

# תותח מול שריון

מה קורה לשריון שעה שהוא נפגע ע"י קליע תורר-שריון? ומה קורה לקליע?

הטנק התפתח מאז במהירות מפליאה. אך בצד התפתחותו הוא חלה גם התפתחות מקבילה של אמצעי נגד: אמצעים, שביסודם מונחת בסופו של דבר, הבעיה של "קליעים — לעומת שריון", או של "שריון — לעומת קליעים".

מהי מידת ההגנה לה יכולים לצפות אנשי הטנקים מאותן שכבות הפלדה העבות אשר רותכו והודבקו מסביבם? הם זכאים, ללא ספק, לצפות להגנה רבה, הגם שברור, כי הטנקים אינם מן המטות הזעירות והבלתי בולטות שבשדה הקרב. דבר זה יש לזכור שעה שאנו באים לעין בבעיה של "שריון נגד תותחים". מה קורה לשריון, כשהוא נפגע ע"י קליעים חדישים, שתוכננו לחדור אותו? מה קורה לקליעים כשהם פוגעים בשריון שתוכנן לנוע את חדירתם?

הררבים החדישות בייצור-פלדה נעזרו הרבה בהתקדמותו של המדע, וניתן בעזרתם ליצר פלדה מכל-רמה של טיב, שעה שאנו דנים בפלדת-המגן שמסביב לטנקים, מעונינים אנו בעיקר בתכונה הניחית לאותו סוג-פלדה כושר-המידה בפניו פגיעה וחדירה; שני בחשיבותו הוא עובי השריון; ולבסוף — זווית-השיפוע שלו לעומת המישור התקיף, שהוא המישור האנכי.

הקליעים נגד-שריון, שהשימוש בהם הנו בגדר דבר-מקובל, מתחלקים לשני סוגים, השונים זה מזה ביסודם. הסוג הראשון הוא קליע-הפלדה המרוסק, שכושר חדירתו בא לו ממהירות-הפגיעה שלו. הסוג השני הוא קליע-הנ"ם, אשר למטען הנפץ שבו ניתנה במקומו צורה כזאת, שיש בה כדי לרכז את החת-החום של המטען, וכוח-הנפץ שבו, אל גקודה מסוימת, שתמצא במרחק מה קדימה לפני הקליע. (מכונה בשם "קליע המטען-החלול" או המטען-הצור רתי).

אשר לסוג הראשון, קליע-הפלדה המוצק, — התנאים המשפיעים ישירות על כושר-חדירתו הם: מהירות-הסיום שלו (היינו — מהירות הקליע בזמן הפגיעה

שנת 1914 — מלחמת-השחיקה הגדולה הכתה לה שורש ברפש ובכוץ של החפירות. שטח-ההפקר שבין קויה-החפירות הפך ביצת-מות. הגרמנים וכן כוחות-הבריית — לא היה ביכולתם לפרוץ את קויה-החפירות האיתנים של יריביהם; אמנם, מדי פעם בפעם עלו והגיתו אנשים מחפירותיהם, אך ורק כדי להיקצר ע"י מכוונת-היריה של היריב. נדמה היה שמצב "תיקו" זה ימשך ללא סוף.

קולונל ארנסט סוינטון\*, קצין-צבא בריטי, עלה רעיון בלבו: משוכנע היה, שפלירכב הנוע-על-זחלים, ההמוגן בלוחות-ברזל, יוכל להתקדם על פני שטח-ההפקר, חפירות האויב ותותחיו — ולשבור את מצב ההתנגחות-ללא-הכרעה.

במיניסטריון המלחמה, — לו הגיש את המצאתו — השיבו את פניו ריקם ואף לגלגו לו. אולם, רוחו לא נפלה עליו — והוא פנה לאדמירליות הבריטית,\*\* אשר קיבלה את הצעתו ואירגנה את בנית כלי-הרכב הללו. נבנו יותר ממאה כלי-רכב על טהרת הזחלים, והם נשלחו לאזור הקרבות בתנאי סודיות גמורה. היה זה בתקופת הסודיות הזאת שהמונת "טנק" בא לאויר העולם, כי — כפי שנאמר אז לשואלי שאלות — נועדו הכלים החדשים האלה לשמש... מיכלי-מים (טנקים, בלע"ז) באזורי-החזית.

