

מטען חלול

א. המטען-החלול מקנה נידות יתרה לכלים נ.ט.

במהלכה של מלחמת העולם השנייה הופעלו כלי נשק רבים, שנועדו לשימוש בתחמושת, אשר ביסודה מונח החזיון של "המטען-החלול". אך רק משהחלו מנצלים בפועל את תכונותיו של המטען החלול לצורך חכליות צבאיות, — הוברר הערך הרב שנועד לשימוש בתופעה זו לשם פתרון של משימות מעשיות רבות.

המטען-החלול הופיע כיסוד רציני לנשק נגד-שריון נ.ט. בטרם הופיע — השתמשו לתכלית זו בקליעים פורצי-שריון בכוח מחצת — כלומר, מול השריונים נורו קליעים, שהודות למהירותם הרבה, למסה שלהם (וקשייות-החומר ממנו היו עשויים), — חדרו בעד דפנות-הפלדה. ברור איפוא מאליה, שעיבוי נוסף בדפנות השריונים חייב גם קליעים שמשקלם ומהירותם יהיו גדולים יותר. כתוצאה מכך בא הצורך בכלי-יריה (קרי — תותחים נ.ט.) גדולים וכבדים במידה ניכרת מכפי שהיו. תוצאתה של מגמה זו הייתה כי כלי-היריה יגיעו למימדים שיקטינו את כושר-הנידיותם ויפגעו, אי-פוא, בעצם התאמתם לנסבות המלחמה החדישה, על נידותה הרבה ומגמת פיזור-החזרות שבה. אותם תנאים של המלחמה החדישה, גרמו לא פעם לירי כך, שהחיל הרגלי מצא עצמו ניצב למול השריונים בגוף, מבלי שיהיה מחופה ע"י אש האטילריה הנ.ט. שלו — ומבלי שיהא בידיו כלי מתאים כל-שהוא שיוכל להפעילו נגדם. הכרח היה, איפוא, ליתן בידו כלי-נשק שבעזרתו יוכל לעמוד מול מחץ השריון, ואף לגבור עליו. אולם, כדי לספק את התנאי של שמירה על כושר הניידות, או אפשר לו לכלי נשק זה שיהא כבד ואילו עד כה, ככל שהאדירה המהירות בשיגור הקליעים — על מנת שיהדרו הללו בעד דפנות הטנקים — נעשה כלי-היריה כבד יותר ויותר. נמצא, איפוא, שיש הכרח לחפש אחר עקרון אחר מיסודו, למען הרזג ממסגרת ההגבלות שבמצב הנ"ל.

בכוח האנרגיה-הקינטית שלהם.

ואמנם, עקרון המטען-החלול, שהיה עקרון מחדש ומהפ"כני בשדה החימוש הנ.ט., הוא שסיפק במידה מרובה את המענה המבוקש, לפי שפעולת-המבוקשה אינה מותנית לא במהירות תופעתו של הקליע ולא במשקלו. מכאן, שתוך שימוש בעקרון זה ניתן ליצור כלי-נשק, שקלותם וכושר-הסלטול שלהם יאפשרו לתתם בידי החייל שבעמדה הקדמית — להקנות לו ע"י כך את היכולת להלחם אף באותם המקרים בהם אין הוא יכול להסתייע, להגנתו, בתמיכתם של כלים נ.ט. כבדים יותר.



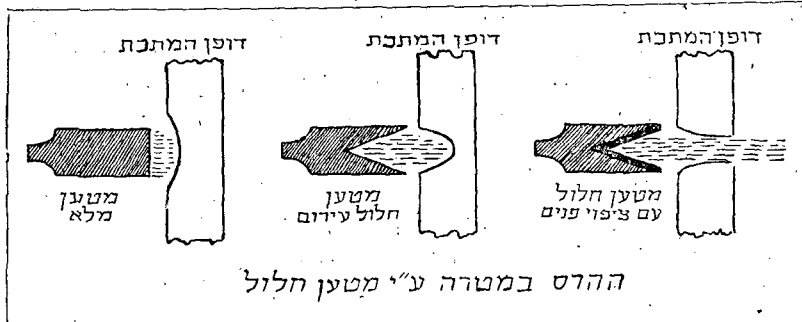
פעולת מטען-חלול על לוח-מתכת

כלי אופייני מסוג זה הוא — ה"בזוקה", שכושר-החדירה הגדול יחסית על פניה בא לה מהשימוש בעקרון המטען-החלול (הוא העקרון המונח גם ביסוד פגזיהם של ה"פיאט" הבריטי, ה"פנצרפאוסט" הגרמני וכיו"ב כלים, שנועדו להקנות בצרון למערך הרגלים הקדמי, לשמש נשק למארבים וכי). אכן, בזמן האחרון ניכרת נטיה להשתמש בפגזי מטען-חלול (לצורך פעולה נגד-טנקים) גם בתותחים הרגלי.

