



המנוע הרב-דלקי ומשמעותו הצבאית

סא"ל א.ד. סלע

התרמורדינמית. הנצילות התרמורדינמית של מנועי-בנזין היא כ-30%, שעה שבמנועי-דיזל עובר שיעור הנצילות את ה-40%.

המשקל הסגולי של הסולר הוא בקירוב 0.85 ק"ג לכל ליטר; זה של הבנזין — 0.71 ק"ג לכל ליטר. מכאן שמשקל ליטר סולר הוא ב-20% גבוה יותר ממשקל ליטר בנזין. כמות החום — או במילים אחרות: כמות האנרגיה — שניתן להפיק מק"ג אחד של בנזין או סולר היא כעשרת אלפים קלוריות גדולות, ולכן כל ליטר של סולר נותן ב-20% יותר קלוריות מכל ליטר בנזין. לאור עובדה זו, ולאור הנצילות התרמורדינמית הגבוהה יותר של מנוע-הדיזל, הרי החשבון יראה שכל ליטר סולר במנוע-דיזל יתן עבודה מועילה העולה בשיעור של 60% על זו שיתן ליטר בנזין במנוע-בנזין באותו רכב; או במילים אחרות — צריכת הדלק בליטרים במקרה של מנוע-דיזל תהיה נמוכה ב-60% מזו של מנוע-בנזין.

כאן המקום להזכיר, שכמות הדלק הנכנסת למיכלי הרכב (טנק או מכונית) תהיה שווה בקירוב, מבחינת הנפח, לגבי שני סוגי המנועים. ומכאן מתבקשת המסקנה שמנוע-הדיזל יאפשר תנועה בעלת טווח גדול ב-60% מזה שיאפשר מנוע-הבנזין. מסקנה זו קיבלה את אישורה המלא והמוחלט מתוך נסיון עבודתם בשדה של שני סוגי המנועים. כך התפתחה הדרישה הטבעית של החילות הצורכים דלק רב בשדה-הקרב להכניס לשימושם מנוע-דיזל. ביצוע דרישה זו היה מקטין את ה"זנב" הלוגיסטי בשיעור ניכר ומאפשר תנועה ארוכה יותר ללא תדלוק.

מענין כי למרות שהוסקו מסקנות נכונות אלו השתחו עד היום צבאות רבים וטובים בענין הרכבת מנוע-דיזל בטנקים וברכבי-צבאי אחר. הסיבות לדבר נעוצות בעיקר בתכנון משק המדינה לצרכי מלחמה רבתי. במלחמה מעין זו מנוצל כל הפוטנציאל למאמץ המלחמתי. כל מאמץ שמתבצע, הן בשדה-

התפתחות הטכניקה מביאה עמה אפשרויות חדשות לשימוש בהמצאותיה וישומן בשדה-הקרב, אך מאידך גיסא, כתוצאה מהתפתחויות אלו, הולכות ונערמות בעיות חדשות, אשר עם היותן טכניות ביסודן, הריהן בעלות משמעות לוגיסטיות. טקטיות ואף אופרטיביות. המנוע הרב-דלקי הנו אחת הדוגמאות לתופעה זו. מנוע זה בא לפתור בעיה טכנית בעלת משמעות טקטית, אופרטיבית ולוגיסטית.

המנוע, או יחידת-הכוח, של הרכב הצבאי, צריך לענות למספר דרישות, כגון: הספק נאות, משקל נפח מועטים וכיוצא באלו. נוסף לכך, וכאחת הדרישות החשובות, הכרחי שהמנוע יהיה חסכוני בדלק ככל האפשר. תכונה זו מאפשרת הגדלת טווח הנסיעה של הרכב ללא הזדקקות לתדלוק.

כיום, המנוע המקובל ברכב הנו זה הצורך דלק נוזלי, כגון: בנזין, נפט או סולר. בדיקה השואתית, מבחינת סוג הדלק, של תכונות המנועים הצורכים דלק זה מצביעה על כמה נקודות חשובות.

מנועים צורכי-נפט הנם בהכרח בעלי יחס-דחיסה נמוך*, וכתוצאה מכך בעלי נצילות תרמית נמוכה. נוסף לכך טמרי נים בהם חסרונות טכניים נוספים: התנעתם חייבת להעשות בבנזין ודבר זה גורם לסיבוך טכני ולוגיסטי כאחד. לכן כמעט ויצאו מנועים אלה משימוש זה שנים אחדות ויצורם כיום הנו מוגבל מבחינה כמותית וישומם מיועד לאותו רכב המשמש לצרכים חקלאיים.

