

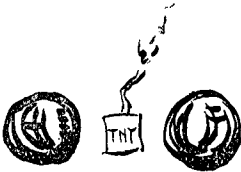
הרתיעה, כלים ללא רתע והרקיטה

הכדורים ייהדפו במהירות מסוימת. כיון ששני הכדורים שוים, והכוח הפועל עליהם שווה — תהיה מהירותם שנה. אולם, מה יקרה אם שני הכדורים אינם שוים, אם האחד כבד מרעהו? —

א. צריך לבטל את הרתיעה...

אחד הדברים שהגבילו ביותר את התפתחות כלי-הנשק הנשאים ביד והנורים מן הכתף היתה רתיעתם של הכלים לאחור בעת היריה. כל הגדלה, הן במשקל הקליע והן במהירות-הלוע, החריפה את הבעיה.

לכל-הדעות, כוח הסבל של החייל לגבי מכת-הרתע הוא מוגבל, ואמנם, במהרה הגיעו לגבול יכולתו הממוצעת של החייל לשאת במכה, אם תוכנן, איפוא, כלי בעל רתיעה חזקה — היה צורך להשתמש באמצעי עזר מיוחדים לריכוך המכה, ואילו, רוב הכלים בעלי רתיעה חזקה הופרו כבלתי מעשיים והוצאו לאטם מן השימוש. נעשו ניסויים רבים לעקוף מכשול זה ע"י ביטול גורם או מספר גורמים, הפועלים בעת הרתיעה, יש להודות, שאם מנצלים כראוי את מתקני-העזר למניעת הרתיעה ויודעים לבנותם נכונה, אפשר לבטל חלק גדול מאוד מן המכה-לאחור, אך אין מבטלים אותה כליל — והבעיה בעינה עומדת, כדי למצוא לה פתרון-שליממש — אין דרך, אלא לבטל את הרתיעה לחלוטין.



ציור מס' 3

אכן, הכדור הקל ייהדף במהירות גדולה יותר והכדור הכבד — במהירות קטנה יותר. אותו ניסוי שביצענו קודם בעזרת קפיץ נבצע כעת בצורה אחרת במקצת — במקום קפיץ נניח קופסה קטנה עם חומר-נפץ (ציור 3).

אם נגרום להתפוצצותו של חומר-הנפץ, הוא „יעיף“ את הכדורים לצדדים במהירות גדולה; אך, לפי אותם החוקים שראינו קודם במקרה הקפיץ, אין הבדל מהו הכוח הפועל וגורם להדיפת הכדורים; וברור, שהדברים הנהדפים כתוצאה מפעולתו של אותו כוח אינם מוכרחים להיות כדורים דוקא.

בכלי נשק יתואר הדבר בצורה עקרונית זו (ציור 4). מצד אחד — קליע בעל משקל מסוים (בלשון המדע המדויקת — מסה);

מצד שני — כלי-היריה בעל כובד מסוים; ובאמצע — חומר ההדף.

ב. הרתיעה — מהי, בעצם?

כדי להבין את בעיית הרתיעה לאשורה — נערוך מספר ניסויים פשוטים, שידגימו לנו את הדבר בצורה כללית. ניקח שני כדורים שוים ונחזיק ביניהם קפיץ מכווץ

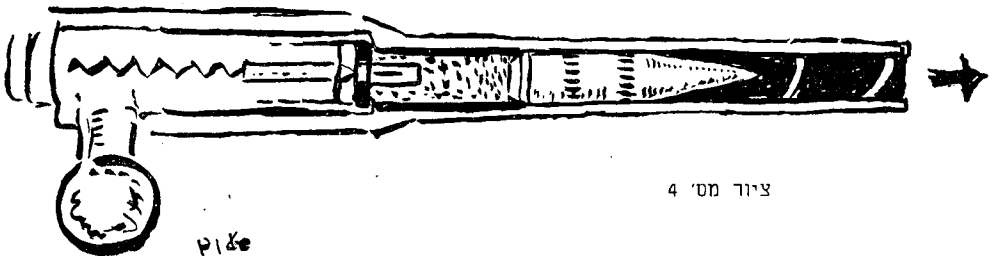


ציור מס' 1



ציור מס' 2

(ציור 1). ברגע שנסחרר את הקפיץ, — הוא יתפשט ויהדוף את הכדורים כל אחד לעברו (ציור 2).