לים. דבר זה בא מתוך השאיפה לצרף את הדיוק הרב — המושג ע"י תותחים — ואת הטוח שלהם, עם כושר-החדירה הרב של המטען-החלול. אולם, יש גבול מסוים לכדאיותם של מאמצים להשגת צורה מעין זה. כינו שבמהירות גדולות אפשר להשיג חדירות גדולה אף באמצעים-הרגילים. לעומת זאת, בעיותיו המיוחדות של המטען-החלול עצמו —

תופעה זו נודעה לראשונה בשנת 1792 והיא נקראה אח"כ בשם אפקט מוגרו * או ניומן, ע"ש חוקריה. יתר-על-כן: אם נצפה את דפנות החלל בשכבה דקה של חומר מוצק, ננכח שכוח-ההבקעה המרוכז באותו שטח מצומצם — יוגבר פי כמה, וההרס שייגרם יהיה בעומק הרבה יותר גדול מזה שניגרם כשהחלל לא היה מצופה.

מחריפות בהרבה ככל שגדלה מהירות התעופה, וביחוד כשי משתמשים בעקרון הסתובבות הפגז (סביב צירו, תוך כדי תעופתו, כרגיל בפגז שנורה מתותח בעל-סלילים). שימוש נרחב אחר בתופעת המטען-החלול הוא בתוך מערכת נשק-החבלה. במקרים רבים מאוד הדרך היעילה ביותר להריסת בניינים, ביצורים, גשרים וכד' — היא לא פיצוץ המוחלט אלא הריסת "נקודות-מפתח" אחדות, דבר העשוי לגרום בעקיפין לאותן תוצאות עצמן. (משל קלאסי: שמשון, אשר לפת את שני העמודים שהיכל-פלישתים נשען עליהם). השימוש במטען-החלול הוא שהקנה את האפשרות לרכז את הפעולה כלפי נקודות כאלו ע"י כך אפשר היה להשיג אותה הוצאה ביתר קלות ובפחות חומר נפץ. דוגמא מובהקת לכך — "מודת החבלנים".



ביותר להריסת בניינים, ביצורים, גשרים וכד' — היא לא פיצוץ המוחלט אלא הריסת "נקודות-מפתח" אחדות, דבר העשוי לגרום בעקיפין לאותן תוצאות עצמן. (משל קלאסי: שמשון, אשר לפת את שני העמודים שהיכל-פלישתים נשען עליהם). השימוש במטען-החלול הוא שהקנה את האפשרות לרכז את הפעולה כלפי נקודות כאלו ע"י כך אפשר היה להשיג אותה הוצאה ביתר קלות ובפחות חומר נפץ. דוגמא מובהקת לכך — "מודת החבלנים".

תוספת זו של ציפוי היא היא המקנה לתופעה, בה אנו עוסקים, את ערכה המעשי המוגבר. ציפוי-מתכת זה, המבדיל בין חומר-הנפץ וה"חלל" — נקרא ציפוי-פנים "Liner בלע"ז).

ג. מה מתרחש בשעת התפוצצותו של מטען-חלול?

כדי להבין תופעה זו לאשרה, נעמוד תחילה על כמה מושגים כלליים, הכרוכים בסוגיה של חומר-נפץ.

פיצוץ חומר-נפץ — פירושו למעשה: הפיכת החומר המוצק לגזים, בעלי טמפרטורה ולחץ גבוהים, שמפרטורה זו עלולה להיות בת כמה אלפי-מעלות ולחץ — עשוי להגיע למאות אלפי-אטמוספירות.

הפיכה זו של החומר למצב גזי אינה נעשית "בבת אחת", אלא — ככל תופעה פיזיקאלית או כימית אחרת — היא נמשכת זמן מסוים ולו גם קצר מאד, (עד שלא תמיד נתן למודדו באמות-מידה רגילות).

