סליל-ריסוק מותאם וחרוץ מראש.

הסליל עצמו הוא חוט-מתכת (או מוט-מתכת) מעובד בצורת גליל (כריכה על גבי כריכה) או בצורה אחרת, וחרוץ לכל אורכו מדי מילימטרים אחדים, על-פי הנדרש. בשיטה זו מתחלק הסליל עם הפיצוץ למספר רסיסים מבוקר, בהתאם לחריצים (תמונה מס' 10).

את סליל-הריסוק ניתן להכניס לתוך מעטפת הברזל של הפצצה, בצמוד לדופן, או שהוא עצמו משמש כמעטפת חיצונית לראש הנפץ. לדוגמה, הרימון התקני בצבא ארה"ב בנוי בצורה זו (ראה תמונה מס' 11). ובצורה דומה בנוי רימון ההגנה-ההתקפה האמריקני החדש מס' 8, שנתפס בידי מחבלים ערבים (ראה תמונה מס' 12). עם הורדת סליל הריסוק של הרימון על-ידי פתיחת בורג, הופך הרימון לרימון התקפה.

בצורה זאת בנויים גם שני מוקשים נגד-אדם חדישים, המצויים בשימוש תקני בצבא ארה"ב בויאט-נאם. המוקשים בנויים מפתיל רועם מיוחד, עליו שזורים במרחקים רצויים סלילי-ריסוק. במקרה זה מורכב כל סליל ריסוק מ-11 כריכות, בכל כריכה 20 רסיסים — כך שכל סליל-ריסוק מפיק בהתרסקו כ-220 רסיסים מבוקרים מבחינת גודלם.

מגבלותיהם של סלילי-הריסוק הן המגבלות

הנזכרות בסעיפים לעיל (מבחינת צורת הרסי-
סים).

ד. מעטפות פלסטיות של "מטענים חלולים"

שיטה זו לשיפור ראשי-נפץ נוחה ופשוטה ביר-
תר, הן בעקרון פעולתה והן בשימושה המעשי,
ואינה מחייבת שינויים משמעותיים בתהליכי-
הייצור הקיימים. השיטה מבוססת על הכנסת
מעטפת פלסטית מיוחדת לתוך ראש הנפץ,
בצמוד לדופן הפצצה. מעטפה פלסטית זו
בנויה שקעים ובליטות לסירוגין (ראה תמונה
מס' 13) ועליה יוצקים את חומר-הנפץ המר-
סק. בכל מקום בו נוצרי שקע במעטפת הפלס-
טית, נוצר מעין "מטען חלול זעיר". עם ייזום
חומר-הנפץ פועלים כל אותם שקעים כאלפי
"מטענים חלולים" זעירים, וגוזרים את מע-
טפת-הברזל של הראש בהתאם למספר השק-
עים שבמעטפת הפלסטית.

מגבלותיה של שיטה זו — שוב, צורה בלתי-
אויורדינמית של הרסיסים, וכן הפסד גדול
יחסית של מתכת, המתבזבזת עקב אפקט
"המטענים החלולים".

אשר ליתרונות, אלה בולטים מייד לעין —
מספר רסיסים גדול יותר, גודל רסיסים שווה
בהתאם לגודל השקעים, ונוחות מקסימלית
בשימוש בראשים קיימים.

מעניין לציין, כי בדרך דומה נפתרה הבעיה ב-
טיל אויר-אוייר סובייטי Atol וגם במספר ראשי-
טילים אויר-אוייר ואויר-שטח אמריקניים. יצר-
יין כי שיטה זו איננה מתאימה, כנראה, לשי-
מוש בפזמים העומדים בתאוצות גבוהות מאוד

תמונה מס' 12:

רימון הגנה / התקפה אמריקני מס' 8. את
סליל הריסוק ניתן להסיר בקלות ואזי הופך
הרימון להיות רימון התקפה.



(של אלפי g), ועשרות-אלפי g אלא רק
בטילים המונעים וקטית, שתאוצתם קטנה
יחסית.