ציור מס' 4

ד. השפעתו של מנגנון הכלי-אבטומטי

הגורם השני שיש להביא בחשבון — הוא תנועת המנגנון במקרה של כלי אבטומטי. כלי בלתי-אבטומטי הנשאר נעול לאחר היריה — משמש כיחידה אחת שלמה, הנעה לאחור. אך בכלי הנפתח לפני גמר תהליך-היריה, או במקרה של מנגנון רתיעה, — הרי החלק הנע לאחור הוא רק חלק מהגוף כולו. דבר זה אף הוא בא במנין, בעת חישוב הרתיעה הכללת.

ה. מדוע יש להצמיד את הרוכה היטב לגוף?

בהתחשב עם האמור לעיל, אפשר לחשב את רתיעת הכלים. אנו יודעים את משקל הכלי ומשקל הקלע; אנו יודעים, או יכולים למדוד, את מהירות הלוע של הקלע. לפי יחס המשקלים — נדע, איפוא, את מהירות הכלי לאחור. אם נזכור, שרובה רגיל כבד פי-400 מהקלע — נמצא שמהירות הרתיעה לאחור תהא פי-400 יותר קטנה ממהירות הקלע (בחישוב מדויק מביאים בחשבון גם את פעולת הגזים הנזכרת, וכו').

אנו רואים שמרבית האנרגיה העצורה בחומר ההדף מנוצלת באופן תכליתי אצל הקלע, שכן חלק קטן מאד (1/400) מבוזבז להרתעת הכלי גופו.

את רתיעת הרוכה — סופג היריה ע"י מכה חזקה ומהירה במקום משענה של קת-הרובה. עתה גם ברור, משום-מה ההוראה להצמיד את הרוכה עדי-כמה-שאפשר לכתף ולאחוז בו בחזקה; — שכן באופן זה אנו מוסיפים את המשקל שלנו למשקלו של הרובה. יחס המשקלים לא יהיה עוד עכשיו כמו קודם, אלא בתוספת חלק מגופנו. — מהירות הרתיעה לאחור תהיה קטנה יותר, וממילא תהיה המכה חלשה יותר. מאידך-גיסא, אין כל תועלת בהרחקת הרוכה מן הכתף, כי בסופו של דבר יש לעצרו — והמכה אז חזקה יותר.

ו. הגדלת הכלי מקטינה את הרתיעה,

אך גם את הניירות

נראה, עתה, להיכן מובילים אותנו השיקולים הללו. — כאמור, הרי כדי להקטין את הרתיעה — מצד אחד, וכדי להעניק חלק גדול יותר מאנרגיית חומר-ההדף לקלע — מצד שני, יש להגדיל כל-כמה-שאפשר את משקל הכלי.

התלקחות חומר-ההדף גורמת לתנועתו של הקליע — קדימה, ולתנועתו של גוף-הכלי — בכיוון ההפוך. תנועת-הכלי לאחור — היא היא ה"רתיעה".

נענין עתה בתנועות הנגרמות בפרק-הזמן הקצר הזה של היריה. —

כל תנועה בכיוון מסוים של אחד הגורמים מלונה, כפי שראינו, בתנועה בכיוון ההפוך של הגורם השני, קשר הדוק זה בין התנועות של שני הגופים — קיים בכל עת התהליך. מהירותו של הקליע — גדלה והולכת, עולה תוך כדי תנועתו בקנה (בתחילה היא — אפס) עד שהוא מקבל את מהירות-הלוע הנתונה לו.