שעה שמפעילים חומר-נפץ ע"י מרעום או ע"י אמצעי אחר כלשהו, הופכים תחילה לגזים אותם חלקי חומר נפץ הסמוכים למקום ההפעלה. האנרגיה אשר לגזים הנזר צרים מספיקה כדי הפעלת הלקים האחרים של חומר-נפץ הנמצאים במגע ישיר עמם. משום-כך נוצרים גזים נוספים, — וכך עוברת הפעולה הלאה, עד שלבסוף כל כמות חומר-הנפץ הופכת לגזים. אם "נקפיא", כביכול, את מצב חומר-הנפץ ברגע מסוים בתהליך-ההתפוצצות, ו"גנת" הו" במצב זה, נראה — שהלק החומר הנפץ עבר כבר את שלב הדטונציה דהיינו: הפך לגזים; ואילו הלק השני עדינו נמצא במצבו הקודם.

בין שני ההלקים הללו מפריד אזור משטחי. לאזור זה

ב. מהו, בעצם, המטען-החלול?

תופעה זו של מטען-חלול — מה טיבה, בעצם? כיצד היא פועלת? מטען חומר-הנפץ, שבקצהו הקדמי יצרו מעין שקעורית — הוא הקרוי "מטען-חלול" (Hollow Charge) או "מטען-צורת" (Shaped Charge)** הנסיון הוכיח, שדוקא חלל מעין זה בתוך גוש חומר-הנפץ מגביר במיוחד את פעולת התפוצצותו באותו הכיוון אליו מופנה החלל ובנקודה-שבמטרה אותה הופך "פי-החלל, — דהיינו: אם נקרב את מטען-הנפץ אל גוף-המטרה, כש"פי-החלל מופנה אליו, ונחולל התפוצצות של המטען — יחבר, שהבקעת גוף-המטרה תהא בעומק גדול יותר, מאשר אילו הפעלנו כנגדו מטען נפץ "מלא", באותו המשקל אך ללא החלל בו.

לעומת זאת מצמצמת מצאותו של החלל את שטח ההרס הנגרם. כך שאפשר לראות את החלל בתורת מרכז אנרגיה הרס, ומגבילה לשטח מצומצם, אך אינטנסיבי במיוחד.

* הוא החלק הנתקל במטרה, להבדיל מזנב-הפגז.
** Hollow Charge רגיל בספרות-הצבא הנריטית, ואלו המונח השני נפגש בעיקר בלשון הצבאית האמריקאית. — החש.

* עיין הערה בעמ' 30 — המ.ע.

קוראים חזית הדטונציה, ואילו לריאקציה המתחרת ללת הולכת בחומר קוראים גל-הדטונציה.

בתנאים נורמליים, אצל חומר נפץ נתון, נעשית מהירות התקדמותה של חזית הדטונציה (או מהירות התפשטותה של גל-הדטונציה) קבועה, לאחר עוברת מרחק קצר ממקום ההפעלה. מהירות זו היא גודל האופיני ומיוחד לכל סוג מוגי חומר-נפץ ב.ט.ט., למשל, מהירות זו מגעת בקירוב ל-6800 מ' לשניה.

הגאומים שנתהוו בפיצוץ חומר-הנפץ — ניפחם גדל והולך, ולפיכך — הם מתפשטים והולכים. הם מעבירים על-יכן גל של לחץ לסביבה שבה הם נתונים (אוויר, מים, פלדה, וכו'...). לגל זה קוראים גל-ההדף.

מהירות התקדמותה של גל-ההדף שווה, בקירוב, למהירות התפשטותה של הדטונציה; אך מהירות זו פוחתת והולכת ככל שמתרחקים מחומר-הנפץ עד שבמרחק מה מחומר-הנפץ היא פוחתת למעשה עד לשיעור מהירותו של הקול. בר בבד עם פחיתת מהירות התפשטותו של גל-ההדף פוחת גם הלחץ שבחזית הגל. קצב ריסונו של גל-ההדף מותנה ע"י הסביבה שלתוכה הוא מתפשט.

מידת הריסון גדלה ככל שגוברת ההתנגדות שמהווה הסביבה. שני גל-ההדף הנפגשים זה בזה יוצרים באזור הפגישה לחץ שהוא גדול יותר מאשר באזור כל אחד מהגלים מלפני הפגישה. שיעור-הלחץ באזור פגישה זה מותנה בכל מקרה בזווית הפגישה של חזיתות הגלים ועצמתם; והוא עלול גם לעלות כמהמונים על הלחץ הנפרד. הקודם של כל גל וגל. מהירות התפשטותו של הלחץ (באזור הפגישה) אף היא עולה בהתאמה לנ"ל. דוגמה לאזור כזה — המתהווה לרגל פגישת שני גלים הבאים כתוצאה מפיצוץ חומר-נפץ — הוא איזור-הלחץ-הגבוה, המתפשט במקביל לפני-הקרקע שעה שחומר-הנפץ מתפוצץ בגובה מסוים מע"פ הקרקע. אזור זה נוצר לרגל פגישה של גל-ההדף הבא מחומר-הנפץ בגל-ההדף המוחזר מפני הקרקע.