בספטמבר 1916, הוטלו כמאה מהטנקים הללו לתקפה על פני שטח-ההפקר בגורת הנהר סום (Somme). הם התקדמו ללא סיוע כל-שהוא, ומבלי שיהיו להם צנתות מאומנים במידה מספקת. האופרציה כולה נסתיימה בכשלון רווי-דם. האש המרוכות של האויב חדרה אף בעד דפנות הטנקים ומיכלי הדיק.

לנוכח לקח זה החלו עוסקים במרץ בפיתוח נוסף של הטנק ובבנית כלי רכב חדשים. ובסופו של דבר, ב-8 באבגוסט 1918, הצליחו 456 טנקים — בהתקפתם ליד אמיאן — לשבור את הקוים הגרמנים. מעמדו של הטנק כזין-מלחמתי היה מעתה איתן.

\* א"ח"כ — בריגדנר סיר ארנסט סוינטון, ערב מלחמת-השניה — מרצה לתולדות-מלחמה והלכת-מלחמה במכללת-אוקספורד — המערך.  
\*\* אז — בהנהגתו של ה. צ'רציל — המערכת.

\* עיין לעיל — המאמר על המטען-החלול. המערך.

עה במטרה), הקשיות שלו, משקלו, קוטרו, אורכו וצורתו.

לעומת זאת, חזירתו של פגז החנ"ם, בעל המטען החלול, מותנית בממדיו של המטען, ובמידת הדיוק בה עוצבה צורתו של המטען באופן שירכז את חומו וכחחו המפוצץ אל נקודה מסוימת. אצל קליע מטיפוס זה, יש להקפיד על מהירות-הסיום שתהיה הולמת בדיוק את הצורך, כדי שאפשר יהיה להמנע מריצוף המטען עוד בטרם התפוצץ. וכן נדרש הדבר, כדי שאפשר יהיה לודא שהדאטונציה (התפוצצות) תחל באותו רגע ממש, כשפני-השריון נמצאים בנקודת המוקד של ההתפוצצות.

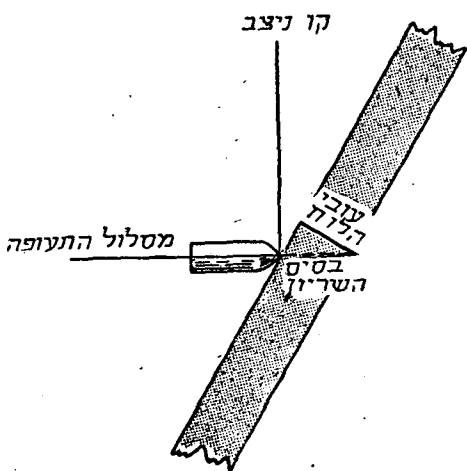
אין ספק שאפשר לבנות שריון, שהיה בעל קשיות ועובי מספיקים בשביל שיעמד בפני נסיון-החדירה של כל קליע מאלה הידועים לנו. אולם, בתחום השירוש המעשי, יהיה הדבר כרוך בפחיתת כושר-הניי-דות של הטנק, שתגרום — כמובן — ע"י המשקל המופרז, וכן ירבה עד מאד מחירו, של שריון כזה, עד שתהא בזה מניעה לשימוש בו למעשה. לכן יש, ראשית כל, להתרכז בהבטחת הקשיות, המושגת ע"י תהליכי-חימום מסוימים, ובאמצעות חמרים כ"י מיים ידועים.

מידת קשיותה של פלדה נמדדת בעזרת מכשירים שר-נים. המכשיר המקובל למטרה זו הוא — מכונת ברינל לבהינת-הקשיות. את מידת הקשיות של מתכת נתונה מציינים ע"י מספר מסוים, המכונה "מספר-ברינל-לקשיות" (B.H.N.-Brinell Hardness Number). ככל שמספר זה גדול יותר, כן רבה קשיות-הפלדה. מספר זה מסמן את מס-פול הקילוגרמים לסמ"ר הדרוש כדי לגרום לדיפורמציה (חי-לול שינוי שאינו חולף) בצורתה הנתונה של אותה פלדה. לדוגמה B.H.N. 712 מציין סוג פלדה, שלשם גרימת מידה מסוימת של דיפורמציה בה — דרוש לחץ של 25.000 ק"ג לסמ"ר מרובע. B.H.N. 207 מציין פלדה, שלגרימת דיפורמ-ציה בה זקוקים לחץ של 7000 ק"ג על סמ"ר.