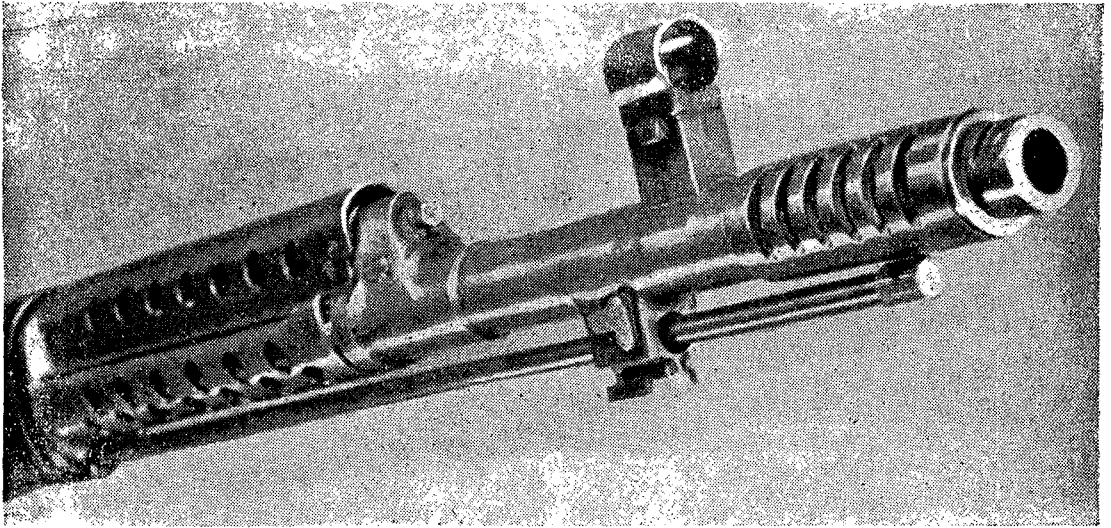
תנועה זו של הקלע, ומהירותו, יכולות לשמש קנה-מידה לתנועת הכלי ומהירותו. היחס ביניהם נקבע לפי יחס-המשקלים (הכדור הכבד, כפי שאמרנו, מהירותו תהיה פחותה ממהירות הכדור הקל...). אנו יכולים, איפוא, לדעת בכל-עצת את מצב הכלי אם נדע את מצב הקליע, ולהפך. יתר-על-כן: אם יש עוד חלק הנע במערכתו בגלל פעולת חומר-ההדף — נוכל לדעת גם את תנועתו. ומצד שני — כל תנועה של גוף נוסף משפיעה מצדה על תנועת הגופים האחרים, כיון שהיא גורמת מצדה לתנועה בכיוון הפוך.

דברים אלו — נצטרך לזכור כשנביא בחשבון עוד כמה גורמים, שעד כה לא התחשבנו בהם כלל.

ז. חומר-ההדף עצמו — מגביר את הרתיעה

הגורם החשוב הראשון, הוא — חומר-ההדף גופו. אכן, הגזים הנוצרים בזמן היריה, — הודפים את הקלע; אך, באותה שעה עצמה, גם הם עצמם — נעים קדימה, אין סיבה מדוע לא נראה גם אותם כגוף (מסה) הנע קדימה. משקל חומר-ההדף ידוע לנו, ולגבי עצם-הענין — אין הבדל אם זו תנועת גוף-מוצק או גוף-גזי. את תנועתם זו של הגזים קדימה — נוכל להפריד לשני שלבים. שלב ראשון: כל עוד הקליע נמצא בתוך הקנה; ושלב שני: לאחר שהקליע עזב את הקנה. בשלב הראשון — תנועת הגזים קדימה תלויה בתנועת הקליע, כי הוא חוסם את דרך-התפשטותם. ידיעת מהירות-הקליע ותנועתו, מספקת לנו גם את המושג הדרוש לנו בקשר לגזים עצמם.