ד. כיצד לחזק את עצמת-ההבקעה?

אנו רואים, איפוא, שישנה אפשרות להגביר את פעולת גל-ההדף במקום מסוים אם נצליח ליצור איזור שבו יפגשו שני גלים או יותר, והנה, איזור כזה — הוא הנוצר ע"י המטען החלול. נניח שאנו קובעים בחלקו הקדמי של המטען * חלל, שצורתו, כפי שהוסבר לעיל, צורת חרוט, אשר חודו מופנה פנימה (לכיוון "זנב-הפגז"). עתה, נפעיל את חומר הנפץ מצד זנבו של הפגז, בשעה שגל הדטונציה יגיע אל גבול תחילת-החלל יוצרו על-פני דפנות החרוט הנ"ל גלים שיתפשטו אחד לעומת השני בזווית מסוימת (המותנית בזווית החרוט). פגישת גלים אלו יוצרת את

* כלומר, החלק הפונה למטרה.

אזור-הלחץ המוגבר, שבעטיו נגרם ההרס הרב אל מול פני חלל-המטען.

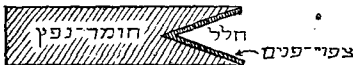
אך, בזו בלבד לא סגי. פעולת ההרס במקרה זה, כלומר במטען-עירום (ללא ציפוי בין המטען לחלל), מבר צעת ע"י הגאומים הנוצרים בשעת התפוצצות. אולם, שני חסרונות, לדבר: מסת הגאומים הפורצת היא קטנה, ולעומת זאת — הריסון של הגאומים הללו הוא גדול; לכן, אף-על-פי שבתחילה נוצר לחץ-גבוה מאד ומהירות זרימה גדולה, הרי אין בהם די אנרגיה לפעולת חדירה גדולה, כעבור זמן קצר מתרסנת התופעה ולחץ הגל ומהירותו יורדים בקצב מהיר.

כדי להגביר את הפעולה — מצפים, כאמור, את דפנות החלל בציפוי-פנים. אמנם, ע"י כך התופעה נהיית מורכבת יותר, בשל הגורם הנוסף הזה — ותוצאתה תהיה שונה גם לפי השוני של ציפוי-הפנים השונים.

כאן נדון בשני סוגים של ציפוי-פנים, המייצגים את צורותיהם: הרגילות, המצויות בשימוש.

ה. ציפוי-פנים "חרוטי"

הצורה הרגילה האחת היא ציפוי פנים חרוטי. לשם הבנת התופעה במטען מסוג זה, נתאר לעצמנו מטען-חלול-חרוטי, שהחלל שבו מצופה בציפוי מתכת, שצורתו — כמובן צורת חרוט (למעשה תהליך הייצור הנו הפוך: נוטלים חרוט מעשה-מתכת — ומעליו יוצקים בתוך תבנית מיוחדת לכך את חומר-הנפץ הדרוש להיווי גוף המטען).



עתה נפעיל את חומר-הנפץ מצד זנבו של הפגז. חזית הדטונציה תתקדם לעבר הבסיס, שהוא בסיס החלל-החרוטי (כמו גם בסיס הפגז). לאחר שתזית הדטונציה עברה את "קדקוד" ציפוי-הפנים, יוצרים הגאומים שמאחורי החזית לחץ של כמה מאות-אלפיהטמוספירות על כל צד של הציפוי הבא עמם במגע. כנגד לחץ גדול כזה אין כל מתכת יכולה לעמוד. גדולה מזו: ניתן לאמר כי למול לחצים גבוהים כאלו מתנהגת מתכת מוצקת כאילו היתה נוזל. ציפוי-הפנים ירום, איפוא, פנימה (הכונה אל פנים החלל) בכיוון ציר החרוט, כשהוא מואץ בלי הרף ע"י הגאומים הלוחצים עליו, במרכזו, כלומר — על ציר החרוט. מתרכז חומר ציפוי-הפנים מהכיוונים השונים ונפרד שם לשני חלקים. חלק אחד מאבד ממהירותו ע"י ההתנגשות שבין חלקיקי הציפוי ונשאר מאחור ואילו חלק שני, נסחט קדימה ומקבל ע"י כך תוספת מהירות על חשבון החלק המפגר. רוב החומר של ציפוי-הפנים נמצא בחלק

שלהרבר נעוץ במהירותו הגדולה ושטח התכר הקטן. כי קוטר הסילון הוא כמה עשיריות מילימטרים בלבד. וכאשר חומר הסילון פוגע במטרה בשטח כלשהו קטן — השפעתו גדלה.

