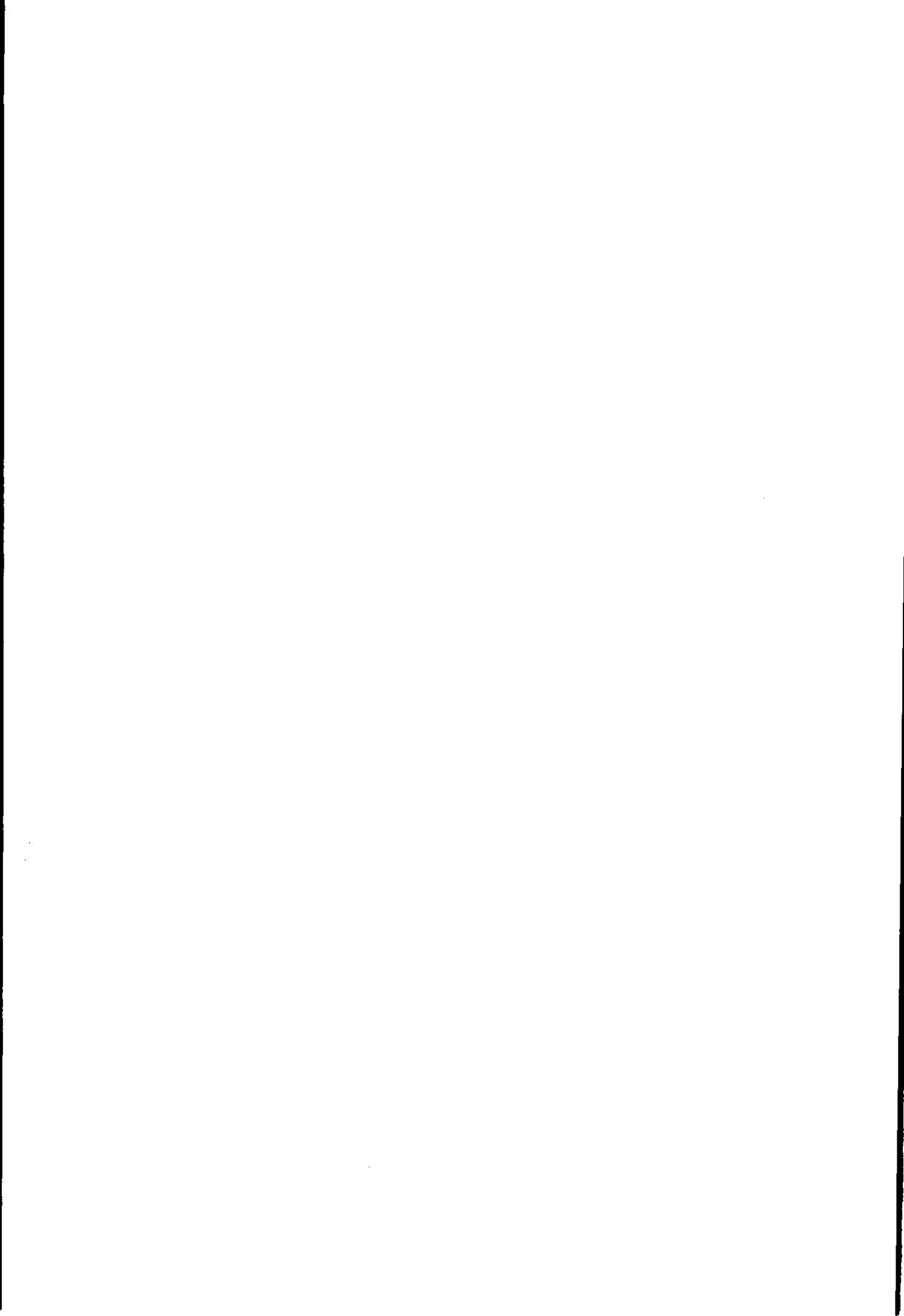


מערכות-חימוש

24





מערכות-חימוש

חברת מס' 24 חשון תשכ"ז אוקטובר 1966

תוכן העינים:

- 2 אגרת פרידה אלוף עמוס הורב
- 2 פקודת יום אל"מ חיים דומי
- 3 חדושים במערכת החשמל בכלי-רכב ליאון גריפיטס
- 7 משפחת ה-AMX
- 10 המושב בכלי רכב ב. פיין
- 13 מערכות נורו אלקטרוניות י. לנה
- 15 התעופות מתכות ב' דונלד. ג' וולפי
- 19 דיפרנציאלים
- 24 העקרב — תת מקלע צ'כוסלובקי חדש
- 25 מכונת העתיד — מגווע בתוך כל גלגל סטיבנסון ביקון משנה מומנט — והתאמתו למנועי
- 31 שריפה פנימית א. רמון
- 36 יותר בטיחות לנהג ולנוסע חנן שבת

מדור אחזקה

- 27 מדוע נהרסים המצברים? ג'ון. ס. סטיל

מכנולוגיה חימושית

- 28 רימונים מאז ועד היום קולונל ג'ים קרוסמן

חדושי המדע

- 38 מנוע חשמלי חדש / מערכת "TOW" במסוקים / שמן משומש להרצת מנועים / ציוד למודים חדש / מיכל דלק חדיש

מעניין ומדעיל

- 39 מצברים חדשים לכלי רכב / הנחית טילי נ"ט בעזרת קרנים אינפרא-אדומות / פיתוחים נוספים במערכת ה"MAW" / מוקש חדיש נ"ט / כלי רכב חדש להצנחה / גלגלי קרביד לעבוד רתכים / מגבי שמשות אחוריים

תמונת השער:
מרכיבים במערכת חשמל של כלי-רכב.

שער אחורי:
תמונה עליונה — אות הכניסה כפי שהוא מוכנס למערכת האבחנה.
תמונה אמצעית — האינפורמציה המתקבלת, בצורת דמות, לאחר עיבוד הנתונים על-ידי גזירה.
תמונה תחתונה — הדמות המתקבלת לאחר פעולות הגזירה והישור.
למטה מימין — תצלום מוגדל מאד של קטע מתוך "ספר בראשית", המודפס על מיקרופילם.

מערכות

בית ההוצאה של
צבא הגנה לישראל

העורך הראשי: אל"מ אלעזר גלילי
סגן העורך הראשי: סא"ל גרשון ריבלין
מרכות המערכת: מרים דרורי
צות המערכת: שרגא גפני

סגן שמואל בולוצקי
אסתר גולדברשט
"מערכות": העורך סא"ל צבי סיני
עורך-משנה: רס"נ ל. מרחב

"מערכות-הפלס": קצין-עריכה רב-סרן ברוך ספיר
"מערכות-ים": קצין-עריכה סרן אלי שחף
"מערכות-שריון": קצין-עריכה רב-סרן מאיר איזנטל

המערכת והמנהלה: הקריה — ת"א, רח' ג' מס. 1, טל. 692237

קצין עריכה — רב-סרן יעקב להט
עורך משנה — סגן צבי פלד



אגרת פרידה

מאת
אלוף עמוס חורב
קצין חימוש ראשי

חיילי חיל החימוש ומפקדיו, עובדים אזרחים!
היום, 30 לאוגוסט 1966, הנני מסיים תפקידי כקצין חימוש ראשי,
לאחר שנתמניתי לתפקיד זה בנובמבר 1954.

שתים עשרה שנות עבודה משותפת בהן בנינו מערך תחזוקתי טכני
לעוצבות הלוחמות של צה"ל. תקופה בה עצבנו דמות של איש חימוש
הגאה ביעודו ומבצע תפקידו באיכות ומסירות.

קבענו סטנדרטים טכניים הן בשלב התכנון והן בבצוע. היינו חלוצי
הבחינה ובקרת האיכות וככאלה השפענו על תחומי תעשייה רבים במדינה.
נתנו תרומתנו בפיתוח כלי לחימה אשר מרביתם מצאו דרכם ליד
הלוחמים. עמדנו במבחן קדש ויכולנו לו.

השגים אלה הינם תוצאה של מאמץ מאוחד, עקשני וממושך של אנשי
החיל, אזרחים, חיילים ומפקדים, סדיר ומלואים.

המשימות העומדות בפניכם הינן רבות וקשות, קיום רוח צוות, רמת
ידע גבוהה ומסירות אין קץ הינם תנאי להשגת המטרה.

היו נשמתו ומצפונו הטכני של צה"ל והיו עצמת צבאנו ובטחון המדינה
שכרכם.



א. חורב

עמוס חורב, אלוף
קצין חימוש ראשי

י"ד אלול תשכ"ו

פקודת יום

מאת

אלוף משנה חיים דומי
קצין חימוש ראשי

מפקדים וחיילי חיל חימוש, מלואים ועובדים אזרחים!

עם כניסתי לתפקיד קצין חימוש ראשי, ברצוני להביע את הוקרתי והערכתי לקצין חימוש
ראשי היוצא. אני יודע שאני מבטא בזאת את רחשי ליבו של כל אחד מכם.

בפיקודו והדרכתו של אלוף עמוס חורב נשאנו יחד במשך שנים בעול האחזקה והפיתוח
של כלי הלחימה של צה"ל. ובשמכם אני מאחל לו הצלחה, סיפוק ועבודה פוריה בתפקידו
החדש.

בשאיפה להשגת הבטחון של המדינה, עלינו לטפח את פיתוח אמצעי הלחימה, לשפר את
הפעלתם והאפשרות לאחזק אותם, לשקוד על רמת עבודה טכנית נאותה ולהמשיך בטיפוח
משאבי כח האדם המקצועיים, אתכם חיילי החיל העומדים ביסוד השינוי בעבר.

חיים דומי
חיים דומי, אל"מ
קצין חימוש ראשי

י"ד אלול תשכ"ו

התקדמות מהירה חלה בפיתוח ציוד חשמלי לכלי-רכב, רבות מעגלים מודפסים ואלקטרוניים; התקנים חדשים ומעניינים בעלי מצב מוצק. כן שוכללו המצברים, האיני-טרומנציה והתאורה.

חידושים במערכת החשמל - בכלי רכב

ליאון גריפיטס

ועלידי כך משיגים מספר יתרונות: חיבורים פשוטים, דגם מושלם וקל להתקנה, צמצום שטח ניכר בעיקר בעומק הלוח. התפתחות אחרונה זו הינה המעגל המודפס הכפיף, שית-רונותיו עולים על אלו של מעגלי לוחות הבידוד הפינוליים הקשיחים, בהם משתמשים למטרות כגון לוחות ומכשירים. היתרון הבולט של המעגל המודפס הכפיף הוא בזה שאפשר לכופפו, לגלגלו או לקפל. לכן אפשר להשתמש בו ביתר קלות בלוחות מחוונים כפי שזה נעשה בלוח המחונים ז"ח הח"דש של חברת "דלקו", או כיחידת תילים, כגון מעגל המחיצה המודפס והכפיף של "לוקס". ההתפתחות הבולטת מכולן היא לוח מחננים מתוצרת תעשיות "Smiths". השיפור הרב במידת קלות ההתקנה לא גרע מן היתרונות החשובים האחרים הנובעים מהשימוש במעגלים מודפסים כפיפים. היתרונות ברורים מדוגמאות אלו. בסוג מעגל זה מקושרים בקביעות המוליכים בעלי עלי נחושת בין שתי שכבות כפיפות של פלסטית-בידוד, כגון שכבת פוליאסטר. במקומות בהם יש צורך לקבוע הדקים או חיבורים אחרים, נשאר שטח המוליך בעל עלה הנחושת חשוף וכך נוצר חיבור נקי וטוב. חיבורים אלה שונים: החל מחיבור עלידי הלחמה, בורג או מהדק קפיצי, וכלה בחיבור של תקע או אפילו מגע ישיר בעזרת המעגל המודפס עם מרכיבים שתוכננו באופן מתאים.