בשלב השני — מתפרצים הגזים קדימה דרך הלוע במהירות גדולה (שאינה תלויה במהירות הקליע!) וגורמים לפעולת-תגובה של הכלי בדומה לפעולת הרקיסה או לפעולת מים היוצאים מממטרה-מסתובבת). שתי פעולות אלו מגבירות עוד — אפילו ב-40% — את פעולת הרתיעה הבאה לכתחילה בשל תנועת הקלע גופו.



בלם-לוע על הרובה החצי-אבטומטי הרוסי „טוקרֶאב“

מוצאים לעצמם דרך החוצה דרך הפתחים הצדדיים (ולא קדימה!). הם לוחצים קדימה על אותו התיכה המולבשת-על-הלוע ואינם נותנים לקנה לרתוע אחורנית. כך הם בולמים את הרתיעה.

יתר-על-כן: סידור יעיל של בלם-לוע, מכון את מוצא הגזים פמעט לאחור — וגורם ע"י כך ל„תגובת-רתיעה“ קדימה, דבר שמוסיף עוד למהירות הקלע, ונמצא שאנו מנצלים פעמים את כוח הגזים.

ח. צריך לבטל את הרתיעה מעיקרה!

הצורך שנתעורר עם התפתחות טקטיקת-השריון באר-טילריה-שליד, הנישאת ע"י החייל עד לעמדות הקדמיות ביותר והיא בעלת עוצמה מספקת כדי להגן עליו ביעילות בפני שריון-תוקף — החריף את בעיית הרתיעה. „ארטילריה“ זו שלייד כרוכה במשקל פגזים גדול יותר. היחס בין משקל-הכלי ומשקל-הפגז קטן; נוסף לכך, מאחר שהכלי נישא ע"י החייל — הכרחי כלי שלא יהא כבד ביותר. הוברר, שפתרון של ממש לבעיה זו כרוך בביטול הרתיעה מעיקרה.

ואכן, נעשה הדבר בצורות שונות.

הגישה העקרונית לכל הפתרונות היתה — שגוף-הכלי אינו צריך לקבל את הרתיעה, הכלי צריך שייעשה רק למכון הקלע, וכך — הוא יהיה יותר פשוט ויותר קל. מהי, איפוא, הפעולה הנגדית, שאפשר להפעילה כנגד הרתיעה?

כפי שהדגמנו בראשית המאמר הזה — אפשר לקחת שני כדורים שונים, להניח ביניהם חימר-הדף ולשימם בתוך

ולהקטין את משקל הקלע. כך יגדל היחס ביניהם, ובאותה מידה — יגדלו הניצולת והנוחיות. במקלע-קל, הכבד בדרך כלל פי שנים מרובה — הרתיעה קטנה יותר; והיא כמעט שאינה מורגשת בתותחים, בהם משתדלים להכביד עד-כמה-שאפשר את החלק הרתוע, כדי להקל על תפקיד המנגנון.

אך, מצד שני — אסור לנו להגדיל את משקל כלי-היריה, שכן יפגע הדבר בקלות בכושר ניידותו. כן אין אנו מעוניינים כלל-ועיקר להקטין את משקל-הקלע, כינון שהדבר יקטין את תוצאת-פעולתו-של הקלע, בפוגעו במטרה.

מכאן שאנו מוגבלים ע"י שתי תביעות מנוגדות: הרתיעה המכסימלית שאדם ממוצע יכול לשאת בה — מצד אחד, והמשקל המכסימלי שמותר לתת לכלי ולקליע — מצד שני.

ז. אמצעי נוסף להחלשת הרתיעה — ולהגברת פעולת-היריה

נוסף להגדלת המשקל, עומד לרשותנו אמצעי נוסף להחלשת כוח-הרתיעה, כאמור פורצים הגזים החוצה, לאחר עזוב הקלע את הקנה, וגורמים לפעולת רתיעה נוספת. איך אפשר להיפטר מרתיעה נוספת זו? יתר-על-כן — בלי-ספק, כדאי היה אף לנצל את הגזים הפורצים, ובמהירות גדולה, כדי להתגבר על חלק מן הרתיעה.