נמשיך ונפרט עתה את שאר צרכיו של שריון המגן ונעיין בעובי של פלדה, ברובם של טנקים-בינוניים חדישים, תנודות עובי-השריון הקדמי הן בין 7.5 ועד 12.5 ס"מ. את המגבלות לגבי משקל אפשרי, שעליהן דובר לעיל, ניתן להמחיש בצורה משכנעת ע"י ציון העובדה שמטר מעוקב של פלדה, משקלו למעלה מ-7500 ק"ג (ס"מ מעוקב אחד — 7,7 גרם); דהיינו: לח בעובי של 10 ס"מ שאורכו 2.44 מ' ורוחבו 91,5 ס"מ (בערך ממדיו של לוח-החזית העליון אשר לטנק-הבינוני האמריקאי) — משקלו יהא כמעט שני טון.

משקל זה הוא נכבד למדי, מכל-שכן אם עוד נקח בחשבון שגם תחתית הטנק, עורפו, חלקו העליון וכן דפנותיו הכבדים — כולם זקוקים למגן, הרי שמשקל השריון על איש-הטנק חייב להיות קל יחסית, כדי שתהיה האפשרות לספק במבנהו של הטנק-הלוחם את צרכיו באשר למהירות, לתאוצה ולכושר-המשא.

מה נחזק עוד, איפוא, כדי להמנע ממשקל מספיל, בו בזמן לקיים מידה רבה של הבטחה בידי-משוריו? והנה, הגורם השלישי למגן-משוריו מוגבר הוא זווית השילפוע של לוח-הפלדה. נסיתו מהקו האנכי מע-מידה למעשה בפני הקליע שכבת שריון עבה יותר על פני מסלול-התעופה שלו; והזווית החדה שבין מסלול-התעופה ללוח מגדילה את הסי-כויים של החלקות הקליעים ורתיעכם. עומק-השריון המוגבר, המתבונה כתוצאה מנטיה זו, נקרא "בסיס שריון". (ראה ציור 1).



לפיכך ללוח בעובי של 10 ס"מ, הנטוי אחורה בזווית של 40 מעלות מהקו האנכי, יהיה בסיס-שריון של בערך 13 ס"מ. במלים אחרות, על הקליע לחדור עתה דרך 13 ס"מ של שריון, ובהתאם לכך, אותו לוח עצמו, כשהוא נטוי בזווית של 60 מעלות — יהיה בעל "בסיס שריון של 20 ס"מ".

\*\*\*

ישנם שני סוגים של לוחות-שריון, שניתן להשתמש בהם כדי להגן על איש-הטנק: השריון שזה החיסום השריון מחוסם הפנים. הראשון הוא סוג של לוחות-פלדה, שמידת-קשיותם שנה ובלאי-משנתית לכל עומקם. לוח מסוג זה נוטה להשבר תחת מהלך

הטנק פנימה, או אם מתהווה חור כל-שהוא, שדרכו נשקף האור לתוך הרכב.

חשוב ביותר הוא גורם הירי. מענין לציין שהשפעת החומר, שממנו נוצר הקליע, על החדירה היא מועטת (כשכל הגורמים האחרים הם שווים), ובלבד שהושגו מהירויות-סיום (פגיעה) גבוהות עד-למאוד.

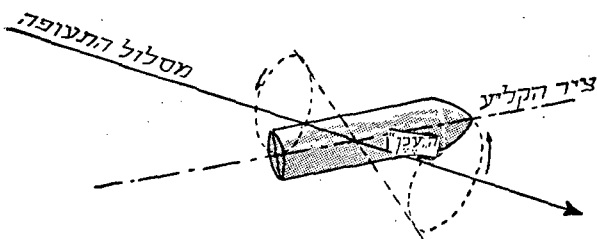
כדי להגדיר כח זה במושג "ק"ג/מטר", יש להכפיל את משקל הקליע בקילוגרמים —  $W$  —, בריבוע מהירות הפגיעה, —  $V^2$  —, ולחלק את התוצאה ב-2 פעמים תאוצת הכובד (הנגרמת ע"י כוח משיכת האדמה) —  $g$  —.