את תהליך-החדירה עצמו אפשר לאתר באותה צורה בה הוצג כאן דבר התהוותו של הסילון. עם הגיעם למטרה פוגעים חלקיקי-הסילון בחומר ממנו קורצה ויוצרים לחץ עצום במקום הפגיעה. נוכח לחץ זה מתנהג החומר שבגוף המטרה, כאילו היה נוזל. חדירת הסילון דרכו דומה במידת-מה לחדירת סילון-מים דרך בועה.

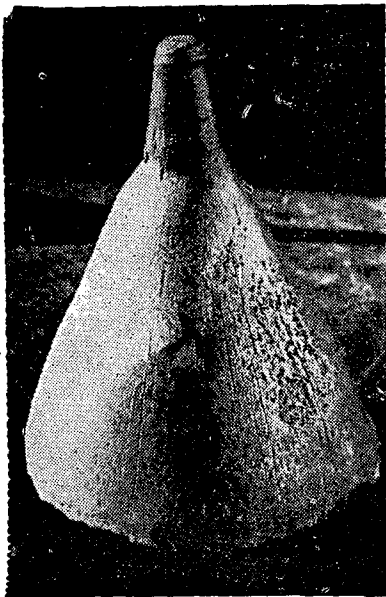
החישובים מראים, שעומק החדירה במקרה זה מותנה בכמה גורמים.

הגורם האחד הוא צפיפות חומר הסילון; חומר בעל משקל סגולי גדול יותר — ייטיב לחדור.

הגורם השני — הוא אורך הסילון; הסילון „נאכל“ והולך תוך כדי חדירתו. כל כמה שאורכו גדול יותר, הוא יכול לחדור יותר למטרה בטרם ש„יאכל“ כליל.

הגורם השלישי הוא — צפיפות החומר המטרה. התנגדות החומר לפעולת הסילון עולה כל-כמה שהחומר צפוף יותר. ככל שהחומר ממעיט „לברוח“ לצדדיו, חדירת הסילון נתקלת בקושי גדול יותר וממילא היא טוחתת (יש להבדיל כאן היטב בין צפיפות החומר וקשיותו, שהם שני דברים שונים לגמרי).

הדוגמה המעשית של שימוש בציפוי-פנים הנוסעי היא — הבאזוקה.

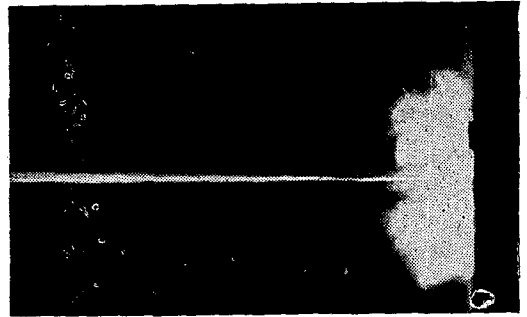


ציפוי-פנים של בוזוקה

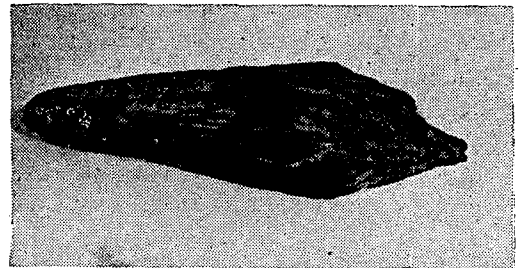
המפגש הנוצר ממנו משהו הדומה לקלע. ואילו אותו חלק הנוצר במהירות קדימה דומה לסילון דק של נוזל. לאחר התמוטטות חלקית נראה ציפוי-הפנים כבציר הבא:



אותו חלק של ציפוי-הפנים, שאליו לא הגיעה עדין הדטונציה — עודנו שלם. חלק שני, שכבר הגיעה עדין הדטונציה זורם בכיוון למרכזו כשחלקיו השונים נמצאים במרחק שונה מציר החרוט. חלק שלישי של חומר צפוי-הפנים, שהספיק להגיע כבר אל ציר החרוט, נפרד ל„סילון“ ו„קלע“.