ה. כדוריות-פלדה יצוקות

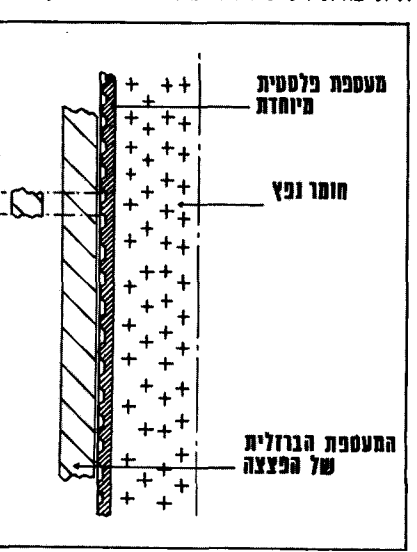
שיטה זו היא המקובלת ביותר כיום לשיפור
ראשי-נפץ לאמצעי-לחימה שונים. השיטה בנר-
יה על-פי ההנחה כי את "הרסיסים" יש
להכניס לתוך הראש מלכתחילה, ולא לבזבז
חלק מאנרגיית הפיצוץ לשם הכנת הרסיסים —
כמו, למשל, בשיטת המעטפת הפלסטית, המ-
כוונת חלק מאנרגיית הפיצוץ לגזירת מעטפת
המתכת.

בשיטה זו יוצקים מספר מתאים של כדוריות
פלדה (בקטרים שונים ומסוגי-מתכת שונים —
בהתאם לאופי המטרה) בתוך שרף מתאים
(ראה תמונות מס' 14, 15 ו-16). בשעת הפי-
צוץ מבזבזת כמות-אנרגיה קטנה מאוד לקרי-
עת השרף, ואילו הכדוריות בשלמותן הן עצמן
הרסיסים, והן מועפות במהירויות גבוהות
מאוד, בצורה מבוקרת, לכל העברים.

השיפור המושג בכך לראשי-הנפץ כפול. רא-
שית — מספר הרסיסים גדול מאוד וגודל
הרסיס מבוקר; שנית — הצורה האויורודי-
נמית הנוחה של הכדורים גורמת לכך שמהי-
רותם פוחתת עם המרחק בקצב קטן מכל
צורה אחרת של רסיס, וממילא נשארת לר-
סיס (כדורית) מהירות גבוהה יותר במרחק
גדול יותר, כלומר טווח ההרג היעיל של
הרסיס גדל, ועמו גדל גם רדיוס-ההרג של
הראש כולו. שיטה זו משמשת כיום בראשי-
נפץ רבים בגוש המערבי ובגוש המזרחי כאחת.

תמונה מס' 13:

תאור סכמטי של ראש נפץ המצויד במעטפת
פלסטית היוצרת אפקט של מטענים חלולים
זעירים הגוזרים את המעטפת הברזלית של
הפצצה לאלפי רסיסים אחידים. בתמונה נר-
אית צורת רסיס אחד לאחר גזירת המעטפת.



גם ראשי נ"ט נהוג למלא בכדוריות-פלדה מ-
סביב למטען חומר-הנפץ, שמסביב ללונר וכך
הופך המטען להיות מטען גנדי-טנקים וגנדי-
אדם כאחת.

ו. חיצים

בארה"ב הוקדשו בשנים האחרונות משאבים
רבים לפיתוח תחמושות שונות, המבוססות
על חצי-מתכת כרסיסים הורגים.

שימוש הראשון של החצים כתחמושת הר-
גרת היה דווקא בתחמושת לנשק קל. פותח,
למשל, תרמיל לרובה, המכיל — במקום הק-
ליע הרגיל — חץ או חצים אחדים המשמשים
כקליע. שמוש בחץ במקום בקליע מאפשר
הגדלת הטווח היעיל — שכן צורתו האויורודי-
נמית האופטימלית של החץ גורמת להקטנה
מעטה מאוד במהירותו בגדול הטווח; כמו-
כן מאפשר החץ בקלות קבלת 17 ק"ג/מ"מ²

(פגיעה קטלנית) עקב שטח הפגיעה הקטן שלו
(ראשי-החץ ו) (ראה תמונה מס' 17).