$$F = \frac{WV^2}{2g}$$

והרי נוצרת הנוסחה:

\*\*

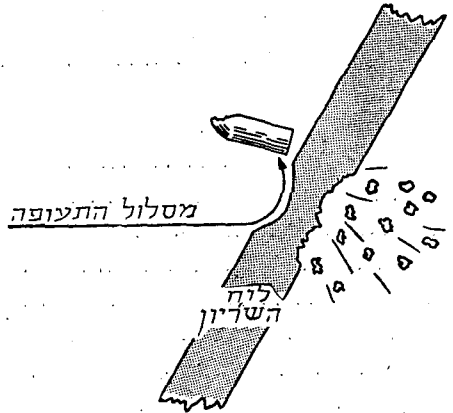
ברור, כי הדרך הפשוטה להגביר את כוח הפגיעה היא להגדיל את המהירות; — אך, דרך זו הנה מוגבלת בהחלט ע"י התוספת הממשית של התנגדות-אוויר. מגבלות אחרות נגרמות ע"י הצורך בהגדלתו של מכנס-התוחה, בשביל להשיג תגבורות, אפילו קטנות יחסית, במהירות-הלוע של הפגיון. דבר זה, מציג שוב את הבעיה של משקל התותחים המופרוז, ולא זו בלבד, אלא שבמקרים של מהירויות גבוהות ביותר — נוטה הקליע להסתובב בתנועת-סטייה סביב ציר-עצמו, דבר המקטין את כושר-חדירתו. (ראה תמונה 3). תכונתה של תנועת-סטייה



זו (ה"עקן") — תודגם אם נאחוז עפרון כאמצעו באגרו דל ואצבע של יד אחת — ונסובב ביד האחרת את קצהו העורפי תנועה סיבובית. אפילו מידה מועטת מאוד של הטיה מעיקרו תפחית בהרבה את יכולת-החדירה של הקליע.

מידת קשירותה של הפלדה ממנה עשוי הקליע גם היא בין התנאים הקובעים את סיכויי החדירה בעד השריון. על הקליע להיות מסוגל לעמוד בפני גורמי-לחץ וגורמי מתח עצומים, מבלי שיחול תוך כדי החדירה שינוי-של-ממש בצורתו. במהירויות

מות נשנות הולכות, והנו נוטה גם, "לתזז"; כלומר אפשר שחתיכות קטנות של לוח-השריון "יותזו" ממנו ע"י פגיעות-פגזים (ראה ציור 2).



הרי זהו שיקול רבי-ענין וחשיבות בשים לב לעובדה כי תארע לעתים גם התזה בתוך הטנק, אף במקרה שלא בוצעה חדירה. ה-B.H.N. הממוצע של שריון שוה-החיסום הוא 425.

הסוג השני — השריון-חסום-הפנים — כפי הנרמז בשמו — הקשיות שלו אינה שווה ורצופה לכל עומקו. "פני-החוץ שלו עובדו כך שמידת קשיותם עולה על זו שבפלדה שות-החיסום — אך הקשיות שבשאר הלוח הנה פחותה ממנה. שריון כזה מידת ההגנה, שהוא נותן לכל "ק"ג של מתכת רבה יותר; אולם ייצורו יקר עד מאוד. "פניו" המחוסמים כלפי-חוץ — פועלים הרבה לכך כי הקליע ירוצץ מיד במגעו הראשון. ה-B.H.N. הממוצע הוא 500 בשטח הפנים, הפונה החוצה, ו-375 בגוף השריון.

\*\*

אלה הם סוגי השריון המצויים בדרך כלל להגנתו של איש-הטנק. אולם, מה בדבר הקליעים הנורים עליו והמנסים לחדור בעד דפנות-הפלידה המגינים עליו?

