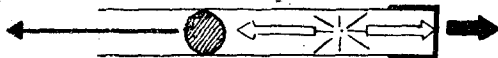


# כלי היריה ללא רתע

## עקרונות הפעולה

כמובן, מתוך ההנחה ששניהם בלתי-תלויים במידה שווה בחיכוך בעצמים אחרים). כאמור

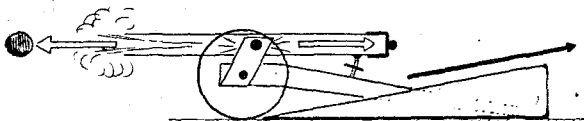


הכוח הפועל על שתי המסות — שווה (אם כי התוצאה — שונה).

הכוח הפועל על פתחו האחורי של הקנה — הוא הפתח הסגור — נקרא רתע.

ד. בציר 4 מוצגת הצורה הראשונה של התותח. הקנה, הסתום מעברו האחד ע"י בריח, מוצב על פן. בשעת יריה פועלים שוב כוחות שווים על התותח ועל הקלע. כוח הרתע, הפועל על התותח, נבלע ע"י בלימת הגלגלים, וע"י היתדות, העוצרים בעד תנועת התותח לאחור.

בתותחים מודרניים שואפים לכך, כי הכלי לא ינוע ממקומו בשעת היריה, לשם כך מניחים לו

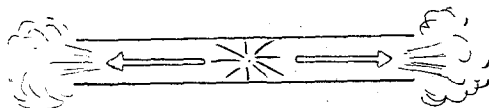


לקנה לגלוש לאחור, בנתיב "פסים" מיוחד, עד למרחק מסוים — ובשעת גלישה הוא נבלם בהתמדה. כוח הרתע מתבטל על ידי חיכוך, בילום והענגת הכן אל הקרקע. במידה שגדל הכוח הפועל על הקלע, טעונים הקנה והפן חיזוק יתר, כדי לספוג את מהלומת כוח הרתע הגדל באותה מידה. הגדלת הטוח והקאליבר גורמים, איפוא, לעלית משקלן של התותח. לשם השלמת קלע למרחקים וקוקים לכלי יריה שהוא כבד מאד יחסית, וממילא קשה מאד לטלטול, כדי להתגבר על קושי זה הורגש הצורך בכלי יריה שמשקלו מועט; ולשם כך חייבים לבטל את הרתע, שהוא הסיבה העיקרית לכובד-משקלו של התותח. דבר זה נתאפשר בכלי היריה ללא רתע.

ה. פשמשוים את משקלי הפגזים ואת משקלי כלי-היריה של "הארטילריה המסורתית" — לעומת הנתונים של כלי-היריה "ללא-רתע", מתבלטים כאן ההפרשים העצומים שבין האחד לשני. והרי כמה דוגמאות, הלקוחות מכלי-יריה גרמניים במלחמת-העולם השניה:

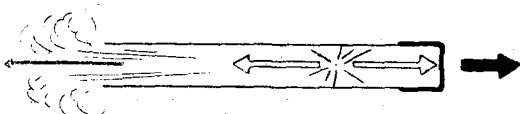
כאם נבוא להשוות את העקרונות הטכניים של כלי-היריה בעל הרתיעה לאחור עם העקרונות המונחים ביסודם של הכלים ללא-רתע — הרי דוקא מתוך השוואה כזאת נוכל לעמוד, ביתר קלות, על תכונותיהם המיוחדות של האחרונים. למטרה זאת מובאים להלן, שלבים-שלבבים, תהליכי-כי-היסוד, של פעולת היריה, וכמובן, שתוך כדי הנסיון להשיג פשוטות מכסימלית בהצגת הענינים, מההכרח הוא גם לותר על ציון כמה וכמה פרטים וגורמי-משנה חשובים למדי.

א. בציר 1 מתווה התפוצצות של מטען לא-גדול של חומר נפץ בקנה הפתוח בשני



צדדיו. הגזים הנוצרים נפלטים משני הפתחים במהירות שווה. הקנה עצמו אינו נע.

ב. בציר 2 סתום אחד הפתחים. המטען הקטן של חומר-הנפץ פועל גם כאן, לכתחילה בכוח שווה לשני הכיוונים. ובמקרה שהקנה עצמו חפשי לתנועה — דוחפים אותו הגזים בכיוון הפתח הסתום (ואלו הגזים האחרים — נפל-

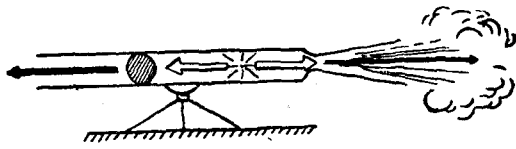


טים דרך הפתח הפתוח). לו היה הקנה נתון על מסילה חלקה בתכלית — היה גולש עד כלות כוח הגזים הפועלים על הצד הסתום.