כיום נמצאים בשימוש רחב, הן לצרכים אזרחיים והן לצרכים צבאיים, מנועי-בנזין ומנועי-דיזל. השואה, הנוגעת לחסכוניות בדלק, בין שני הסוגים של מנועים אלה מעלה כמה נקודות. מנוע-הדיזל הנו בעל יחס-דחיסה גבוה בהרבה מזה של מנוע-הבנזין. כתוצאה — גבוהה יותר נצילותו

* הנפט — כדלק למנוע שריפה-פנימית — גשרף תקין כאשר יחס הדחיסה נמוך יחסית.

הקרב והן בעורף, מכון למטרה האחת והיא — נצחון במלחמה. כתוצאה מכך מתכננת הספקת הדלק לכל ציוד טכני — בין אם רכב ובין אם תחנות-כוח, הן בשדה-הקרב והן בעורף, באופן מרכזי ובצורה יעילה ככל-האפשר. תכנון כזה מחייב כי הכמות הכוללת של הדלק הנצרך תשוה, בכמות ובסוגים כאחד, לסך-הכל הדלק המופק, או שניתן להביאו.

הדלק הנוזלי מופק מנפט גולמי הנובע ממעינות. נפט גולמי זה הנו, למעשה, תערובת מורכבת ביותר של סוגי דלק ושונים נוזליים, המופרדים למספר מוגבל של קבוצות בתהליכי הזיקוק שלו בבתי-הזיקוק. כל קבוצה כזו, המופרדת מתברותיה, הנה בעלת תכונות מוגדרות פחות או יותר. הקבוצות הראשיות המופרדות בדרך זו הן הבנזין, הנפט והסולר. הבנזין הנו הדלק הנוזלי הקל בין השלושה, הנפט הוא בעל המשקל הבינוני והסולר הוא הכבד משלושתם.

מה חלקם של סוגי-הדלק השונים המופקים מהנפט הגולמי? כמות הבנזין המופקת (בזיקוק ישיר) היא כ-30%, כמות הנפט אף היא כ-30%, וכמות הסולר המופקת היא בין 25% ל-30%. משארית הנפט הגולמי מופקים גז, מזוט וכמות קטנה של שמני-סיכה.

לאור נתונים אלה ברור כי סיפוק צרכי הדלק של מדינה החוששת למלחמה חייב להיות מתוכנן כך שכל הדלק המופק ינוצל, לפי סוגיו השונים, על-ידי יחידות-כוח מתאימות. יצור רב מדי של מנוע מסוג מסוים עלול, איפוא, להשאיר מנוע זה בעת חירום במצב של מחסור מתמיד בדלק. מאידך גיסא, יצור מצומצם מדי של מנוע מסוג כל שהוא יגרום לניצול בלתי יעיל של דלק המדינה, ויביא להצטברות של עודפי דלק מסוג מסוים; אין, כרגיל, דרך להפתר מעודפים הולכים וגדלים אלה או לצרוך אותם; הם דורשים איכסון, ובעת מלחמה מהווים סכנה חמורה — ומחמירה עם הזמן.