נחמה פורתא בלבד תשמש לו העובדה, שישנם רק שני סוגי קליעים כאלה: הקליע חודר-השריון המורצק וקליע החנ"ם (בעל המטען החלול) הנ"ט. יכולת החדירה של הסוג הראשון — כפי שכבר נאמר — תלויה במהירות הסיום (הפגיעה) שלו, בקשיותו, במשקלו, בקוטר, בארכו וצורתו. אפשר לומר, כי אמנם בוצעה חדירה שלמה ע"י קליע מסוג זה, אם חלק כל-שהוא של הקליע מתבלט דרך הלוח אל

לבטיסו. לידעתו של איש-הטנק ייאמר, שהוא רשאי להניח כי פגז ח"ש בן 90 מ"מ, "בעל-כיפה" (A.P.C. Round) שמהירות הלוע שלו היא כ-860 מטר לשניה, יתא מסוגל לחדור לוח שריון בן 12 ס"מ מטוח העולה על 900 מטר.

\* \*

לתחום המהירויות הגבוהות שייכים ה"קליעים ח"ש כבירי-המהירות" (Hyper Velocity Armour Piercing Projectiles — HVAP) קליעים אלה עשויים גרעין קשה במיוחד של פלדת חלפרם העטוף במעטפת נתך-אלר מיניום, ועל חלקם הקדמי מחובר הרטום-בליסטי — עשוי מתכת דקה. מהירותו הגבוהה מאוד של קליע זה והקשיות הבלתי-רגילה של הגרעין — שתי אלו בצירופן משיגות חדירת-שריון מוגברת בהרבה. קליע מסוג זה, בן 90 המ"מ, עשוי לחדור דרך שריון בעובי של 19.5 ס"מ מטוח של 1000 מטר. מהירותו של קליע כזה כ-1000 מ' לשניה. מהירות-הסיום שלו, בטוח של 1000 היא כ-900 מטר לשניה, והיא מפעילה נגד השריון כוח של, בערך, 300.000 "ק"ג/מטר". שעה שדנים בקליעים חודרי-שריון, ראוי לציין שצורות הקליעים היעילות ביותר ל ח ד י ר ה לא תמיד הן זהות. עם אותן הצורות, העשויות להקנות לקליע את התכונות הבליסטיות הטובות ביותר בשעת תעופתו. והרי דבר זה, במידה מסוימת, תוחם תחור מים לכל תמורה מרחיקה-לכת בקליעים פורצי שריון לעתיד לבוא.

### הסוג העיקרי השני של קליעים חודרי-שריון

הוא סוג "קליעי הנ"ם נגד טנקים" (High Explosive Anti Tank — HEAT). אע"פ שהקליע עצמו אינו חודר את השריון הרי סוג קליעים זה הנו יעיל אפילו יותר מהקליע חודר-השריון המוצק. הכוח המפוצץ מרוכז בו אל נקודה קטנה. על פני השריון. תומו הגבוה דיו כדי להתיך את השריון באו-תה נקודה. משהותכה הפלדה באותה נקודה ולעומק הלוח שמתחתה — הרי הכוח המפוצץ הנ"ל דוחפה והדפה דרך הלוח אל מעבר לו, אל פנים הרכב. הנקב, הנוצר בלוח אינו גדול אמנם, אולם חלקיקים קטנים של המתכת המוחכת שנורקה מנקב השריון — נזרקים עתה לכל הכיוונים בתוך הטנק וכתוצאה מכך גורמים אבידות לרוב.\*

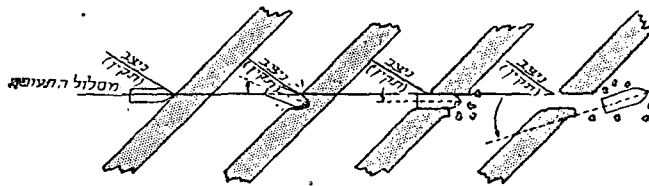
מבנהו של קליע מסוג זה הנו פשוט למדי. מטען

\* אין לפי שעה כל קביעה מוחלטת מהו הגורם העיקרי לנזק ולאבידות בתוך הטנק — אם הדף ההתפוצצות של חומר-הנפץ החודר את השריון או חלקיקים לוחטים אלה, של דופן הטנק שהותך, המציתים את התחמושת שבתוך הטנק וכו'. — המערך.