היינו, אף אם קטנה המהירות בטווח גדול,
הופך שטח-הפגיעה הקטן את החץ לקטלני.
תחמושת מסוג זה נמצאת עתה בשלבי פיתוח
גם לרובה "M16-A1" שהוא הרובה התקני
בצבא ארה"ב בויאט-נאם.

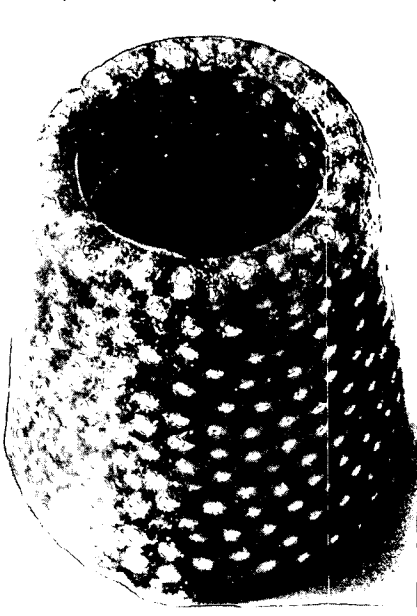
מאותן סיבות פותחו ראשי-נפץ חדישים, אשר
עם ייזום חומר-הנפץ מפזרים לכל הכיוונים,
במקום כדוריות-פלדה, אלפי חצים זעירים,
המגדילים בהרבה את רדיוס ההרג של הראש.

ז. ראשים נפצים כיווניים

במקרים רבים אין צורך בריסוס סימטרי סביב

תמונה מס' 14:

כדוריות פלדה יצוקות בתוך איפוקסי ומשמ-
שות כראש נפץ המכיל רסיסים מבוקרים.



רשימה ביבליוגרפית

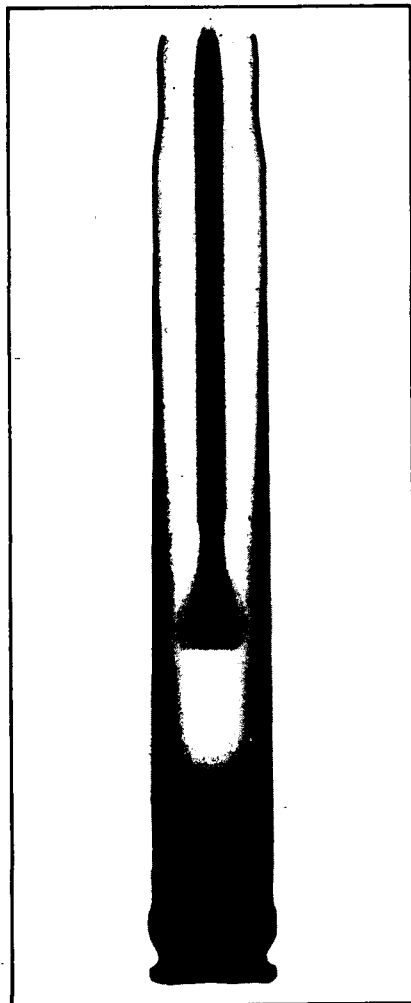
בגלל קוצר היריעה נאלצנו לקצר בדברים שמן הראוי להאריך בהם. הקורא המעוניין מופנה לרשימה הביבליוגרפית דלהלן, ומוזמן לשלוח שאלות ספציפיות למערכת "מערכות", אשר תפנה אותן למחבר לקבלת תשובות והבהרות יתר.

המקורות

- א. המאמר — YAT-37D shows agility in COIN Role
12.7.65 Aviation Week
מתוך —
- ב. המאמר — Report from Vietnam
28.3.66 Missiles & Rockets
מתוך —
- ג. The Effectiveness of Indirect-Fire Weapons Against Machinegun Crews
ORO — The John Hopkins Univ.
Interavia 5/1966, p. 741
- ד.

תמונה מס' 17

תרמיל 5.56 מ"מ, אמריקני. מכיל בתוכו Flechette ("חץ").