צילום לילה של סילון מטען-חלול (פיצוץ פגזי-בוזוקה).



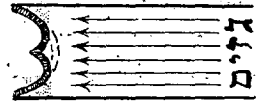
הקלע הנוצר מציפוי-הפנים (תמונה מוגדלת)

תהליך זה נמשך עד שציפוי הפנים הופך כאילו „סילון“ — מזה ו„קלע“ — מזה. מהירות תנועת הסילון גדולה מאד. היא עלולה להיות גדולה עשרה מונים ויותר ממהירות תנועת הקלע. כשהחומר הנפץ הוא פנטוליט וציפוי-פנים מתאים — מהירות תנועת הסילון היא בין 5000 עד 10.000 מטר לשניה. ואילו, מהירות תנועתו של הקלע היא בין 500 עד 1000 מ' לשניה בלבד.

למרות העובדה שכמות החומר שב„סילון“ קטנה לגבי כמות החומר שב„קלע“, הרי בכל זאת הוא ולא הקלע, הנו האחראי העיקרי לחדירה לתוך גוף המטרה; טעמו

ציפוריפנים כיפתית

צורה שניה של ציפוי פנים, היא — ה"כ"פ. פעולת הדטונציה בתוך חומר הנפץ עד הגיעה אל ציפוריפנים, היא כמובן אחת לגבי כל ציפוריפנים שהוא: ההבדלים מתחילים להימשך שפעולת הדטונציה זו מגעת אל ציפורי הפנים בצמצום: אם נסתכל עתה במצביחבינים שבאותו תהליך כלומר: בשעת שהגזאים התחילו כבר לפעול על ציפוי הפנים נראה את התמונה הבאה:



הגזאים, "הופכים" את הציפוי ונוצרים ממנו "קלע" ומעט רסיסים. "קלע" זה נלכד בתוך אזור הלחץ הגבוה, הנוצר בעטיו של החלל. שם הוא מואץ, כשתוספת המהירות שהוא מקבל הגה גדולה עד מאד. מהירותו הסופית עלולה להגיע עד 5000 מ' לשנייה.

בפגוע הקלע במטרה, הוא מתנהג כקלע רגיל. כלומר, אף הוא חודר למטרה בשל האנרגיה הקינטית שלו. אלא, שכאן מהירותו גדולה מאד ולכן כושר חדירתו רב. נניח, שמהירות קלע חודר-שריון של תותח נגד-טנקי משופר היא בערך 1000 מ' לשנייה (בשעת הפגיעה במטרה) — הרי שנוכל להגדיר את המטען החלול בעל ציפוריפנים-כיפתית, כעין תותח היורה קלע שמהירותו גדולה פי חמש מהרגיל. הדוגמה המעשית של שימוש בציפוריפנים כיפתית, הוא הפיאט.

ז. סגולות נוספות אשר למטען-החלול

במזרקה החבלנים — משתמשים בשתי הצורות הנדרות. הפעולה היא בכל מקרה לפי אופי ציפוי הפנים (עם כל ההבדלים, הנובעים מהצורה המאורכת ולא העגולה וכו').

ישנם עוד גורמים שונים, המשפיעים על פעולת החדירה של מטען חלול, לא נעמוד כאן על כולם, אולם מן הדין שנסקור אחדים מהם.

בניגוד לחומר-נפץ ללא-חלל, המיטיב לפעול ככל שהוא צמוד יותר למטרה, הרי לגבי המטען-החלול דרוש מרחק מסוים מן המטרה, כדי לקבל את מיטב-התוצאות. כלומר, בזמן ההפעלה עלינו לדאוג לכך שהמטען-החלול ימצא במרחק מסוים מן המטרה כדי שהחדירה תהיה הגדולה ביותר. זוהי הסיבה העיקרית ל"אף" הארוך יחסית שבפגזים בהם משתמשים במטען-החלול.

המטען החלול רגיש מאד לגבי סימטריה. כל סטיה בכיוון זה משפיעה קשות על יעילות המטען ועל עוצמת החדירה. סיבת הדבר היא — בציפוריפנים חרוטי

למשל, — שבמקום סלון אחד דק וארוך נוצרים מספר סילונות רחבים וקצרים. דבר דומה עלול לקרות לגבי ציפוריפנים כיפתית.