ואמנם, דבר זה נעשה באמת בצורה של בלם-לוע עקרון הדבר הוא: על הלוע „מולבשת“ תתיכה נוספת ובה פתחים צדדיים. בשעה שהקלע עובר דרך „חתיכה“ זו הוא סותם את הפתח קדימה. הגזים המתפרצים אחריה,



ציור מס' 6

ואכן, אין כל צורך שבצד השני, הפונה לאחור, של הקנה, יהיה דוקא כדור. יכול להיות גוף כלשהוא. ומבחינתנו — גוף שלא יירה והוא ינוצל להגברת הגוף האחד, שיירה. גוף־הגזים, כפי שכבר ראינו, יסכון לכך. יתרון נוסף לשימוש בגזים מאחר שיכולים הם לנוע במהירות גדולה ועל־כן צריכים למשקל קטן יותר. אם נשמיט, עתה, את הכדור השני — נקבל (אם לתאר בצורה פשוטה) חומר־הדף וקליע (ציור 6).

ואמנם, על עקרונות אלה נתבסס ייצורים־בפועל של הכלים־ללא־רתע והרקיסה. בשניהם נשאר הכלי בלתי־רתיע להלוטין, כשהפעולה מתאונת ע"י הגזים עצמם.

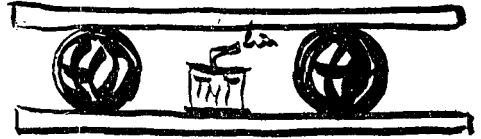
* *

ההתפתחות במגמה זו עודנה בתוקפה. המשכה יקבע ע"י הדרישות המעשיות שתידרשנה תוך שימוש וניסוי בכלים כגון־אלו.

צרכי־הקרב והאי־הלוחם — יתוו גם להבא את מהלך ההתפתחות בתחום זה כבשאר תחומי הטכניקה־הצבאית.

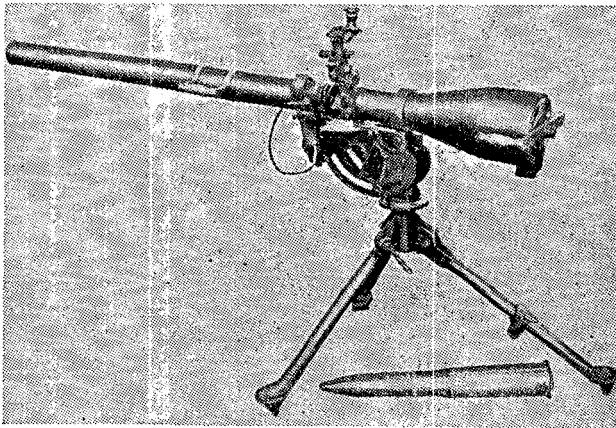
קנה (ציור 5). אם נפעיל עתה את חומר הנפץ — ייהדפו שני הכדורים לשני הצדדים במהירות שנה, ואילו הקנה יישאר במקומו ללא תזוזה.

אולם, ע"י כך אנו מאבדים כ־50% מהיעילות, כי חומר ההדף צריך להדוף שני כדורים.



ציור מס' 5

ואכן, בפועל לא יעשה כן הדבר. סוף־סוף הכנה המע־שית אינה לירות קדימה ולאחור בעת־יונה־אחת. אין לנו צורך, איפוא, בשני כדורים, שהאחד מהם יהדף לאחור. צריך, איפוא, למצוא דרך להימנע משימוש בכדור־שני ועם זאת — להימנע מרתיעה ולנוצל את כל עוצמת חומר־הנפץ להדיפת הכדור האחד.



הכלי ללא־רתע בן 75 מ"מ מוצב על תלת־רגל של מק"ב, עם מתקן־כננותיו וקליע־תחמושתו