ציור 1: היתרונות של לוח מחוונים ז"ח מתוצרת "דלקו" בעל מעגל מודפס כפיף (ימין) לעומת לוח מחוונים בעל תילים מקובלים (שמאל), נראים בבירור בתמונה

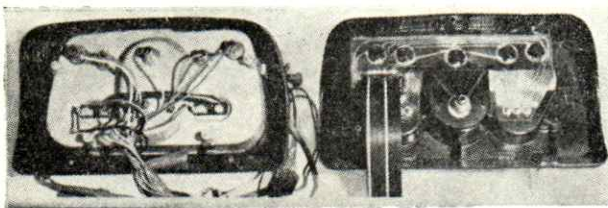
לפנים היתה מערכת החשמל של כלי-הרכב מורכבת מדינמו פשוט, ממצבר וממעגל תאורה. כיום הריהי מערכת מפותחת מאוד, משולבת היטב ומבוקרת בדייקנות ובאפשרותה לספק זרם לא רק להצתה, לתאורה ולהתנעה, אלא גם לפעולות רבות אחרות ההכרחיות לנהיגה בטוחה ולנוחיות הנוסעים. אמינותה ויעילותה אינן פחותות ערך מאלו של מקורות אספקת חשמל ציבוריים, אפילו נביא בחשבון תנאי עבודה הפחות נוחים, הכרוכים בשירות בדרכים.

למרות שהמערכת החדשה מסובכת, הרי הרכבתה והטיפול בה — קלים וזולים יחסית. דבר זה הושג לא רק תודות לפשי-טות תכנונה, אלא בעיקר עלידי הפיתוחים האחרונים בתחום של מעגלים מודפסים. כן הושגה התקדמות רבה בשימוש בהתקנים אלקטרוניים בכלי רכב למטרות רב גוניות. הישגים אלו הביאו לידי צמצום ניכר בממדי המערכת, שיפרו את המבנים המכניים.

התקדמות-מה הושגה בשנה האחרונה בבריטניה ובאירופה בשימוש במערכת אלקטרונית במכוניות ובכלי רכב מסחריים. משערים כי השימוש במערכת זו ילך ויגדל. בשנתיים האחר-רונות חלה התפתחות חשובה בשדה התאורה. פיתוח נורה של יודיד-קוורץ יודיד-טונגסטן להארת הדרך. נורה מסוג זה מספקת עצמת אור כמעט כפולה מזו של הנורה הרגילה. שיפורים בפעולות המצבר הם מסימניהם של דגמים חדשים, והם עתידים לשרת יותר אביזרים הנועדים להגברת הבטיחות והנוחיות של הנסיעה בדרכים.

מעגלים מודפסים ואלקטרוניקה

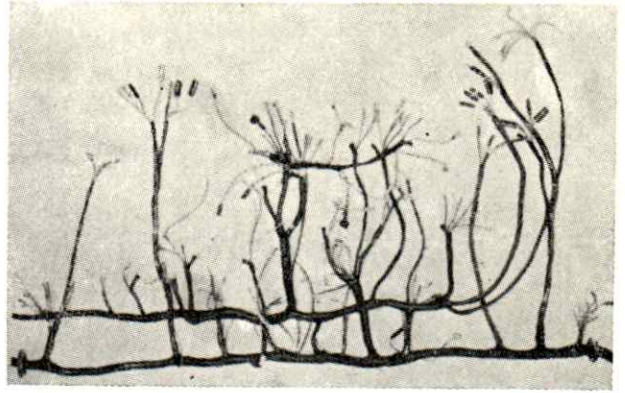
השימוש במעגלים מודפסים, שהוכנס לראשונה בשנת 1961 בדגמים של מדי מהירות אלקטרוניים, הורחב במהירות בשנים שלאחר מכן, והיתה לו השפעה ניכרת על שילוב של מרכי-בים לא פחות מאשר על קלות ההתקנות וצמצום ממדי היחידות. כיום משתמשים בהם בדגמים של לוחות מחוונים,



למטרות רבות בכלי רכב. התקנים בעלי מצב מוצק, כגון דיודות וטרנסיסטורים, שימושם גדל והולך הודות ליעילותם, ממדיהם הנוחים ואמינותם. כאשר הם מופעלים יחד עם מעגל לים מודפסים הם אינם זקוקים לתילול נפרד, ולא רק שהקטינו במידה ניכרת את ממדי המעגל אלא היחידה שנתקבלה היא גם חזקה יותר מבחינה מכנית ועמידה יותר בפני תנודות. שלב מתקדם בצמצום הגודל, ששוקדים עליו עתה בתעשיית האלקטרוניקה הוא מיקרו-אינטגרציה. ידוע כיום כי במידה שהתקנים בעלי מצב מוצק הם חומרים מוליכים למחצה, שנוצרו על-ידי השיפת גבישי מתכת טהורים, כגון גרמניום וסיליקון לאטמוספרות המכילות מידה מסויימת של זוהמה. הרי שעל-ידי כיסוי מתאים של שטח פני הגביש בעת תהליך הינצרות המוליך למחצה, וטיפולים מקצועיים בעלי אופי מיוחד שלאחר מכן, אפשר כיום לייצר שניים או יותר של התקנים מוליכים-למחצה בגביש אחד, כדי להקים מעגל אלקטרוני זעיר, מושלם עם חיבורים אינטגרליים או מסלולים מוליכים. קרוב לנדאי שמעגלים מיקרו-אינטגרציונליים מעין אלה ימצאו את שימושם היעיל בהתקנים חשמליים בכלי-רכב. התקנים בעלי מצב מוצק כבר נמצאים בשימוש נרחב, ליישור זרם ובקרת מתח באלטרנטור, למערכת הצתה אלקטרונית, לבקרת המראה נגד סנזור, למקלטי רדיו, למדי מהירות המנוע ולמערכת אורות חנייה אוטומטית. שימושים חדישים יותר כוללים מנגנוני שעונים, מר סיבובים, מחנני כיוון ואזהרה מבוקרים אוטומטית במכשירים שונים. באמריקה, יוכנסו לשימוש התקנים אלה בעתיד הקרוב על-ידי חברת „מוטורולה“ למחשוי בקרה טרנסיסטוריים למפלסי מים ודלק, ואפילו ללחץ אויר בצמיג. נראה כי בעתיד ייוצרו התקנים לקירור תרמו-חשמלי, הזרקה דלק טרנסיסטורית והתקני מכ"מ נגד-התנגשות ביצור המוני. חברת „מוטורולה“ פיתחה אף מערכות תקשורת ניידות של תדר גבוה מאוד, לשימוש עם יחידות דו-דרכיות ניידות טרנסיסטוריות, הניתנות להשגה מזה זמן מה.

ייצור חשמל

מערכת האלטרנטור במלואה מותקנת כיום כמעט בכל המכוניות האמריקאיות וברכב מסחרי. דוגמה המעידה על שורת אלטרנטורים שאפשר להשיג כיום אצל יצרנים אמריקאים, היא סדרה של „Lecce-Neville“ הכוללת 300 דגמים, ששיעורם הנקוב מ-40 עד 175 אמפר ומחולק לחמישה תחומים. בבריטניה הגדולה ובאירופה הדינמו הוא עדיין מייצר החשמל המקובל יותר בכלי רכב רגילים, אם נוציא מן הכלל את רכב ההובלה האזרחי ורכב לשירות מיוחד. מכל מקום חלה התקדמות בשימוש במערכת האלטרנטור, בעיקר במכוניות יקרות. הדוגמה החדשה ביותר היא הפורד-זודיאק דגם 4. מערכת האלטרנטור דגם „לוקס-AC“ הינה ציוד מקורי המותקן בעשר מכוניות בריטיות נודעות וכן כציוד סטנדרטי בשורת מכוניות-קרון מתוצרת „פורד“. מספר יצרנים של מכוניות מסחריות מציעים את המערכת כציוד לבחירה. מערכת האלטרנטור C.A.V. AC-5 של 12 וולט נמצאת בשימוש במידה הולכת וגדלה בכלי רכב כבדים במיוחד. דוגמאות בולטות לשימוש באלטרנטורים באירופה הן במכוניות: ב.מ.וו. TI-1800, פיאט 1800 ו-2300, דגם פורד של 2 ליטר ודגם „רינו“ או



ציור 2א: רתמת חבור באמצעות תילים

מעגלים מודפסים כפיפים ימצאו ללא ספק שימוש יעיל במעגלים חשמליים בכלי רכב, תוך חסכון ניכר בנפח, במשקל ובזמן הרכבה.

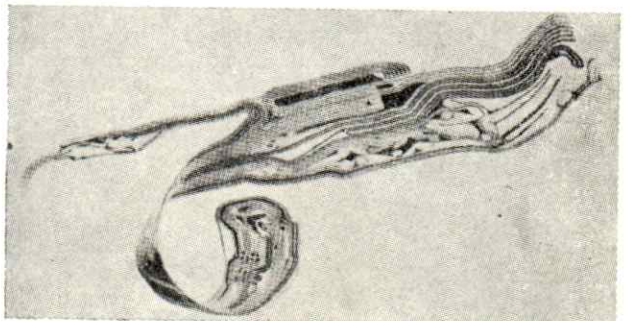
תעשיות מתכת M.B. בפורטסלנד, ססקס, מפרסמות את ההשגה המעניינת שלהלן בין כבל ובין מערכת שכבת-התיל, המיוצרת על ידם והמבוססת על מוליכים שטוחים הנתונים בתוך שכבת פלסטיק דקה. המוליכים חומצנו לפני שהם קושרו בלחץ ובחום אל שכבת הפלסטיק הדקה.

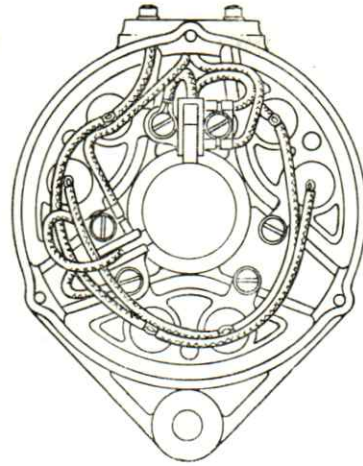
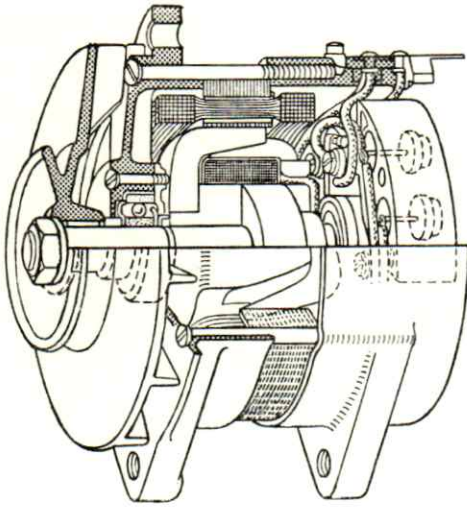
תכונות	כבל רגיל	שכבת תיל
שעור הזרם	3.6 אמפר	7.5 אמפר
חתך המוליך	0.0005 אינץ'	0.0005 אינץ'
טמפרטורת המוליך	+90°C עד -30°C	+200°C עד -240°C
משקל	18 פאונד/רגל	11 פאונד/רגל
התנגדות	16 אוהם/1000 רגל	16.3 אוהם/1000 רגל

לזכות מערכת זו טוענים, שאפשר לצמצם את מחיר עבודת התיל עד 80 אחוז וכי השטח והמשקל מוקטנים עד מחציתם. מערכת שכבת התיל ניתנת להשגה בצורה של מעגל מודפס או כתיל חשמלי רצוף.