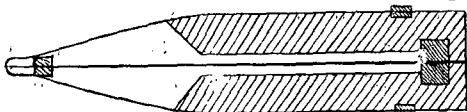
בזמן הפגיעה במטרה מתרחשות פעולות-לואי — הנגרמות ע"י תהליך החדירה — המגבירות את פעולת המטען החלול ובמקרים רבים אף גורמות את עיקר הנזק. הלחץ הגדול על חומר המטרה מתפתח גם לצדדים; גדל החור, הנגרם ע"י הסילון, והיה, אם חומר המטרה אינו מוצק דיו עלול-דבר זה לרסק את המטרה כולה.

בחדירה לטנק, למשל, נורקים פנימה רסיסים לוהטים של דופן-הטנק המציתים את הטנק מבפנים, מפוצצים את התחמושת הנמצאת בתוכו, ופוגעים בצות-הפעלתו. אפשר לומר, שבמקרה זה — זו התכונה המסוכנת ביותר של המטען-החלול, שבעטיה מרבית ההרס והנזק.

ה. המטען-החלול — ואפשרות השימוש ע"י כלי ארטילריה

השימוש במטען חלול בפגזי תותחים מחייב כמה שיפורים נוספים משום בעיות הכרוכות בנקיטת מהירות גבוהות ושימוש בפגזים "סיבוביים". התקלה הראשונה נגרמת על שום שהמטען החלול, כאשר כבר הוזכר, רגיש מאד לגבי כל פגם בסימטריה, והנה, בזמן חיריה נוצרים בתוך הקנה כוחות גדולים הפועלים על הפגז. כוחות אלו עלולים לשנות את מבנה גוף מטען הנפץ או את מקומו או את צורתו של ציפוריפנים. הפעלת חומר-הנפץ צריכה להיעשות כשהמטען נמצא במרחק מתאים מהמטרה. דברים אלו מצריכים פגז בנוי כהלכה, שיעמוד בכל המאמצים הללו, הגדולים במיוחד בשעת הפגיעה במטרה. כן יש הכרח להתקין מרעום מהיר מאד, שיפעיל את חומר-הנפץ לפני שהמטען-החלול יהרס. (הפעלה זו — יש לזכור — צריכה להתחיל מאוחר, כלומר מכיוון הזנב!).

מרעום-ההתמדה** הנמצא בזנב הפגז, איטי מדי בפעולתו. יש, איפוא, להתקין מרעום קדמי, הפועל מידית בזמן הפגיעה, ולהעביר את הדטונציה אחורנית. סידור הפגז יראה, איפוא, מכחינה עקרונית בצורה זו:



המרעום הקדמי מופעל ע"י הלם ב"אף"-הפגז. עם התקלו (סוף בעמ' 50)

* Rotating

** קרוי כך על-שם העקרון המונח בדרך הפעלתו — ולא כאן המקום להרחיב את הדיבור בסוגיה זו. המער.

לא לצו לשלם מחיר יקר עבור כך) ע"י השימוש במדרון האחורי כשהיא אש לעמדות אשר נקבעו בגבעות הסמוכות. לתכלית זו מטילים אש ארטי לריה, מרגמות ושל מק"ב ארוכי טווח על מדרון האחורי, על קרהרכס, ובאם אפשרי — גם על המדרון הקדמי*. השימוש בגבעות אגופות להצבת כלי-יריה יאפשר לעתים קרובות מתן אש-לוחכנית אשר תרסק בירי אינפילאדי את הנמצאים באותם השטח חים שמעבר לקו הרכס או סמוך לו, אשר אחרת היו נמצאים מובטחים מפני הפגיעה.

* * *

שלושת המצבים הכלליים של ההגנה אשר צוינו לעיל יצריכו כמובן שינויים סיגוליים לאינספור בהתאם למצבים השונים, ולעתים קרובות ניתן יהיה להשתמש בהם כשהם משולבים זה בזה, או גם באורח הגנה אשר נתבסס לכתחילה על המדרון הקדמי. כך, אפשר לערוך את "קרהתנגדות הראשי" במדרון הקדמי, ואלו את הקו הרזרבי להכין במדרון האחורי; או, אפשר למקם את הקו העיקרי במדרון האחורי ולתמוך בו באש מגבעות סמוכות, מערפו ומאגפיו; או שאפשר להשתמש ביחידות שבאגפי המדרון האחורי למהלומת-נגד מסביב לאגפי הגבעה. האש מגבעות אחרות מופעלת בשביל להצי מיד את האויב אשר הצליח להגיע למדרון-אחורי. ושוב: אפשר להשתמש בשילוב זה של הגנה נוסח המדרון האחורי, וזה הקדמי, לפי זמני-היממה, דהיינו: להגן על המדרון הקדמי בשעות החשכה ואלו במשך היום להגן רק על המדרון האחורי בלבד. במקרה זה ינהג אורח הביצוע לפני הנהוג הקבוע: מספר כלים אוטומטיים מוצבים במדרון הקדמי,

* שבמקרה זה, הנו "המדרון האחורי", דהיינו זה שמי עבר לקו הרכס — לגבי כלי האש היוזרים.