גדולות הוא חייב להשאיר שלם בעיקרו, כדי שיהיה ביכולתו לבצע חדירה. במקרים ידועים של חדירה, נלחצים חלקים ניכרים של הקליע החוצה, שעה שהוא עובר את הלוח. דבר זה מפחית במידה מוחשית את יכולת החדירה של הקליע, כיון שהוא נוטה בשל כך להעצר בתוך החור. לכן, סוגים ידועים של קליע מכילים במבנם טבעת-בסיסית, עשויה פלדה רכה, ה"מתקלפת" מעל הקליע אם הוא "נתקע" בעת שהוא פורץ את הלוח. ועוד: בשעה שפגז בוקע-שריון פורץ גע בלוח שריון, מרוכזת כל עצמתו של הקליע בנקודת דה זו. כוח עצום זה הנו גדול לפעמים מהכוח שחר-טומו של הקליע יכול לעמוד בו. על כן הוא נמחץ או נמעך, דבר הגורע במידה-רבה מכושר-החדירה של הקליע. כדי לאזן פגם זה, פותח "פגז חודר-שריון בעל הכיפה". קליע זה מצויד ב"כיפה" מחוסמת ובחרטום-בליסטי, לסייע בתעופת-הקליע. לראשו-נה פוגע החרטום-הבליסטי בשריון, ומתרסק; אחרי כן הולמת בו הכיפה-המחוסמת. פעולת הכוחות העצור מים של ההתנגשות, המבוצעת באמצעות הכיפה, גורמת מים לנזק ולמתיחת חמורים בשריון. ואז מתבקעת גם הכיפה, המאפשרת לקליע הבלתי-ניזוק, בעל החרטום הקשה, להשלים את החדירה.

הכוחות האלה, הפועלים על חרטום הקליע, אינם כל הכוחות, שיש להביאם בחשבון.

אם הקליע פוגע בלוח שריון בוית ידועה ומתחיל להי-דור לתוכו — קיימת בו אותה שעה, נטיה להתישר ולחדור אל הלוח ישירות, — לפי קו הניצב אל פני-השריון. נטיה פתאומית זו "להתישר" יוצרת מאמץ-כפיפה בתוך הקליע. לאחר מכן, תוך כדי המשך החדירה, מתחילים פועלים כוחות הצינור שבין הקליע — ללוח — ומגמתם היא להחזיר את הקליע, שוב אל התנועה לפי קרואייה — דבר, היוצר מאמץ כפיפה עז נוסף.



כוחות אלה גורמים, לעתים קרובות, "עקירת" חלקים מתוך הקליע החוצה, לשיבוש צורתו או להשברותו מעל

\* הרטום-בליסטי — הוא מעטה העשוי מתכת דקה, והמשוה לקליע צורת אירודינאמית לייצוב תעופתו.

בהרבה ושמהירותו מרובה פי כמה — אשר בגלל תנועתו הסיבובית לא ירבה לחדור אלא כ־1.25 ס"מ יותר מהנ"ל.

החדירה לעומק של 27.5 ס"מ המבוצעת ע"י רקטה בת 3.5 אינץ' (88 מ"מ) היא רבת־רושם עוד יותר.

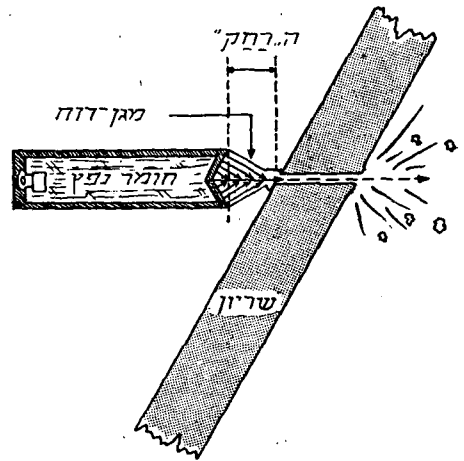
**מהו, איפוא, המסקנות, הגורמים והשיקולים שהועלו כאן? מה הוא הדבר הרצוי לנו? יותר שר"ן? ספק. אולם, שריון שיהא בעל מידה רבה יותר של שיפוע והטיה. — הנו רצוי ביותר. יותר ריקושטיים ופחות חדירות — מהקליעים התוקפים את הטנק שלנו. אפשר גם שיצליחו להתחכם וליצור מין שריון שיהיה קשה יותר, קשות יותר, ועם זאת לא יחרוג עדין מתחומי הנדרש, באשר למשקל ובאשר לתקציב. שכן, גם זאת ייאמר: מהו סר"ס הסעיף בתקציב שישוה לחייהם של חמישה אנשי־טנקים? יתכן שיהיה זה דבר תכליתי ביותר להגיע לירי שריון שכזה, שיכיל בין תרכיביו יסודות ידועים של נתכיימתכות — או שיהיה בעל תכונות חימיות ופיזיות — שיהא בהם כדי לקבוע לאותו שריון גקודת היתוך גבוהה ביותר? יתכן ששריון מעין זה יכול היה אז לעמוד אף בפני קליע־החנ"מ הנ"ט, או יתכן שחמרים אחרים כגון זכוכית, אספלט או תרכיבי־פחם בעלי אחוז גבוה של פחמן הם אשר יוכלו לעמוד חוצץ נגד קליע־החנ"מ הנגד־טנקי.**