התקדמות מהירה חלה גם בשימוש בהתקנים אלקטרוניים

ציור 2ב: מכלל תילים במחיצה — מודפסים בצורה כפיפה, תוצרת חברת „לוקס“





ציור 3: תיאור בחתך, ומבט של קצה אחד, של אלטרנטור דגם „מרלי 101 C.G.A.”

עם הינע ברגי חדש, כדי לספק שילוב חלק יותר של הסבבת ושל טבעת השיניים. חריץ ברגי הסבבת מבטיח שילוב חיובי לפני שמועבר כוח במלואו ומונע ניתוק מוקדם מדי אם המנוע מותנע רק מזמן לזמן. מיכל שמן גדול למדי וקולרים אוטומים שמן, מצויים כדי להבטיח סיכה משופרת.

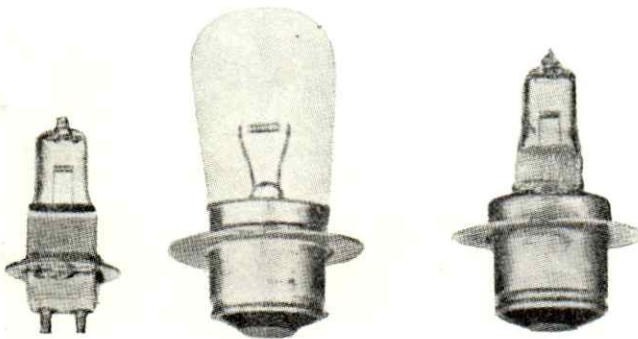
באמריקה יש לאחרונה נטיה להחליף את מערכת המצבר של רכב כבד בעל מנוע דיזל ממערכת של 24 וולט ל-12 וולט. הנסיון עם 3 מכוניות הוכיח שמערכת של 12 וולט הינה אמינה יותר. בעיקר הודות לביטול של המתג הטורי-מקביל המסובך שאמנם הוא הכרחי במערכת של 24 וולט, והודות לשיעור הטעינה הקבוע של המצברים. למרות היעילות הנמוכה במקצת של המתנע 12 וולט לעומת המתנע של 24 וולט נמצא כי ההתנעה משיבת רצון. אחד החסכוניות של המערכת בת 12 וולט הוא זה שמחיר התקנת המערכת הוא גבוה במקצת ביחוד משום שדרושים כבלים כבדים יותר. מצד שני, אורך החיים של נורות תאורה 24 וולט אינו רב במידה כזאת כמו זו של נורות 12 וולט. סבורים, על כל פנים, שהכנסה של נורות 24 וולט מניחות את הדעת, עשויה לבטל את הנטיה ואפילו להרחיב את השימוש במערכת 24 וולט ברכב קל יותר.

„גרנד לוקס”. כן מענין לציין כי הדגמים היפאניים ה„דסטון בלוברד” וה„טיוטה קורונה”, מצוידים באלטרנטורים.

אין ספק שעומסים הולכים וגדלים ותנאי תעבורה צפופים יותר עשויים להביא לשימוש נרחב יותר במערכת האלטרנטור. יש להודות, שהדינמו החדש יבצע את פעולתו ויעמוד כיאות בדרישות הרבות. המכירה הגדלה של מטעני מצברים הינה עדות לכך, שנהגים רבים גילו, שטעינה הנעשית מדי פעם במקום המגורים הכרחית כדי לשמור על מצב המצבר בתקופת החורף.

מבנה האלטרנטורים ערוך בדרך כלל בתבנית מקובלת, הכרז ללת אלטרנטור מקורר על-ידי מאוור עם רוטור אלקטרור מגנטי בעל קוטב רעוף, סטטור דפוף בעל ליפף תלת פזי מוספג ומיישר דיודה עשוי סיליקון — כל אלו נמצאים בין מגני הקצה היצוקים מאלומיניום. הדגמים אופייניים מצד זה של האוקינוס האטלנטי הם האלטרנטור ז"ח דגם 11 של „לוקס” ויחידת המגנטו C.G.A. 101 דגם „מרלי”. שיעור ההספק הנקוב של האלטרנטור גדול בכ-10 אחוזים מהעומס החשמלי המקסימלי של הרכב ומהירות האלטרנטור מכוונת כך, שתוכל לספק כשליש מההספק המקסימלי במהירות סרק. הספק מקסימלי מושג לפיכך בניסיעה של 50 ק"מ לשעה. את בקרת המתח משיגים באמצעות וסת המגעת הרוטטת המקובלת או באמצעות יחידת בקרה, שהינה טרנסיסטורית לגמרי. היתרון של יחידה זו הוא בכך, שאינה דורשת טיפול. למעשה אפשר לסמוך על האלטרנטור ועל יחידת בקרת המתח, שיספקו שירות יעיל כמעט לכל משך חיי כלי-הרכב. דוחות תקופתיים אחרונים של נהגי רכב מארה"ב שעברו אלפים רבים של ק"מ, גילו חסכוניות ממשיים בהוצאות התיקונים של האלטרנטור לעומת מערכת הדינמו. החסכוניות הם תולדה של הגדלת אורך חיי המצבר ומיעוט הטיפולים הדרושים במרכיבים האחרים של המערכת ביחוד בוסת המתח.

ציור 4: (במרכז) נורת B.P.F. סטנדרדית, המוחלפת עתה בנורות חדישות כמו נורת 'ידי-טונגסטן', מאצדה" המצוידת במכסה הדק מאוגן בצורה מוקטנת (שמאל) ואותה נורה אך עם מכסה הדק B.P.F. סטנדרדי

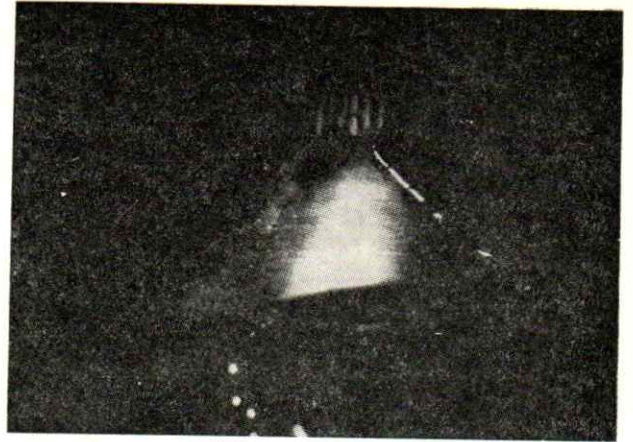


התנעת מנוע

המתנע הוכיח את עצמו ויוצא אפוא ששיפורים או פיתוחים בולטים הם נדירים. בעיות חדשות מתעוררות בעיקר ברכב כבד ובענין זה, הדגם המשופר של „דלקו רמי” האמריקאי, מעורר התענינות. הדגם הזה מצויד במזווג אטום קונצנטרי

2950 מעלות קלווין לנורה המקובלת מביאה לידי אור יותר לבן המעניק יתרון פסיכולוגי בחדות הראיה. משך החיים של נורה 12 וולט הוא כ-350 שעות ובדומה לנורות אחרות מסוג זה השחרת הנורה נמנעת והאור נשאר חזק למשך כל חי הנורה.

יש לציין היענות מהירה לפיתוח של נורת יודיד-טונגסטן על-ידי יצרני פנסי העזר בבריטניה הגדולה. שתי תוספות חדי-שות לסדרת נוטק 777 הם פנסי זרקור „פארלייט” ו„נירלייט” שאורם בצבע ענבר ואשר מצוידים בנורת יודיד-טונגסטן „מאצדה” החדשה. פנס זה בנוי בצורה דקה עם זיו אוני-ברסלי לפנס, למקבע הסריג או המסגרת. החברה הצרפתית „סיביה” הכניסה לשירות לאחרונה דגם לשימוש בערפל, המצויד בנורת יודיד-טונגסטן ובבית-פלדה לא חלידה שצורתו דקה במידה ניכרת. פנס לנהיגה בערפל וזרקור המכילים את



ציור 5: הארת הדרך באמצעות זרקור סטנדרדי מותקן עם נורה B.P.F. מקובלת

פנסים ותאורה

באירופה פיתוח נורת יודיד-טונגסטן מתקדם על-ידי החברות: סיביה, מרשל, ופיליפס. אס.וי.אי. מרשל מציעה כיום פנסי חזית של 5 אינץ' ו-7 אינץ' המכילים בתוכם את נורת יודיד-טונגסטן, נוסף לפנסים הנועדים לנהיגה בערפל ולאור רחוק אשר צוידו בנורה החדשה בשנה האחרונה. כן הוכנסה לשי-רות נורת יודיד-טונגסטן של 6 וולט ואפשר להשיגה בשביל פנסי חזית של אופנועים. גם אמריקה מתענינת במידה גוברת והולכת במקור אור חדש זה.

פיתוח הדש ובולט בבריטניה הגדולה הוא נורת יודיד-טונגסטן „מאצדה” המיוצרת על-ידי חברת לייצור פנסים „אי.אי.אי.” זוהי נורה שהיא קטנה במידה ניכרת במימדיה הכלליים לעומת הנורה המקובלת ובעלת חוט-להט קטן מאוד. באופן כללי, נורה חדשה זו מספקת כמעט כפליים עצמת האור מאשר מספ-קים פנסים בעלי נורות מקובלות. יעילות נורת יודיד-טונגסטן של „מאצדה” היא כ-25 יחידות אור לומן לכל נט, אשר הודות למילוי הגז בלחץ גבוה יותר, מאפשר העמסת נטג' גבוה יותר על חוט הלהט, בנורת „מאצדה”. טמפרטורת הפעולה הגבוהה יותר של חוט הלהט — 3200 מעלות קלווין לעומת

ציור 6: הארת הדרך באמצעות נורת יודיד-טונגסטן חדישה של „מאצדה”. ההבדל במידת ההארה בין הנורה הרגילה (למעלה) ובין נורת „מאצדה” — נראה בבירור



ציור 7: פנס ערפל מתוצרת „הלה מרקורי” מצויד בנורת יודיד-טונגסטן

נורת היודיד-טונגסטן הוכנסו לשירות לא מזמן על-ידי „פאוסטרקארלו” מטורין, איטליה. סימני אופי מיוחדים של פנסים אלה הם שיטת ההתקנה של נורת „פיליפס” 12 וולט ו-55 ואט, המחזירורים הדומוקדים הכפולים ופריסמות זכר-כית מיוחדות. צירוף זה מעניק ביצוע אופטי יוצא מן הכלל, ובמקרה של פנס לנהיגה בערפל פיזור אלומת האור מגיע כמעט ל-180 מעלות. היצרנים טוענים שפנסי „קארלו” אלה בעלי קוטר של 5 אינץ' ועומק של 36 מ”מ כפי הנראה הם הדקים ביותר שיוצרו עד כה.

הנושך הנואמור

בגליון הבא

משפחת ה־AMX

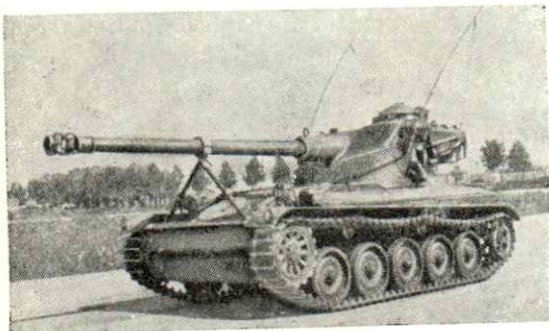
על כוחות יבשה מודרניים, להיות מצויידים בציוד המסוגל לפעול בסביבה גרעינית. דבר זה דורש ניידות רבה, ועם זאת הגנה נאותה בפני השפעות של נשק אטומי. הטנק הקרבי המודרני, ערוך בלי ספק במידה מספקת, לאופי לוחמה חדש זה, הודות למהירותו ולשריונו. אולם ללא קשר למהלך התקדמות תכנונו, זקוק הוא למספר „אביזרים” המסוגלים לספק לו הגנה, סיוע בפעולה ואמצעי טיפול. בצבא הצרפתי, נטלה על עצמה, משימת סיוע זו, משפחה של כלי רכב שהם צאצאים של הטנק „אמקס” בן ה־13 טון. כמה מאות טנקים מסוג זה יוצאו למספר ארצות ובכללן שווייץ, ישראל, ונצואלה, הודו, אוסטרליה והולנד. מאמר זה מתאר את הדגמים השונים של משפחת טנקים זו, כולל את הטנק החדש AMX-30. סדרת הטנקים מיוצרת בבתי-היוצר של DPAI באיסל-ה־מולינו (צרפת).