להכריח את התוקפים לעשות את דרכם אל מעלה הגבעה תוך קרב. חלק גדול של הכוח המגן יהיה מחופר במדרון האחורי כשכלי זינו האבטומטיים מוצבים באופן שיאפשר מתן אש על קו הרכס בו ברגע שהתוקף מגלה עצמו על קו הרקיע. עיקרם של הרגלים, מעמדותיהם במערך-המדרון-האחורי או באגפים, יפעלו במהלומות-נגד מוחצות כלפי התר קף — העלול, עת הצליח להגיע עד אל קו הרכס, להיות כבר מזועזע כל שהוא וארגונו משתבש. את התקפות-הנגד עצמן אפשר כמובן לערוך כפי שכבר צוין לעיל, או על פני מעלה הגבעה ופסגתה או מסביב לצדיה של הגבעה בצורת לפיתה-כפולה ("מלקחים"). אך טבעי הוא כי השימוש בכלים אנטי-טנקים, במדרונות אחוריים וברכסי-משנה, מהווה חלק חיוני באורח הגנה זה.

לעולם לא תהיינה שתי חלקות שטח דומות בדיוק אשה לרעותה, ומשום כך הוגבל במתכוון הבאור כאן לבחינותיה הכלליות בלבד של הסוגיה. הנקודות אותן יש לזכור תמיד הן:

1. בארגון עמדות הגנה, או אף לעמידה בפני התקפות-נגד, עשויה לעתים קרובות ההחזקה המת- מדת במדרונות קדמיים לעלות ביוקר ולא להשיג תכליתה.
2. אפשר שהוא כדאי מאד לארגן מערך-מדרון אחורי ולהשלים עם שדות אש קצרים יותר, ולכונ את כל ריכוזי האש האפשריים של ארטילריה ומר- גמות אל קו הרכס שממול למערך הנ"ל.
3. באם מובטחת תצפית ממקום אחר — הרי לעתים קרובות תהיה ההגנה במדרון אחורי העדיפה. בפרק הראשון בספר משלי נאמר: "ישמע חכם ויוסף לקח ונכון תחבולות יקנה". יתכן ו, בפעם הבאה" נדע לבצל מקצת הנסיון שקנינו.

המטען החלול / סוף מעמוד 38

שזה משתחרר מלחץ הגזים. השפעות אלו מקטינות במידה ניכרת את יעילות הפגז. במהירות-סיבוב של 200 סיבובים לדקה יורדת יעילות הפגז עד 50%.

* * *

ההתפתחות בשדה השימוש הצבאי ב"מטען-החלול" עדין לא נגמרה. אולם, אין ספק שכבר בשלב זה נתון מענה לבעית הכלים הנט. ביחידות הרגלים — ע"י כך שהקנה להם, כנזכר בראשית-האממר, כושר-ניידות רב יותר, דבר שחשיבותו רבה ביותר בשטחים הררים, פטרולים אלימים, פשיטות וכי'. ברם, טרם הגענו למיצוי מלוא האפשרויות הגלומות בו.

במטרה חלק מהרסיסים המהירים, ה"גורים" ע"י המרעום, עובר דרך צינור המותקן בחומר-הנפץ ופוגע ב"מאיץ", הנמצא בחלקו האחורי של הפגז. רסיסים אלו, מפעילים את ה"מאיץ" — הלזה מפעיל את מטען חומר הנפץ שבפגז. ה"אף" עשוי מחומר בעל התנגדות למעיכה, והוא נמער בתלקו עוד לפני התחלת הרטנציה. ע"כ נשמר המטען החלול מזועזע חזק מדי. אורך-ה"אף" נקבע לפי מידת המרחק, אשר צריך שיפריד ברגע ההתפוצצות בין קצה המטען-החלול לבין גוף-המטרה.

התקלה השניה נגרמת ע"י סיבובו של הפגז. הכוח הנוצר בשעת הסיבוב מקטין את לחץ הגזים הפועל על ציפוי-הפנים וכן מפזר את החומר (הסילון או הקלע) לאחר