ומה בדבר הקליעים? התפתחותם של קליעים חודרי־שריון מוצקים, הנורים מכלי־יריה מהסוגים המקובלים, תגיע עד מהרה אל גבולה הממשי. מפת־חיים ומיצרים עתה קליעי־החנ"מ הנ"ט, בעלי חומר־רס־קני יותר, וטוח ארוך יותר מאלה שהיו מצויים עד כה. אך ככל שהתכונות האלו הנו מודגשות יותר — כן עולה והולך משקלם של הפגזים (ובמידת־מה של כלי־היריה). — ומשקל רב יותר גורע מהניידות. זהרי מלחמות היום ומלחמות המחר, הנה וגם תהינה מהירות כבוא.

ועוד דבר: ככל שתגדל המהירות — ירבה מס־פרן של הירות־שלא־קלעו. אך אם אמנם יפגע הטנק, התושג חדירה? יתכן. אם יפגע במקום הנכון, אם יפגע ע"י הקליע המתאים, אם יפגע בזוית ההולמת, אם יפגע במהירות התעופה הראויה ובתנאים הנוחים להשגת החדירה.

\* זו הנורית כידוע מה"בווקה" החדשה, בת 3.5 אינץ' (עיין התמונה בעמוד 13) — המ ע"ר.

החנ"מ שבו מסוגר בתוך מיכל העשוי פלדה דקה. בקצהו הקדמי ("ראשו") של המטען עצמו עשויה שקערורית בצורת חרוט. צורה זו מְכַנֶּת את כוח־ההתפוצצות קדימה, ומרכזת אותו בנקודה הנמצאת במרחק מסוים לפני בסיסה של השקערורית החרוטה (הקונוסית). מרחק זה נקרא "הרחק הרצוי". מרעום הנתון בבסיסו של הפגז הוא שמפוצץ את המטען, שעה שהחרטום הבליסטי פוגע בשריון. (ראה ציור 5).



אותו חרטום בנוי כמובן כך, שיביא את המטען לידי התפוצצות בדיוק ב"רחק הרצוי" מהשריון, כדי שתושג תכלית־פגיעה מכסימלית. במידה שההתפר צצות תארע מאוחר מדי או מוקדם מדי — תפתחנה ותלכנה תוצאותיה. דבר זה מחייב ויסות מדוקדק של מהירות־הפגיעה, כדי למנוע התרסקות המטען עוד לפני הנפץ וכן כדי למנוע נפץ מוקדם או מאוחר מדי. את ייצוב תעופתם של קליעים אלה משיגים או באמצעות סנפירים — דבר המאפשר את טיסתו של הפגז ללא סיבוכים — או ע"י שמקנים לו תנועה סיבובית למשך תעופתו. קליע שתעופתו יוצבה בעזרת סנפירים ללא תנועה סיבובית — פעולתו הנה תכליתית יותר מחברו מיוצב־הסיבוב, שגורוה מתוחת בעל סלילים; כי התנועה הסיבובית מפזרת את זרם ההדף הבא אל נקודת המוקד. (אפילו רימון הרובה הקטן, שתעופתו הנה מיוצבת סנפירים, ללא כל תנור עה סיבובית יחדור 7.5 ס"מ של שריון שוה־חיסום). ראוי להשוות הישג זה עם קליע־החנ"מ של הקנה ללא־רתע (בעל הסלילים) בן 57 המ"מ — הגדול