טנק אמקס 13 טון, דגם 51 נושא טילי SS-11

תכונות: מנוע בנוזל „סופם” של 250 כוח סוס; משקל ריק — 13 טונה; משקל מוכן לקרב — 14.85 טונה; אורך כולל —

טנק אמקס 13 טון, דגם 58



ה„אמקס” 13 (AMX 13) ודגמיו השונים

הדרך הפשוטה ביותר לתאר את משפחת כלי הרכב „אמקס” היא לתאר את דגם-היסוד בפרטות. ולאחר מכן להצביע על התכונות המיוחדות בהן מצטיינים הדגמים השונים. הפעם, נתחיל בתיאור הטנק דגם 51.

הטנק „אמקס” דגם 51

הינו רכב משורין בעל צללית נמוכה, שיריונו יעיל וטנח פעולתו גדול. תפקידו: לחימה נגד-טנקים. הוא מצויד בתותח 75 מ"מ אוטומטי למחצה, היורה כדורים חודרי שריון (מהירות לוע התחלתית 3200 רגל לשנייה), ובפגזי נפיצים או בפגזי עשן (מהירות לוע התחלתית 2,450 רגל לשנייה). סוג אחר של דגם זה חמוש אף בארבעה טילים מונחים מס' 11 (S.S.11), המותקנים בשני צדיו של התותח. (תצלום הדגם מראה רק שניים מבין הטילים המונחים). הטנק דגם 51 מצויד בצריח מסוג FL-10 בעל מהירות סיבוב של 360 מעלות ב־12 שניות. תחום ההגבהה הוא מ־6— מעלות עד +13 מעלות. הצוות מונה שלושה אנשים: מפקד טנק-טען, תותחן ונהג. שלושה פריס-קופים מותקנים לשימוש של הנהג, שמונה פריסקופים, וטלס-קופ המגדיל פי שמונה מותקנים בצריח לשימוש מפקד הטנק, שני פריסקופים נוספים לשימוש של התותחן. הטנק, החמוש בטילים מונחים מס' 11 (S.S.11), מצויד במערכת הנחית טילים אוטומטית, הכוללת התקן כיוון מורכב על הטנק ומחולל אותות. לפעולה בלילה אפשר לצייד את ה„אמקס” דגם 51, בציוד אינפרא-אדום הכולל משקפת נהיגה פריסקופית, שני פנסי נהיגה, התקן פרייטלסקופ וזרקור-כיוון. את טנק ה„אמקס” אפשר להוביל בכביש על גבי מוביל-הטנקים M-19, או במסילת-ברזל על גבי קרון-רכבת.

9.14 מטר; רוחב כולל — 2.4 מטר; גובה כולל 2.2 מטר;
 מרנח קרקע — 41 ס"מ; רוחב העקבה — 2.1 מ' יחס כוח-
 משקל — 16.8 כוח סוס-טונה, טנח פעולה — 340 ק"מ או
 8 שעות בערך; מהירות נסיעה ממוצעת בכביש — 35—45
 קמ"ש; מהירות נסיעה מקסימלית בכביש — 60 קמ"ש;
 רדיוס מפנה 4.3 מ' עם בלמים 6' מ' בדיפרנציאל; שיפוע
 מקסימלי — 60%; מכשול אנכי — 65 ס"מ; חציית תעלות —
 7.7 מ'; עומק צליחה — 71 ס"מ.

ה"אמקס" דגם 58

מצטיין ממש באותן תכונות וביצועים כשל דגם 51. אולם
 תחת צריח דגם F.L.10 מורכב בו צריח דגם F.L.12. ההבדל
 לים העיקריים בין שני הצריחים ניכרים בתוחה ובמתקנים
 להחסנת התחמושת. בצריח מדגם F.L.12 מותקן בתוחה 105
 מ"מ, הנטען אוטומטית ומצויד בבלם לוע דרשלבני. תוחה זה
 יכול לירות כדורים נפיצים או כדורים בעלי מטען חלול
 המיוצבים במעופם על-ידי סחרור. (מהירות לוע התחלתית
 807 מטר לשנייה). מתקני ההחסנה נותנים מקום ל-32 כדורים,
 19 מהם מוחסנים בצריח.

ה"אמקס" דגם 56

ה"אמקס" דגם 56, הוא רכב משורין בעל כושר תמרון גדול.
 יש בו מקום ל-12 חיילים רגלים. מספר כלירכב מסוג זה
 המושים במקלע 12.7 מ"מ. בחזית הרכב מימין מורכבים
 שלושה פריסקופים לשימוש של מפקד היחידה ועשרה חרכים
 בשביל החיילים הרגלים. שלושה פסיקופים מותקנים לשימוש
 הנהג, וששה נוספים בצריחון. נושא הגייסות מצויד גם בצויד
 מיוחד להגנה בפני אבק רדיואקטיבי. קיימים שלושה דגמים
 של נושא-גייסות זה: רכב פיקוד, אמבולנס ו"דחפור". הצוות
 של רכב הפיקוד כולל נהג, מפקד הרכב ושני אלחוטאים
 (נוסף על הקצינים של מוצב הפיקוד). האמבולנס מאויש
 במפקד ונהג, ובו מקומות לשני חובשים, לארבעה פצועים
 הולכים ולשלושה שכובים. ה"דחפור" הינו רכב חילוץ והריסה
 המצויד בכננת גרירה, בזרוע עגורן מתקפלת ובלהב-דחפור.

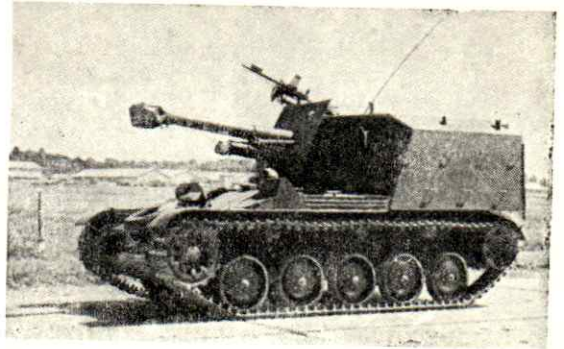
ה"אמקס" דגם 50

עליו מותקן הוביצר 105 מ"מ המורכב על שלדה מתנייעת.
 טנח הפעולה עד 13.8 ק"מ. לתוחה תחום צידוד מוגבל כדי
 18.5 מעלות לכל צד מציר הרכב, תחום ההגבהה הוא מ-6.5—
 מעלות עד +6.6 מעלות. לתא הלחימה ברכב גג פתוח ודלתות
 גדולות מאחור. לצורך הגנה מקומית מצויד הוא בשני מקל-
 עים בני 7.5 מ"מ.

לשימושו של הנהג מצויים שלושה פריסקופים וששה נוספים
 בעמדת מפקד התוחה. הצוות כולל: נהג, מפקד, כוון ושני
 תותחנים.

התכונות העיקריות: משקל קרבי — 15.9 טונה; אורך כולל —
 5 מ' רגל; רוחב כולל — 2.5 מ'; גובה כולל — 2.7 מ';
 מרנח קרקע — 38 ס"מ מלפנים ו-33 ס"מ מאחור; רוחב
 העקבה — 10 ס"מ. ביצועים: טנח פעולה — 320 עד 350 ק"מ
 או 7 שעות בערך; מהירות נסיעה ממוצעת בכביש — 35 עד
 40 קמ"ש; מהירות נסיעה מקסימלית בכביש — 56 קמ"ש.

רכב חדש מסוג דומה, אולם ללא תא לחימה, נמצא היום
 בפיתוח. זהו הוביצר 155 מ"מ המורכב על גבי שלדה מטיפוס



תוחה מתנייע 105 מ"מ

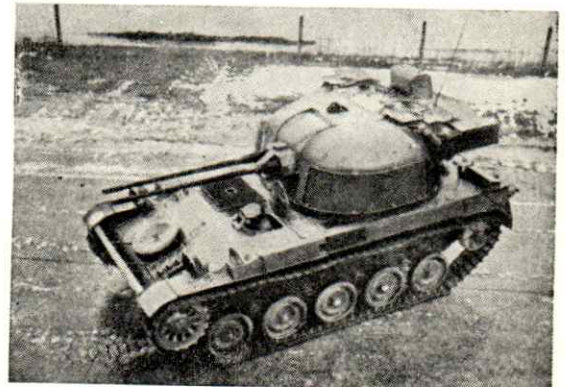


תוחה מתנייע 105 מ"מ בעל צריח מסתובב



נושא גייסות משורין אמקס" דגם 56

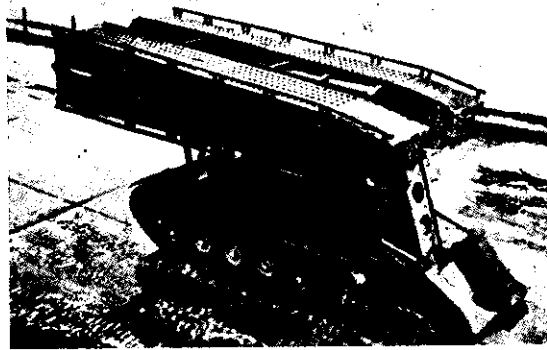
שני תותחי 30 מ"מ נ"מ מותקנים על שלדת אמקס"ט



50 מ' לכושר הגרירה — 15 טון; כושר הרמה — 5 טון). הרכב מצויד בצריחון המכיל מקלע להגנה מקומית. זרקור רב עצמה מותקן על גוף הרכב כדי לסייע לצוות שלושת האנשים לבצע פעולת חילוץ גם בחנאי לילה.



טנק חלוץ אמק"ס דגם 55



טנק גישור אמק"ס דגם 55

21) של ה„אמקס 13“. מצויים בתותח זה קנים בשתי מידות אורך: אחד של 3.4 מ' רגל האחר של 4.4 מ'. השלדה קוצרה במקצת הותקנו מאחור שני מעדרי עגינה למניעת רתיעת הרכב. נמנים על הצוות נהג ומפקד תותח. שאר צוות התותח נישא בכלי רכב נפרד.

פיתוח נוסף שנתקבל מדגם 50 הוא ההוביצר 105 מ"מ, המורכב בצריח. נשק זה נטען אוטומטית. הוא בעל טנח של 14 ק"מ, ותחום הגבהה מ-7— מעלות עד +70 מעלות. הרכב הזחלי נושא גם מקלע נגד מטוסים. הסנק נגד-המטוסים נושא שני תותחים כפולים בני 30 מ"מ. משתמשים בו להגנה על יחידות נידות באוויר הקרב, מפני מטוסים. הצוות מונה שלושה אנשים: נהג ושני אנשים בצריח. לשני התותחים האוטומטיים קצב אש של 20 כדור לשניה. הטנח הוא 2,200 מ' כשהרכב נייח, אולם ניתן לפגוע במטרות קרקע כשהרכב ניד. משתמשים בכוונת מיוחדת לכינון בצירוף מכ"מ לעיקוב מטרות וטיוח.