ג. בציר 3 שוב סתום אחד הפתחים, אולם מהעבר השני של מטען חומר הנפץ נתון בתוך הקנה קלע. עלינו לתאר לעצמנו, שוב, את הקנה כחפשי לתנועה. הגזים המתהווים עם ההתפוצצות פועלים בכוח שווה הן על פתח-הקנה הסתום, והן על בסיס הקלע. שתי המסות

הקלע והקנה — נפרדות, בכיוונים מנוגדים. היחס בין מהירות תנועתם של הקלע והקנה הוא הפוך לגודל המסות שלהם (כלומר, ככל שקטן משקל החומר של הקלע בהשוואה לזה של הקנה, כן גדלה מהירות הקלע לעומת זו של הקנה. —

לחרוג החוצה הגזים, נעשה צר יותר. את מקומו של הקלע השני (בציור 5) תופשת, איפוא, מסת הגזים הנפלטים דרך הפתח המוצר, — והיא מאזנת עתה את קנה התותח. הרתע מתבטל לגמרי,



מסלול הפגז בק"ג	משקל הכלי בק"ג	הקוטר	כלי-היריה
6,5	1.300	75 מ"מ	תותח-השדה
15	1.900	105 מ"מ	הוביצר-השדה
15	5.200	105 מ"מ	התותח
43	5.400	150 מ"מ	ההוביצר
120	13.000	210 מ"מ	המרגמה

דהיינו, שהתנודות ביחס-המשקל, שבין כלי-היריה לפגז, הן כאן בין 1:108 — ועד ל-1:200! השקעה עצומה של מתכת, מנגנון ומשא ותובלה. מחוץ לזה שכלי-היריה החדש של הארטילריה ה"מסורתית" הנו מכונה מורכבת למדי, הרי עצם משקלו וגודלו מכבידים על השימוש בו ועל הובלתו. הגם שהמנוע הקל על פתרונה של בעיית התובלה, הרי בכל זאת נמשכת הדרישה של ה"צרכן" הצבאי לכלי-היריה שיהא כבד פחות. ועד כמה שאפשר — מבלי שייגרע מיכולת-האש שלו. לצורך זה אחזו באמצעי של "בלמי-לוע"; בקצה-הלוע קובעים מין "חיי-שוק", בו נקלטים — ומופנים אחורה, באפקים מיוחדים, — גזי-הלוע. ע"י כך נגרע מכוחו של הרתע. אכן, הפחתת משקל הפגז שנתאפשרה ע"י כך, לא היתה כה גדולה שתשפיע על כובדם של כלי-היריה ועל קשיי טלטלתם.

ועל כן — אין להשיג הפחתת-משקל בת-ממש של הכלי אלא ע"י ביטול הרתע מעיקרו.

1. בציור 5 לפנינו, מחדש, קנה הפתוח משני העברים, אלא שנתונים בו שני קלעים, משני עבריו של המטען. עם היריה פועל חומר הנפץ במידה שווה על שני הקלעים, בעלי מסה, דהיינו — גם משקל וגודל שווה. הקנה אינו זע.



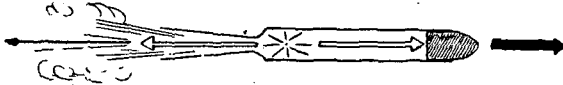
הרתע מתבטל, כי הקלעים השווים בשלבים מהקנה במהירות שווה בכיוונים מנוגדים. הכן חייב רק לשאת את הקנה בלבד — מבלי שיצטרך גם לבלמו — ויכול הוא על כן להיות עצמו קל-משקל ביותר.

לפנינו, איפוא, עקרון התותח ללא רתע — הגם שאין להשתמש בו בפועל, שהרי כדי לשמור על חיי אנשי-הצוות יש למנוא ההזליה תחליף לקלע, הנורה אחורה.

2. בציור 6 נקבע באחורו של התותח מפלט — דהיינו, הפתח האחורי של הקנה, דרכו צדיכים

כשסכום המסה של הקלע במכפלת מהירותו, שווה לסכום מסת הגזים הנפלטים, במכפלת מהירותם. מכאן, שכמות הגזים היוצאים דרך המפלט, חייבת להיות גדולה, יחסית, ועליהם להיפלט במהירות גדולה. ואמנם, זהו עקרונו של כלי-היריעה ללא-רתע, הנקראים גם, בשל משקלם הקל, "תותחים קלי-משקל", ובשל מפלט-הגזים שלהם — גם "תותח-מפלט".

3. דוגמה נוספת לנשק לא-רתע הוא הנשק הראקטי. בציור 7 לפנינו קנה, שפתחו האחד הולך וצר ובפתחו השני מוברג ה"קלע", במובנה המצומצם של המלה — תא-חומר-הנפץ. לפנינו כאן הצורה הראשונית ביותר של רקטת-אבק-השריפה. בהפעילנו את אבק-השריפה שבקנה, טועל לחץ הגזים הנוצרים במידה שווה על בסיס-הקלע שלפנים



ועל ה"מפלט" שמאחור. הכוח הפועל על בסיס הקלע מפעיל את הראקטה בכיוון נגדי לכיוון שבו נפלטים הגזים החוצה דרך ה"מפלט". בהיות מסת הראקטה, לחלקיה, (תא-הקלע, תא-החומר-המניע, המפלט — ובמשך חלק של זמן הטיסה, גם אבק-השריפה המניע) גדולה יחסית — יש צורך בחומר-מניע רב, ליצור כמות מספקת של גזים מתקני-השיגור שמהם "נודות" הראקטות אינם בעצם אלא נתיבי-התחל, המקנים להן את הכיוון ואת זווית התעופה, מבלי שימלאו תפקיד בתהליך ה"יריה", המתהווה כולו בתוך הרקטה. נתיבים אלה אינם נתונים, איפוא, לבלאי רב וההעמסה עליהם מועטת יחסית. לכן הם קלי-משקל וניתן לצרפם, קבוצות-קבוצות, למתן מטחי-אש חד-פעמיים (Salvo) למען מנוע ערבוב-פרשיות בין אלה לבין תותחי-ה"מפלט" ההפשיים-מרתיעה, שתוארו מקודם, — מכנים את מתקני השיגור של רקטות כ"כלי-יריה רקטיים", ואלו את הראשונים — ככלי-יריה "ללא-רתע".

(המשך יבוא)