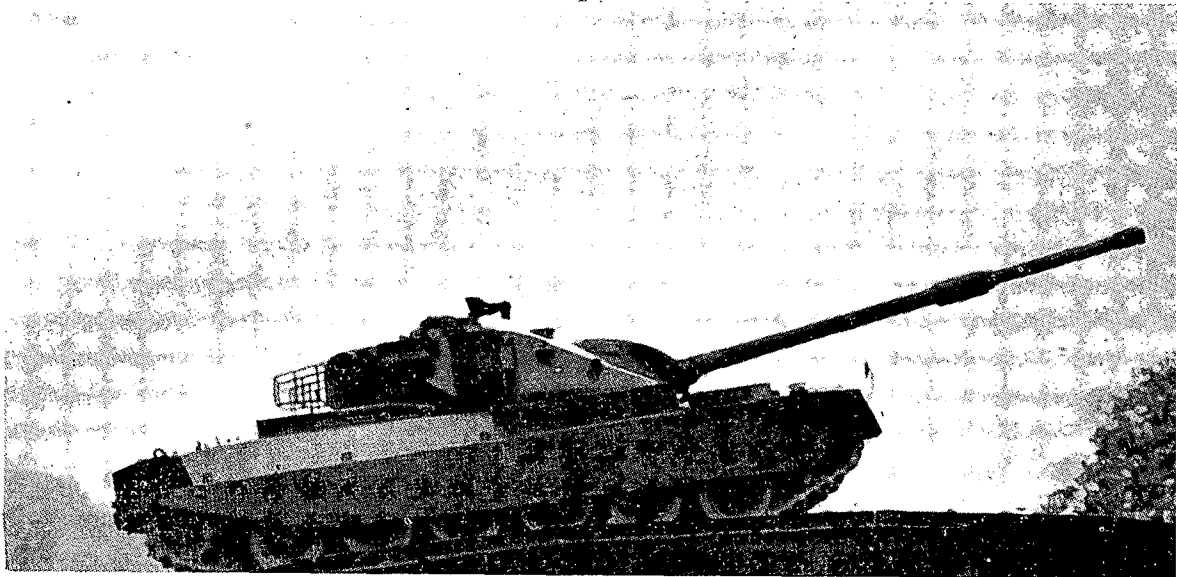
דברים אלה, אם כי תוארו בקיצור רב, מצביעים על החשיבות המכרעת הנודעת לתכנון מדיני נכון של יצור המנועים ויחידות-הכוח. סקירת הנעשה בשטח זה במדינות העולם מבליטה כמה תופעות שתשומת-לב הקורא תוסב אליהן.

המדינות הטוטליטריות פותרות את בעיית תכנון יצור המנועים בקלות רבה יחסית. מחד גיסא, כמות הדלק המיוצרת ידועה בדיוק, כשם שידועות אפשרויות הגיוון של היצור מבהינת כמויות הסולר, הנפט והבנזין. בהתאם לכך מתוכנן היטב, ובאופן מרכזי, מספר המנועים המיוצרים לפי סוגי הדלק השונים שהם צורכים. מאידך גיסא, מיושמים מנועים אלה תוך שיקולי עדיפות (המתוכננים גם הם באופן מרכזי), לפי רצון המתכנן. כתוצאה, מוכנסים מנועי-הדיזל, בראש וראשונה, לשימוש ברכב-צבאי ובעיקר — טנקים. מנועי-הבנזין מיושמים בעיקר ברכב אופני, וצרכן הנפט העיקרי הוא האויריה (מאחר ומטוסי הסילון של היום הנם צרכני נפט).

במדינות שאינן בעלות משטר טוטליטרי רשאים הגופים האזרחיים לבחור לעצמם את סוג המנוע בהתאם לשיקור-ליהם-הם, אשר כמובן מתבססים שוב על יעילותו של המנוע ונצילותו המשקית הגבוהה. כתוצאה מכך כובש לו מנוע-הדיזל את מקומו בשוק-האזרחי וכמות הסולר שהפוטנציאל האזרחי צורך, הולכת וגדלה בתמידות. האויריה, הן האזרחית והן הצבאית, משתמשת בנפט כדלק עיקרי. צריכת הבנזין הולכת ומצטמצמת לרכב-הנוסעים הקטן, אשר שימושו המלחמתי הוא מועט. להתפתחות כזו נודעת תוצאה אחת מכרעת: הדלק היחידי שיעמוד בשפע לצרכי הצבא בשדה-הקרב יהיה הבנזין בלבד. לאור שיקולים אלו נרתעו הצבאות המערביים מהכנסת מנוע-דיזל לשימוש צבאי רחב. רתיעה זו העמידה את חילות-השריון של צבאות אלה במצב של מאבק מתמיד עם הרשויות המרכזיות בדבר הכנסת מנוע-הדיזל לטנקים, כדי לנצל את תכונותיו העדיפות.

המאבק הזה — מצד אחד התביעה העקבית והתקיפה של הרחבת השימוש במנוע-דיזל לצרכים צבאיים, ומצד שני הרתיעה המוצדקת מביצוע הדבר — הוליד את הרעיון של פיתוח מנוע, אשר יהיה מסוגל לצרוך ביעילות סוגים מקור בלים שונים של דלק נוזלי.

הכנסת מנוע כזה לשימוש, לא זו בלבד שתפתור את בעיית הויסות של יצור המנועים והפקת הדלק לסוגיו השונים;



ה"צ'יפטיין" הבריטי שבו יוכנס מנוע רב-דלק.