לטנק-גישור „אמקס“

יש אותה שלדה ואמצעי ההנעה כמו לטנק-חילוץ „אמקס“ והוא מופעל על-ידי שלושה אנשים. המנגנון להנחת הגשר מופעל בדרך הידראולית וכל אמצעי השליטה והבקרה מותר קנים בתוך הרכב. הגשר נמתח על תעלות ומכשולים שרוחבם עד 11.5 מ' וניתן להניחו או להגביהו משני קצות מדרך ששיפועו עד ל-30%. גשר מסוג 30 נוצר על-ידי מפתח גישור יחיד, וגשר מסוג 50 על-ידי שני מפתחי-גישור, הנעולים זה לצד זה. הרכב נחשב בצבא הצרפתי לצידוד ארעי המחכה להכנסתו לשירות של טנק-הגישור „אמקס 30“.

טנק-החילוץ „אמקס“ דגם 55 מצויד בכננת ובכבל שאורכו

טנק AMX-30

נשקו העיקרי של טנק זה, הינו תותח 105 מ"מ. נשקו המשני כולל מקלע מקביל 7.62 מ"מ, ומקלע כבד 20 מ"מ על הצריח. הטנק נושא ציוד אינפרא-אדום, שמורכב משלוש יחידות נפרדות; שני פנסיים ופריסקופ לנהיגה, יחידה אחת שמאפשרת ירי מדויק ביותר עד לטנח של 1100 מ', זרקור ומשקפת שמשמשים לירי בטנח קצר. יש לציין שהצריח מצויד במערכת גילוי קרינה, ברגע שמתגלה קרינה בשטח נאטם הטנק הרמטית והצוות מקבל את האוויר דרך מסננת מיוחדת, משתמשים בשיטת העברת אוויר זה גם בשעת לוחמה בקטריולוגית או כימית.

בטנק ביצעו מספר שיפורים נוספים והם: קנה התותח מצויד במכר שיר נגד התעקמות, הוא יכול לירות פגזים בעלי מטען חלול, המיוצבים בעת מעופם בעזרת סחרור. גם נוחיות הטנק לגבי הצוות שופרה על-ידי הארכת השלדה. הצריח מאפשר למפקד הטנק ראייה פאנורמית.

(ראה גם „מערכות-הימוש“ מס' 14)



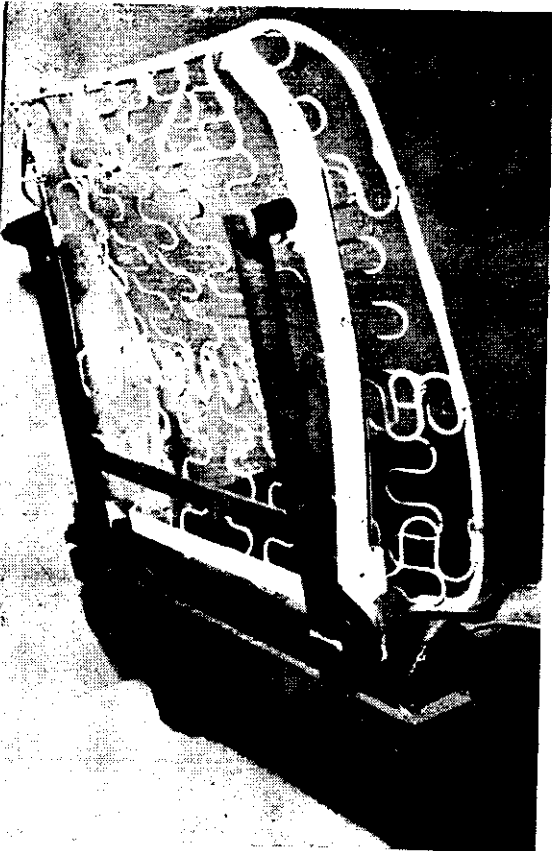
המושב בכלי רכב

חידושים ושיפורים נוספים!

המושב לנהג ולנוסעים הנו אחד הנושאים למחקר ולפתוח במכוני המדע השונים בעולם.
אנו מביאים כאן תמצית מעובדת של מחקר שנערך בשטח זה במכון על שם פלנק, בגרמניה.

חקלאיות. צוידו המושבים בקפיצים ולפעמים בבלמים אנכיים, הרי במכוניות נוסעים, בולם הרפוד הקפיצי רק את התנודות

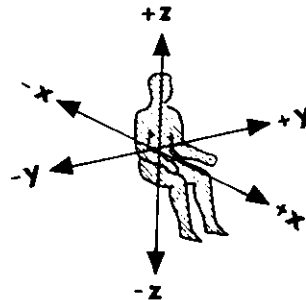
ציור 2: משענת גב המורכבת למושב הנהג באמצעות „גומיות מתכת“ 4



על אף שניכרת התקדמות עצומה בכל הקשור להגדלת נוחיות הנסיעה, נתון עדיין הרכב לתנודות מיכניות המועברות לגוף האדם ואשר כנראה לא נמצאה, עד עתה, כל דרך לרסנון כליל. ברכב נע קיימות תמיד תנודות בצורה סינוסוידלית, או בצורת רטטים, הנגרמים ע"י המנוע מחד גיסא ועל ידי השקעים והבליטות בכבישים מאידך גיסא. כיוון התנודות ברכב הוא בעיקרו אנכי. לפעמים תואמת תדירותן של התנודות את התדירות העצמית של תנודות איברי הגוף, או של הלקי הרכב. התנודות גורמות להרגשה בלתי נעימה בעת הנסיעה ואף למחלות-גב. כדי להפחית עד למינימום האפשרי הוקדשה מחשבה רבה בתכנון המושב, הרכב, המרכב והשלדה, במגמה שהם יקלטו את התנודות.

יש לציין, שבתחום זה הושגה התקדמות ניכרת, אם כי עדיין רחוקה מלהיות משביעת רצון. רוב השיפורים נעשו בכיוון הפחתת תנודות המושב, בקשר למשענת הגב נעשה מעט מאוד.

בעוד שבמכוניות-משא, ברכב כבד לעבודות-עפר ובמכוניות-



ציור 1: מערכת הצירים של התנודות לגבי כיוון הנסיעה

בציור מס' 4 ניתן חתך של התמיכות הגמישות, קוטר הגלילים של „גומי־מתכת” הוא כ־20 מ״מ וארכם — 30 מ״מ, והן מורכבות בניצב לשטח המשענות בשעת ההרכבה. בתנודות אנכיות (בכוון ציר Z) של המשענת, נתונות „גומיות־מתכת” לתזוזה, אולם הלחץ המופעל עליהן בכוון אנכי קטן בהרבה מהלחצים בכוון הנסיעה (בכוון ציר־X). לעומת גמישותה הגדולה של משענת הגב ותזוזתה בכיוון הנסיעה, הרי תזוזתן הקטנה של ה„גומיות־מתכת” כמעט ואינה ניכרת וזאת אפילו במקרים קיצוניים, כגון: בלימה פתאומית או פגיעה מעל בור בליטה בכביש.

„גומיות־מתכת” אלו יכולות לנוע גם בכוון ציר־Y, וגמישותן שווה לזו שבכוון ציר־Z. גמישות זו בכיוון ציר ה־Y היא רצויה, כי היא בולמת את התנודות המעטות המתהוות בכיוון ציר זה. אולם אסור שתנצר אפשרות של נטיה גדולה מדי לצדדים. תזוזה בכיוון Y עלולה להיות מסוכנת בסיבובים חדים, לפי ציור מס' 3 — גם נטיה זו מוגבלת לשני כיוונים על־ידי הגומיות ושני עמודי־התמך. כך גם משיגים בלימה וספיגה ניכרת של התנודות.

נסיעת מבחן

נסויים רבים, שנעשו ברכב שהורכבו בו משענות, הגדילו, כפי שהוסבר לעיל, את נוחיות הנוסעים במידה רבה, וזאת

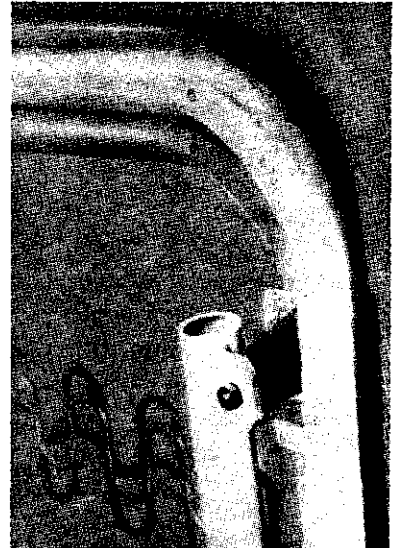


ציור 5: מראה את הנבדק במעבדה — עם מכשירי המדידה

מאחר שהמשענת יכלה לעקוב בקלות אחרי תנודות המושב, גם במקרים של עליות וירידות גדולות של הרכב, כגון, במעבר פסי הרכבת, נבלמת התנודה. הבלימה ניכרת באופן בולט יותר בנסיעה על כביש הטעון תיקון. בתנודות בעלי תדירות גבוהה, אולם בעלי עצמה יחסית קטנה, הנגרמות לעתים בנסיעה על כבישים שאינם חלקים, נבלמות כמעט כליל התנודות האנכיות.

על־ידי הרכבת המשענת עם „גומיות המתכת” מוקטנות התנודות בכיוון שלשת הצירים, אולם במידה לא שווה לגבי כל ציר:

א. בכיוון האנכי (לאורך ציר Z) מסוגלת המשענת לעקב בנקל אחר תנועות החלק העליון של הגוף, כך שחלק מהכוחות המועברים אל גב הנוסע, בצורת מכות לסירוגין, נבלמים, דבר המועיל לנוחיותו של הנוסע.



ציור 3: משענת הגב נתנת לניידות קלה יחסית לגבי המסגרת הראשית של המשענת

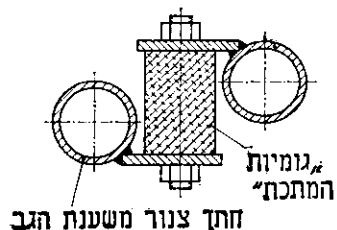
מעל 10 תכיפיות לשניה ויתר התנודות מועברות לגוף האדם. משענות הגב המרופדות בנויות כך, שגמישותן ניכרת למעשה רק בכיוון X (ראה ציור מס' 1).

במושבים קפיציים של רכב כבד וגרורים חקלאיים מוקטנות התנודות האנכיות לא רק באיזור הישיבה אלא גם במשענת הגב. ברכב נוסעים, לעומת זאת, פועלות התנודות האנכיות בכיוון Z, ומועברות מרצפת המכונית למסגרת משענת הגב ומשם ללא מעצור לגב הנהג והנוסעים.

לכן רצוי היה להתקין את משענת הגב בצורה ניידת בכיוון אנכי, כדי שתוכל לעקוב אחרי תנודות המושב, לספוג את מירב התנודות ולמנוע אותן מהנוסע.

מבנה המשענת הקפיצית „סדקס”

ניתן להשיג מטרה זו כאשר משענת הגב אינה קשורה באופן נוקשה למושב התחתון, אלא, על־ידי חיבור של 4 „גומיות־מתכת” הסופגות את הרתיעות (ראה ציור מס' 2). ניכר, שבצורה זו משענת הגב ניתנת לניידות יחסית קלה לגבי המסגרת הראשית של המשענת (ראה ציור מס' 3). המשענת המרופדת שאליה נסמך הגב, יכולה לנוע בצורה אנכית ללא העברת התנודות לגב הנוסע בשעת ירידת הרכב או עליתו לכביש ובנוסף נסיעה על גבי הכביש שלעולם אינו חסר שקעים ובליטות.