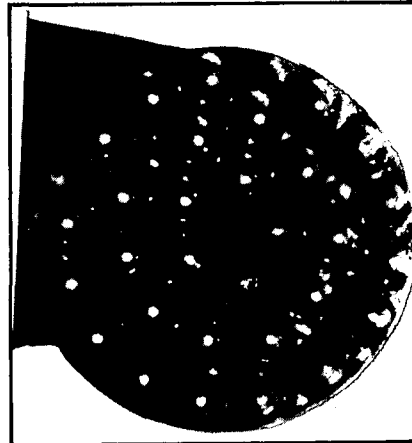
רה את הפיתוחים החדשים של מצרי רסק, שהם — למעשה — ראשי נפץ רסיק גדולים. קיימת כיום נטיה למלא הן פגזים שונים והן פצצות-אוויר בעשרות או מאות ראשים נפצים קטנים. כאשר משוגר מטען זה לעבר המטרה, הוא נפתח באמצעות מרעום מיוחד בגובה קבוע מעל המטרה, וכל עשרות או מאות ה"רימונים" הקטנים הנמצאים בתוכו, מתפזרים על פני שטח גדול מאוד, ויוצרים במקום פיצוץ מקומי אחד — מספר גדול מאוד של מוקדי-פיצוץ קטנים יותר (ראה תמונה מס' 18).

בצורה זו מתקבל שטח-הריגה גדול פי כמה ממטען-נפץ רגיל באותו משקל. שיטה זו שימשה מאז שנת 1958 בפצצות-אוויר של האמריקנים בויאט-נאם.

מובן שכל אחת מן הפצצות הקטנות המהוות את "מצר הרסק", יכולה להיות בנויה כ"ראש נפץ משופר", באחת השיטות שפורטו לעיל!

תמונה מס' 16

שכבות של כדוריות פלדה המסודרות על-פני חומר-נפץ-מרסק.



ראש נפץ, כי אם בריסוס לכיוון אחד בלבד. לדוגמה — חסימת קוים, מעברים וגדרות, כאשר ידוע כיוון-התקרבותו הצפוי של האויב.

לצורך זה פותחו בשנים האחרונות ראשים נפצים כיווניים, המשלחים את הרסיסים לכיוון הרצוי בלבד. לדוגמה — מטען ה"קליי-מור" (M-18) שבשימוש תקני בצבא ארה"ב, מורכב ממטען של חומר-נפץ מרסק קמור של פניו סדורות שכבות של כדוריות-פלדה. עם ייזום חומר-הנפץ מועפות כל הכדוריות קדי-מה ויוצרות גזרת הרג ופגיעה חד-כיוונית על פני שטח נרחב.

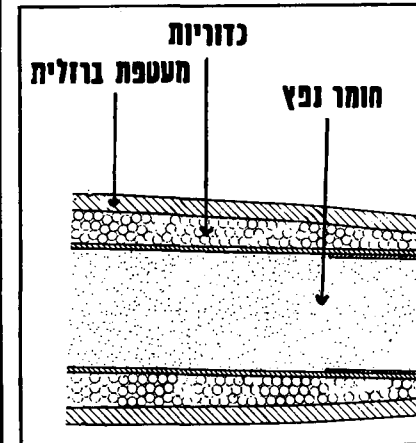
באותה צורה פותחו גם ראשים המשלחים חצים לכיוון אחד במקום כדוריות-פלדה. לדוגמה — טילי אוויר-אוויר ואוויר-שטח, שמהם נדרש רסק המכוון לפנים בלבד. במקרה זה נהדפים כל החצים קדימה, ויוצרים איזור הרג/פגיעה בהתאם.

מצרי רסק

להשלמת הדברים, מן הראוי כי נסקור בקצ-

תמונה מס' 15

חתך אפייני לפצצה משופרת. בחתך נראות כדוריות הפלדה הצמודות לדופן המעטפת המתכתית של הפצצה.



תמונה מס' 18

מצר המכיל מספר רב של ראשי נפץ זעירים המתפזרים עם פתיחת המצר בגובה מתאים מעל פני הקרקע.