היא תאפשר השגת מטרות חשובות נוספות. הספקת הדלק לשדה-הקרב תהפוך לפשוטה יותר מבחינות לוגיסטיות רבות. ראשית, ישתחרר הצבא מהבעיה של הספקת סוגי דלק שונים ובכמויות שונות. דבר זה ימנע סרבול על כל הכרוך בו. שוב לא יהיה הצורך להשתמש בציוד מיוחד לכל אחד מסוגי הדלק השונים, וכלי-ההובלה יהיו אחידים; ניתן יהיה לערבב ללא קושי סוגי דלק אלו; ניתן יהיה לנצל את כל כמות הדלק הכבד יותר (סולר), שתופק מעל לצריכה של הפוטנציאל האזרחי הקיים. זאת ועוד: ניתן יהיה לנצל באופן חופשי מצבורי דלק שייתפסו מידי האויב, ללא חשש מפני שימוש בסוגי דלק לא נכונים ומבלי שיוסב כל נזק למנועים.

נימוקים אלה הביאו לעריכת נסיונות רבים בפיתוח החנוע הרב-דלקי* שתי מגמות היו לפיתוח זה. בהתאם למגמה האחת הוכנסו שינויים במנועי-בנוזין (בהם נעשתה ההצתה על-ידי מערכת חשמלית מיוחדת), אשר יאפשרו שימוש חופשי הן בסולר והן בנפט. ההשגים בכיוון זה כיום מצומצ-

* חומר טכני על נושא זה פורסם ב"מערכות חימוש" חוברת מס' 4, אוקטובר 1961.

מים, ומנוע מסוג זה טרם יוצר בקנה-מידה רחב. המגמה השנייה גרסה הכנסת שינוי במנוע-הדיזל (במנוע זה ניצת הדלק כתוצאה מדחיסה גבוהה של האויר; דחיסה זו מעלה את הטמפרטורה של האויר מעל לזו של טמפרטורת ההת-לקחות של הסולר ומביאה על-ידי כך להצתתו). השינויים שהוכנסו במנוע זה הוכתרו בהצלחה רבה יותר. האנגלים פיתחו סדרה של מנועים רב-דלקיים, החל ממנוע בעל הספק של כוחות-סוס אחדים וכלה במנוע בעל הספק של 700 כוחות-סוס שיוכנס בטנק החדש שלהם "צ'יפטיין". ה-אמריקאים הכניסו לטנק החדש שלהם (M=60) מנוע-דיזל, מתוך חישוב שבעתיד הקרוב יושלם פיתוחו של מנוע רב-דלקי שיחליף אותו. המנוע הרב-דלקי האמריקאי מבוסס, למעשה, על אותו מנוע-דיזל שהוכנס לטנק שלהם, ויש להניח שמנוע-הדיזל הקיים יהיה ניתן להסבה למנוע רב-דלקי.

לסיכום ניתן לומר שהמנוע הרב-דלקי מהווה מעין פשרה בין התביעות שמציגים החילות-הלוחמים לגבי תכונות ה-מנועים הדרושים להם, ובין האפשרות והצורך לנצל את כל כמות הדלק, לסוגיו השונים, שניתן להפיקה מהנפט הגולמי או להביאה מן החוץ.

ההרים

ה"מטענים" שעל כפות-המאזנים

מחקרו של "מכון המחקרים האסטרטגיים" הלונדוני בענין יחסי הכוחות הצבאיים בעולם, הנערך מדי שנה, מכיל הפעם אומדנים אחדים מעוררי-ענין. ידוע גם ידוע, "פער-הטילים" שבין ברה"מ וארה"ב. והנה, מבחינה מספרית עכ"פ, מעוררת הטבלה הניתנת כאן, רושם אחר לגמרי. אלא, שכמובן ההש-ואות שהטבלה מאפשרת אותן הן מספריות גרידא. וכפי שמספר אנשי-הצבאות הכולל שב"מערב" מזה, וב"מזרח" מזה, אינו נותן תמונה מציאותית על יחסי הכוח הצבאי-הממשי בין שני הגושים בנקודת מגעם — כך גם מספרי הטילים, כל עוד הנם סתמיים, אינם אומרים לנו הרבה: שכן הרבה מאוד תלוי בטיב הנחיתם ודיוקם, ולא-מעט אף בהסתרתם והסוואתם — מבלי לדבר כבר על שאלת מהירות תפעולם. והנה, על כל אלה אין הטבלה יכולה ללמדנו הרבה. מכל מקום, הרי זו תמונת-מצב מעניינת ומאלפת מאוד.