ציור 4: חתך צנור משענת הגב, „גומיות־מתכת”

הראשונה מלמטה אין הבדל בצורות עקומות הנהיגה בין רכב אחד למשנהו וכן אין הבדל רב בצורות עקומות התנודות ברצפת המכונית. ניכר שהתנודות המואצות ברצפת המכונית נבלמות על ידי המושב עצמו.

אפשר אולי להבחין בתנודות במושב התחתון, אולם ניכר בבהירות מה רבות התנודות האנכיות ותדירותן בגב שנתמך במושב רגיל, ומה זעומות התנודות המועברות לגב הנוסע במושב „סדקס“. במושב רגיל התנודות מרצפת הנוסעים מועברות לגב הנוסע, בה בשעה שבמשענת הנתמכת ע"י „גומיות המתכת“, התנודות מרוסנות במידה ניכרת, דבר המקנה לנוסע הרגשה נעימה.



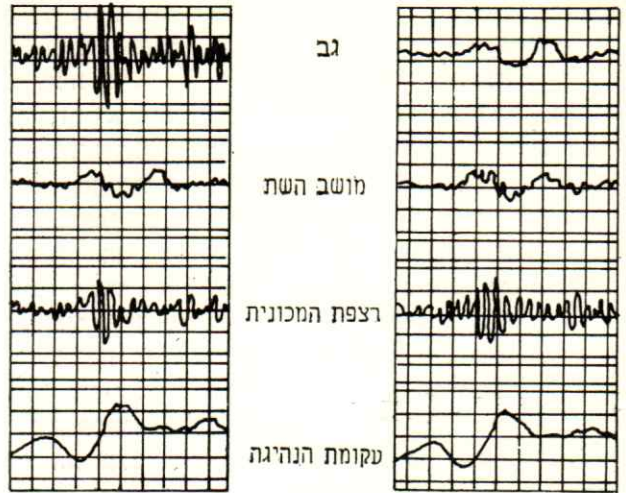
ציור מס' 8 העקומות שנתקבלו בניסוי מכונית בעלת משענת קבועה



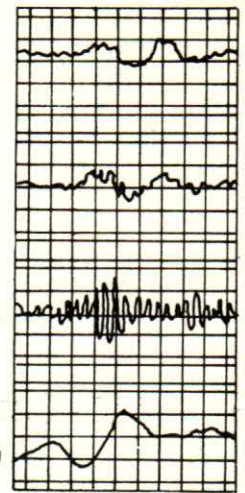
ציור מס' 9 העקומות שנתקבלו בניסוי מכונית בעלת משענת „סדקס“

הניסוי בנסיעה

העקומות שהתקבלו בנסיעה על כביש במהירות של 60-70 קמ"ש הוכיחו בעליל את יתרון המשענת עם „גומיות המתכת“. בציורים מס' 8 ו-9 נתונות העקומות של התנודות שהתקבלו בניסוי במכונית בעלת משענת קבועה וביצורים מס' 10-11 נתונות העקומות שנתקבלו בניסוי מכונית בעלת משענת מסוג „סדקס“.



ציור מס' 6 משענת קבועה



ציור מס' 7 משענת עם „גומיות מתכת“

ב. גם בכיוון ציר Y נמנעים רוב הזעזועים שעלולים להיות מועברים לגב הנוסע.

ג. בכיוון הנסיעה (לאורך ציר X) אין ל„גומיות המתכת“ השפעה ניכרת, מאחר שגמישותן בכיוון זה מועטת, ואינה מורגשת לגבי התזוזה הגדולה של רפוד משענת הגב.

מדידת התנודות

ניתן היה לצפות לתוצאות חיוביות מתכנון המשענת עם „גומיות המתכת“. אולם אף ההרגשה הטובה של הנוסעים שנתנסו במושב „סדקס“ לא הותה סוף פסוק. הדבר הוכח במדידת התנודות. במעבדה ובנסיעה נבדקו התנודות של רכב עם מושב „סדקס“ ומושב רגיל. כדי למנוע שגיאה במדידה, שיכלה לנבוע מהחיכוך בין בגדי הנוסע ורפוד המושב, נעשו המדידות בגב ערום.

מדידות במעבדה

בוצע ניסוי בעזרת התקן מיוחד המסוגל ליצור תנודות עד ל-100 תכיפויות לשניה. לבסיס ההתקן נמסרו התנודות של רכב נוסעים הנוסע במהירות של 40 קמ"ש בכביש רגיל. ציור מס' 5 מראה את הנבדק עם מכשירי הבדיקה. ציור מס' 6 מראה צלום התנודות שהתקבלו מרכב עם משענת קבועה ובציור מס' 7 התנודות מרכב עם משענת „סדקס“. בשורה

תפקיד נכבד בפעילותו האינטלקטואלית של האדם מהוה הלימוד לפי דוגמה. פעוט אשר יראה כמה פעמים חתול או כלב חי, יכיר חיות אלו בציורים. תלמיד אשר יפגש בכמה צורות של כתבי-יד — ידע לקרוא כמעט כל כתבי-יד באותה שפה. סטודנט רפואה לומד לאבחן כל מחלה לפי סימנים בסיסיים של כמה מחלות בלבד. האם ניתן לבנות מכונה המסוגלת לבצע פעולות דומות? או להפך, האם ניתן להשתמש בהישגי הטבע לצרכים בהם אין באפשרותנו לבנות מכונות מתאימות? לשאלות אלו אין תשובה חד משמעית. מעט מהנעשה בשטח מעניין זה נביא במאמר זה.

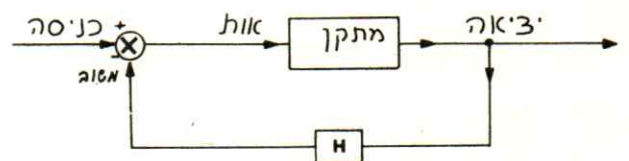
מערכות נורו אלקטרוניות

ערים. ההוג השלישי המכונה הוג הלמידה, מורכב מאלמנט מורה (teacher) שהינו יחידה מבקרת אשר מאמנת את מאבחן הצורה כיצד לבצע איבחון אופטימלי. בציור מס' 2 בו רואים מערכת לומדת בעלת כניסה ויציאה בודדת, המקוזה בנוי ממספר רשתות Gi המחוברות במקביל ואשר לפניהן מחובר מתג רבי-קוטבי. בחירת מצב נעשית על-ידי אות ממאבחן הצורה. מאבחן הצורה מורכב בד"כ משני חלקים: א) גלאי צורה; ב) ממיין. גלאי הצורה „חש“ את משתני המתקן הניתנים לאיבחון, ומתרגמם לחברות „אופיונים“. אופיונים אלו יכולים להיות הערכות של הפרמטרים הדינמיים או משתני המצב (State Variables) של המערכת. הממיין מקשר כל חברת אופיונים עם קטגוריה מסוימת ומפעיל בהתאם לקטגוריה זו את המתג כדי לחבר רשת Gi מתאימה למערכת הבקרה. המורה בוחן את ביצועי המתקן ומכוונן את תחומי הגבול במרחב האר-יפונים של הממיין. כוונון זה מהווה את תהליך הלמידה כפי שהוא מקובל בשטח הבקרה האוטומטית. פעולת הוג הלמידה הוא כלהלן: המורה שולח אותות תגבור אל מאבחן הצורה, אותות תגבור אלו משמשים מעין „פרס“ או „עונש“ בהתאם לביצועי המתקן. אם ביצועי המתקן כנדרש — יהיו האותות פרס; באם ביצועי המתקן חורגים מהנדרש ישמשו האותות כעונש המיועד לשנות את פעולת המערכת כנדרש. ברוב המערכות שהוצעו עד עכשיו, אותות תגבור אלו פועלים על הממיין ולא על הגלאי משום שלפי הטכניקה הידועה כיום קל יותר לפעול על חוקיות המיון מאשר על דרך גלוי אופיוני הצורה. מהאמור לעיל אנו רואים שכאשר דנים במערכות לומדות הירארכיות, כמעט שלא ניתן להכיר בהן את המערכת הלי-נארית הפשוטה אשר מבחינת חשיבותה נמצאת בשלב הנמוך ביותר בסולם ההירארכיה. לכן, כל המכשירים המתמטיים הנמצאים ברשותנו לטיפול במערכות ליניאריות מאבדים את חשיבותם מאחר ואין הם עונים על דרישותנו. מערכת משוב פשוטה היתה מספקת כאשר פרמטרי ה„מתקן“ נשמרו בקרבת תחומי היציבות וההפרעות החיצוניות היו סטציונריות מבחינה סטטיסטית. מערכות משוכללות יותר, בעלות חוגים הסתגלותיים דרשו אף הן אינפורמציה מוקדמת כדי שאפשר יהיה לתכנן

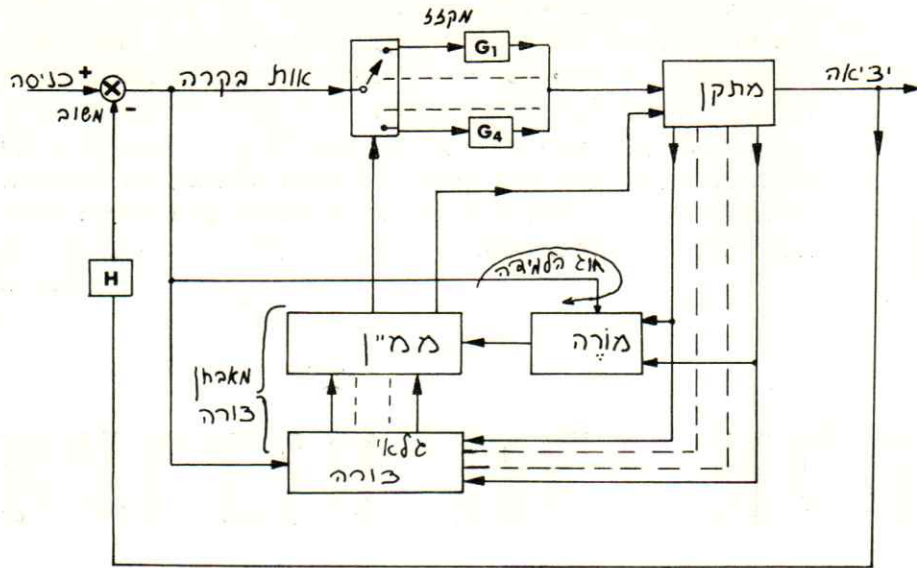
היכולת ללמוד כיצד להבדיל בין צורות שונות, בדומה לכושר חשיבה במושגים מופשטים — נחשבה מאז ומתמיד כנחלתו הבלעדית של השכל האנושי. טבעי על-כן שכאשר הועלתה המחשבה בדבר יצירת „מכונה“ המסוגלת ללמוד להבחין בין צורות שונות — ובעיקר כאשר נגשו לממש בנית מתקן כזה — עורר הדבר ענין רב בקרב רוב האנשים העוסקים בתכנון מערכות קיברנטיות למיניהן. השאלה שנשאלה היתה: איך ניתן להבדיל בין שתי צורות, למשל בין קלסתר פנים של גבר ושל אישה ולסווג אותם לפי שייכותם לאחת הקטגוריות — פני גבר או אישה? בעיה זו מסובכת הרבה יותר מכפי שהיא נראית ממבט ראשון. מהותה מתבטאת בצורך ללמוד ולהכיר מספר מודלים של הדוגמא האמורה אשר מספרם מלכתחילה, מוגבל. הזכרנו כאן את המושג לימוד (Learning) שיחסנו אותו כאחת התכונות של המערכת הנדרשת. בתכונה זו — שונה המערכת עליה אנו רוצים לדבר ממערכת „רגילה“ בעלת חוג אחד של משוב (Feed Back) ראה ציור מס' 1.

מערכת לומדת מהי?

מנקודת השקפה של בקרה מקובל לראות מערכת „לומדת“ כסידור בעל שלושה חוגי משוב, המסודרים בהירארכיה מסור-ימת (ראה ציור מס' 2). החוג הראשון מכיל אלמנט מבקר או מקוזה בעל משוב רגיל. החוג השני, הוא חוג ההסתגלות (Adaptive) המכיל את האלמנט המזהה של המערכת. חוג זה מאבחן צורה או דוגמה והוא אשר מכוונן את המקוזה לפי השתנות הפרמטרים הדינמיים של המתקן לגבי אלו המשו-



ציור מס' 1: סכמה של מערכת בקרה רגילה, פרמטרי המשוב H, קבועים, ואין משתנים במשך הפעולה



ציור מס' 2: סכמה כללית של מערכת בקרה לומדת

את מאבחן הצורה ולהתאימו לי מערכת כולה. מערכות בעלות חוגי למידה מאפשרות התקנת מאבחן צורה "על הקו" ("on line") - כאשר פעולות למידה ובקרה משמרות לסרוגין. יתרון נוסף המתקבל ממערכת למידה הוא שהיא פועלת כתיקונה גם כאשר קורות תקלות בפעולות המרכיבים של מאבחן הצורה. לאחרונה פותחו טכניקות חדשות לשם מציאת פתרון מספק לבניית מערכת לומדת. כל טכניקה מהווה "עולם בפני עצמו".

נציין אחדות מהן:

- א. תורת ההחלטות (Decision theory)
- ב. לוגיקת הסף המודרך (Trainable threshold logic)
- ג. טפוס הרים (Hill climbing)
- ד. שרשרת-מרקוב (Markov chains)
- ה. נציין אחדות מהן: (Sample set construction)

הקושי העיקרי, המתבטא ברבוי הטכניקות שמנינו, הינו בקבלת אינפורמציה מהימנה כפי שקובע אותה מאבחן הצורה. בפרק הבא נדון על אחת השיטות של אבחון צורה.

בהסתכלנו בתופעות העולם החיצוני, אנו נוהגים למיין אותן לקבוצות מסוימות לאו דוקא זהות, אולם בעלות מכנה משותף. קבוצות אלו יכולות להיות שונות זו מרעותה בהרבה בחינות אחרות. למשל, לכל הצורות המופיעות בציור הבא אנו נקרא "אות אלף" למרות השוני הרב ביניהם.



ברור, שביצרנו קבוצה או "אוסף" כזה של אובייקטים, אנו מסגלים לעצמנו את הכושר "להכיר", דהיינו, לשייך לקבוצה מוכרת אובייקט אשר לא נפגשנו בו בעבר. ביצרנו את המושג מהי "אות אלף" על סמך דוגמאות, בד"כ לא רבות מאד של אות זו, אנו מקנים לעצמנו את האפשרות להכיר מספר רב מאוד (תאורטית עד אין סוף) של אקסמפלרים אחרים של אות זו. הדבר אמור לגבי צורות ותופעות אחרות הקיימות בטבע. עם זאת, לא כל אוסף של אובייקטים מאפשר לנו על-ידי הכרת חלק לא גדול של אוסף זה, להכיר לפיו מספר כל שהוא של נציגיו שאינם ידועים לנו למפגע. למשל: תצלומי קוראי "מערכת-חימוש" מהווים אוסף מסוים, אולם לפי עשרים תצלומים של קוראי העתון אי אפשר לקבוע אם התצלום העשירי ואחד הוא של אחד מקוראי העתון אם לאו. אוסף כזה של אובייקטים אשר לפי מספר סופי של אובייקטים השייכים אליו נתן להכיר כל אובייקט אחר באם הוא משתייך לאוסף זה נקרא דוגמא או דפוס (Pattern). "כדוגמאות"

לפי הגדרתנו יכולים להחשב: הספרה 5; האות א; הציורים של ון גוך וכו'.

הגדרת מושג הדוגמא מאפשרת לנו לא לזכור את כל האובייקטים הבודדים השייכים לאוסף מסויים על מנת שנוכל לשייך או לא לשייך, אובייקט לא מוכר לאותו אוסף, אלא שהכרת אובייקט חדש חלה בלי השוואתו אל כל אחד מה קודמים לו. כפי הנראה בהכרתנו אנו יוצרים לעצמנו מין "דוגמא" של תופעות מסוימות אשר מאפשרת לנו מיון של אין סוף אובייקטים ע"י הכרה של חלק מהם בלבד. לתופעה זו יש חשיבות מכרעת באבחון תופעות של העולם החיצון ומאפשרת לנו מצד אחד לנצל ביתר יעילות את זכרוננו ומצד שני ללמוד מהנסיון שנרכש (יצירת דוגמאות). בלי היכולת הנזכרת של קבוץ אובייקטים לדוגמאות היינו מוצאים עצמנו עומדים תוהים בפני כל תופעה חדשה שלא הכרנו קודם היות ואף אחת מהתופעות החדשות אינה יכולה להיות העתק מדויק של איזו שהיא תופעה קודמת. למשל: לא היינו מסוגלים לקרוא כתב יד של מישוהו (אפילו לא שלנו) וכד'.

מעצם הגדרת מושג הדוגמא לעיל, קודם תהליך הלמידה לתהליך ההכרה של אובייקטים חדשים. בתהליך למידה זה אנו מכירים מספר אובייקטים שמובאים לידיעתנו ע"י מישוהו מנוסה - הרי הוא המורה שלנו, אשר אומר לנו לאיזו קבוצה שייך כל אובייקט.

התכונה האופינית של הדוגמא לפי הגדרתנו היא האובייקטיביות שלה: אנשים הלומדים קרוא וכתוב אצל מורים שונים מסוגלים לקרוא אותם ספרים ומבינים איש את כתב רעהו, למרות אובייקטיביות זו, גבולות הדוגמאות לא יהיו כל כך ברורים כמו במקרה הבא.

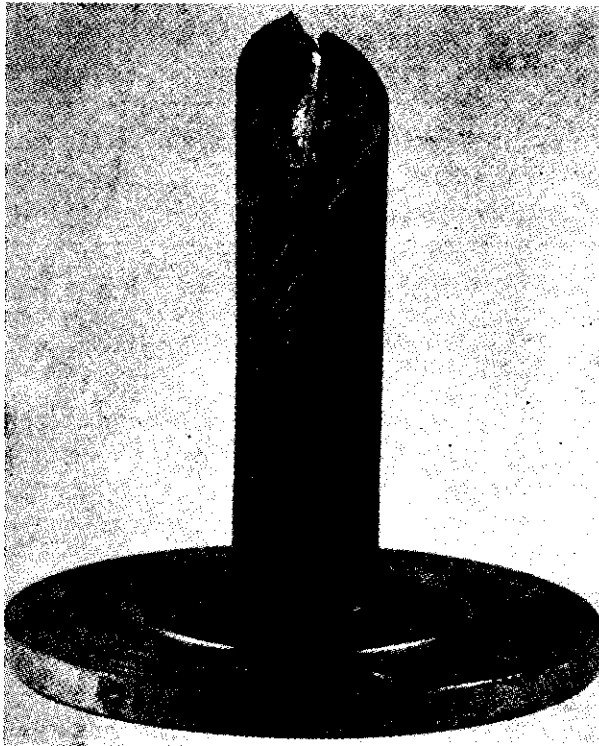
בציור זה ארבע הספרות השמאליות הן, לכל הדעות שייכות



התעייפות

כוחות

חלק ב'



סוגי העמסה

דונלד ג' וולפי

חמישה סוגי העמסה. — צירית, כפיפה, פיתול, גזירה ישירה, ומגע — פועלים לחוד ויחדיו בגרימת התעייפות מרכיבים מאומצים. הבנה בהשפעת העמסה, מסייעת ברוב המקרים בשעת ניתוח השברים כדי לקבוע סיבות ההתעייפות. כדי להפחית את אפשרויות ההתעייפות עורכות רוב החברות בחינות יצור נרחבות כחלק מפיתוחים הנדסיים. הבחינה קשה מאוד, מתוך מטרה לגלות „חוליות חלשות“ בתיכנון. על המהנדסים מוטל לבדוק מה מידת ההתעייפות, ולקבוע איזה ההעמסות גורמות לכך. מסיבה זו, הבנת תפקידן של ההעמסות בגרימת שברים, חיוני לשם ניתוח התעייפות.

גזירה ומאמצים נורמליים מושפעים באופן שונה על-ידי ריכוזי מאמצים. יש צורך שלמהנדס יהיה ידע בקשר ליחסי מאמץ ניצב (σ) מאמץ גזירה (γ) רגילים, והמאמצים העיקריים לסוגי העמסה שונים. כל סוג העמסה גורם לחלוקת מאמץ האופיינית לו. הידע בתופעה זו חשוב מאוד משום שהוא מדריך את הפעלתם הנכונה של תהליכי חיזוק שטח הפנים (שימוש לא נכון עלול לגרום לשברים בלתי צפויים). כפי שצוין גם קודם, תכונות השבר קשורות במישרין לצורת ההעמסה.

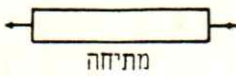
השפעת העמסה (Impact)

רוב השברים הם פשוט תוצאה מהעמסת יתר, כלומר, העומס הגורם לשבר, מפותח בעיקר על-ידי כוחות התמדה. למרות שלקצב העיוות המוגבר עלולה להיות השפעה מסוימת, הרי שברים (Impact) אמיתיים נגרמים על-ידי יחסי העמסה גבר הים מאוד. בכל אופן, תנאים אלה הם מאוד נדירים בציד אוטומוטיבי משום שחלקים מתכתיים, שהם גמישים באופן פנימי נוטים לספוג חלק מההלם, וכך מרככים את ההעמסה. אין זה יוצא מן הכלל שמופעלים עומסי יתר על מבנים, שהם

במאמר הקודם (מערכות חימוש 23 יולי 1966) תואר בקצרה השימוש בתיאורית גזירה מקסימלית, כדי להבין את היחסים שבין — מאמץ וכוח. במתכות רקיעות, מתאימה תיאורית כוח העיוות לתוצאות הנראות.

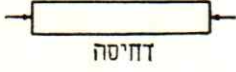
חמישה סוגי העמסה

באופן יסודי, כפי שמסבירה טבלה 1, קיימים חמישה סוגי העמסה: צירית, כפיפה, פיתול, גזירה ישירה ומגע. העמסה צירית הינה הפעלת העמסה לאורך הקו המרכזי של החלק. העמסת כפיפה, נוצרת על-ידי מספר כוחות המופעלים בבת אחת על הקו המרכזי: התנגדות להעמסה מסופקת על-ידי החלק עצמו. העמסה פיתולית נוצרת עקב הפעלת זוג-כוחות במישור ניצב לקו המרכזי. העמסות גזירה ישירה הן כוחות הנוטים לגרום מאמץ בין מישורים מקבילים הקשורים זה בזה. העמסות מגע הן כוחות לחיצה ניצבים וכוחות התחלקות בין שני שטחים. למעשה, מתרחשים צירופים של סוגי העמסות אלה, ומכנים אותם העמסות „מורכבות“. כל סוגי העמסה אלה גורמים למאמצים נורמליים ולמאמצי גזירה שיש לאזן אותם על-ידי כוחות הגזירה והקוהזיביים של החומר, משום שמאמצי



העמסה צירית

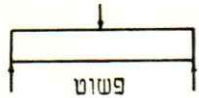
מאמץ ניצב ראשי (σ) = $\sqrt{3}$



מאמץ גזירה מקסימלי (τ) חלוקת המאמץ על שטח החתך אחיד
 דוגמה: דגימות צילינדריות לניסוי מתיחה צירית, עבותות הרמה



מאמצי כפיפה מאמץ ניצב ראשי (σ) = $\sqrt{3}$



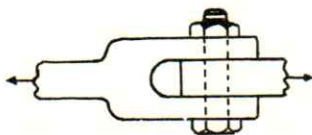
מאמץ גזירה מקסימלי (τ) חלוקת המאמץ בשטח החתך (שניצב למאמץ הראשי המקסימום) משתנה מהמקסימום על פני השטח למינימום, בציר הנייטרלי
 דוגמה: בטיס השן של גלגלי שיניים; קורות



פיתול

מאמץ ניצב ראשי (σ) = 1

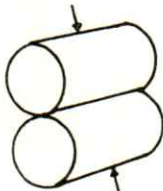
מאמץ גזירה מקסימלי (τ) חלוקת המאמץ בשטח החתך (הניצב לציר בפיתול) משתנה ממקסימום בפני השטח למינימום — בציר הנייטרלי
 דוגמה: ציר טרן מסוג צפ מלא; סלילי קפיץ



גזירה ישירה

מאמץ ניצב ראשי (σ) = 1

מאמץ גזירה מקסימלי (τ) חלוקת המאמץ בשטח החתך אחיד
 דוגמה: מסמרות, ברגים



מאמץ מעיכה היחס של מאמץ ניצב ראשי (σ) למאמץ גזירה מקסימלי (τ) משתנה. חלוקת המאמץ בשטח החתך (ניצב למאמץ ראשי נורמלי בשטח המגע). משתנה עם העומק וכיוון הכוח
 דוגמה: גלילי מיסבים, גלגלי שיניים

טבלה מס' 1

שברי התעייפות, יכולים הם להיות גורם חשוב. הסוג הפשוט ביותר, הוא שבר שנגרם על-ידי הפעלת עומס יתר. שברים כאלה מתרחשים במאמצים גבוהים על-ידי גזירה, התפצלות או צירוף שני הסוגים.

הסיבות לשברים פריכים

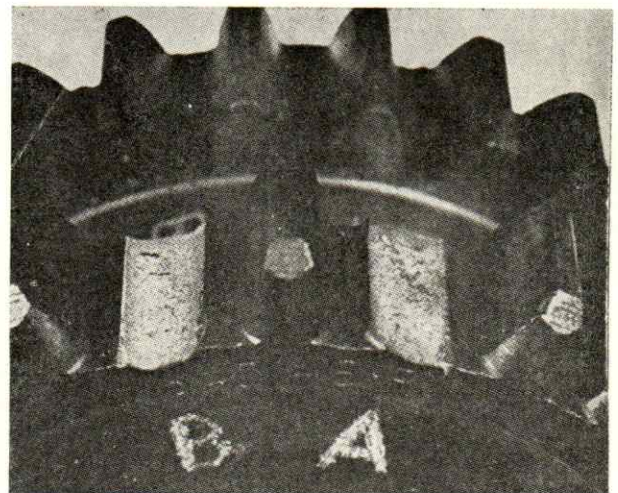
בסוגי מבנים מסוימים (ביחוד הרכבות פלדה מרותכות כגון כלי לחץ, קורות מיוחדות ומיכלים), יש להתחשב באפשרות של שבר פריך בחומר שהוא בדרך כלל רקיע. שבר חמור עלול להתרחש באופן מידי כשהעומס המופעל הוא מועט או אפסי. לשברים פריכים במאמצים נמוכים מספר תכונות משותפות: הם כמעט תמיד קשורים בסדק, פגם ריתוך, חרק או כל אירציפיות אחרת בחוזק, העלולה להראות רקיעות רבה בניסוי המתיחה המקובל. הם מתרחשים בטמפרטורות נמוכות יחסית וגדלים במהירות גבוהה (מהירות הקול בתוך החומר הנגוע). הם מתפתחים בדרך כלל בתנאי העמסה ריתוך או כל אירציפיות אחרות). על החומר להיות פריך

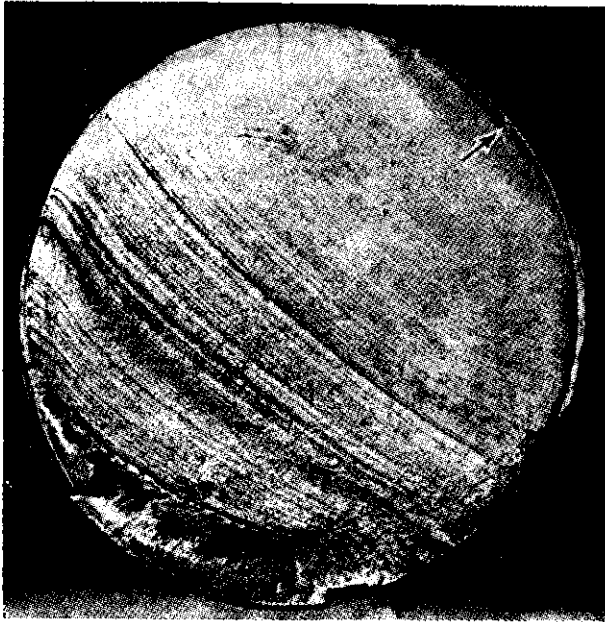
באופן יחסי לא גמישים. למשל, גלגל שיניים הנראה בצירור 1 הוא בעל שתי שיניים שבורות. שן A התעייפה בעת שירותה, ואילו שן B נשברה במעבדה בניסוי עומס יתר. שטחי הפנים של השברים מצביעים על שבר התפצלות. הדמיון במראהן מגלה כי עומס יתר גבוה גרם גם לכך שהשן A תשבר. צורה נוספת של שבר (Impact) היא בקיעה. כשפינות חלקים בעלי שטחי פנים קשים ופריכים מוכים או מועמסים שוב ושוב על-ידי מרכיבים אחרים בעלי שטחי פנים קשים, נוצרת בחלקים הנטיה להישבר לרסיסים, כמו שזנכוכית מתנפצת לרסיסים. דבר זה מתרחש לפעמים בשיני גלגלי שיניים, בשטחי המגע או במקומות בהם קצוות השיניים דקים מאוד.

השפעות העמסה יחידה

אנו משתמשים במונח „העמסה יחידה“ במקרה של הפעלת עומס במהירות פחותה מזו הדרושה כדי לגרום לשבר, בטמפרטורה נמוכה מזו שבה חשובה הוחילה. עומס יחיד יתר על המידה עלול לגרום גם לשברים פריכים וגם לשברים פלסטיים. במקרים רבים שברים פריכים בחומר שהוא בדרך כלל בר ויקוע הם רציניים. שברים חמורים עלולים להינצר במאמצים פחותים בהרבה מהמאץ המתוכנן. שברים פלאסטיים, מראים מצד שני, דרגות משתנות של עיוות פלאסטי עוד לפני התחלת השבר ומתרחשים במאמצים גבוהים. היחס שבין המאמץ לחזק, בתנאים המעורבים, קובע אם יתרחש שבר פריך או פלאסטי. כדי שיתהווה שבר פלאסטי, על מאמץ הגזירה המקסימלי ($\gamma \max$) לעבור את חוזק הגזירה של החומר, לפני שהמאמץ הניצב ($\sigma \max$) עובר את חוזק הקוהזיה. ולהיפך, לשבר פריך, על המאמץ הניצב המקסימלי ($\sigma \max$) לעבור את חוזק הקוהזיה של החומר. לפני שמאמץ הגזירה ($\gamma \max$) עובר את חוזק הגזירה. כללים פשוטים אלה נוגעים לכל סוגי העמסה וצירופיה. לרוע המזל, נמצאות עדיין שיטות הנסיון למדידת חוזק הקוהזיה של חומר רקיע, בשלבי התפתחות; לכן אין למתכנן כל ערכים מעשיים לשם התבססות. למרות ששברים מעומס יחיד, הם תופעה נדירה יותר במכונות, מאשר

צירור 1: בתמונה נראה גלגל שיניים בעל שתי שיניים שבורות, השן A, נשברה תוך עבודת הגלגל, והשן B, נשברה על-ידי מכה חזקה בעת ניסוי במעבדה. הדמיון בשטחי פני השברים מראים כי השן A, נשברה על-ידי עומס שהופעל בפתאומיות





צילור 4: נוכחות „סימני חוף“ (סימנים הנראים כסימן הנוחר על חוף הים לאחר נסיגת המים) מציינים בדרך כלל שהשבר נגרם עליידי התעיפות. בתמונה זו התחיל השבר באי רציפות

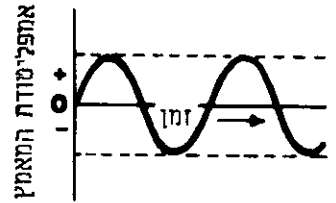
בנקודת ריכוז המאמץ המקסימלי. מאמץ זה עלול להיות צירוף של מאמץ מופעל ומאמץ שיורי.

צילור 2 מראה שבר פריך בציר הקדמי של טרקטור. הניסוי נערך בתנאי מזג אויר קר על „כביש עינוריים“ מלא תחתיתם. עומס כבד היה תלוי בחלקו הקדמי של הטרקטור והגדיל בכך את העומס על הציר הקדמי. המאמץ בציר היה כה גבוה, עד שקיר הצינור מסביב לפתח הגישה אל פיטמת הגירוף, התעוות, דבר המצביע על מאמצים גדולים יותר מחוזק הכניעה. על כל פנים, לא התחיל באיזור בעל המאמץ הגבוה ביותר. ההסבר: בחלק הקדמי של הטרקטור, במקום שהציר הצינורי מתחבר לצינור היד ליד הציר הניוטרילי היה פגם ריתוך. הקשיים שבניסוי גרמו לפגם זה להתחיל להיסדק, פעולה שהתרחשה במהירות עצומה לרוחב צד המתיחה, או החלק התחתון של הציר, אל הרתך שמאחור. הטרקטור, התמוטט כמובן על הכביש, תוך שהוא כופף ושובר את הצד העליון של הציר. בשבר שטחי זה נראית גם התנהגות פריכה וגם התארכות פלאסטית. הצד התחתון נשבר בשבר התעיפות פריך, כפי שנראה עליידי חוסר העיוות ונוכחות סימני אידרות המצביעות על פגם הרתך. הצד העליון התעוות באופן פלאסטי, ונשבר בצורה פלאסטית. מכאן ששבר פלאסטי או שבר פריך עלולים להינצר במתכת רקיעה, בהתאם למבנה וסוג העמסתה.

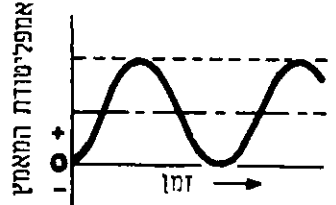
שברי התעיפות

90% מכל השברים במכונות, הם שברי התעיפות. שברים כאלה מתפתחים לאחר מספר העמסות. כל אחת במידה שאינה מספקת כדי לגרום לשבר במחזור העמסה אחד. העמסות התעיפות מתרחשות בשלוש הדרכים העיקריות הנר" אות בצילור 3, למרות שיש שינויים רבים. קודם כל קיימת העמסה בה מאמצי מתיחה ולחיצה, או גזירה מאותו סדר

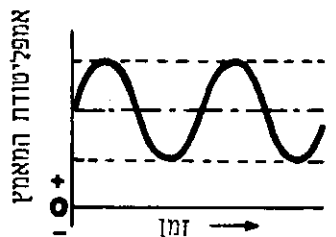
צילור 3: תנאי העמסת הת" עייפות יסודיים, כוללים העמסה הפוכה



העמסה לא ישירה



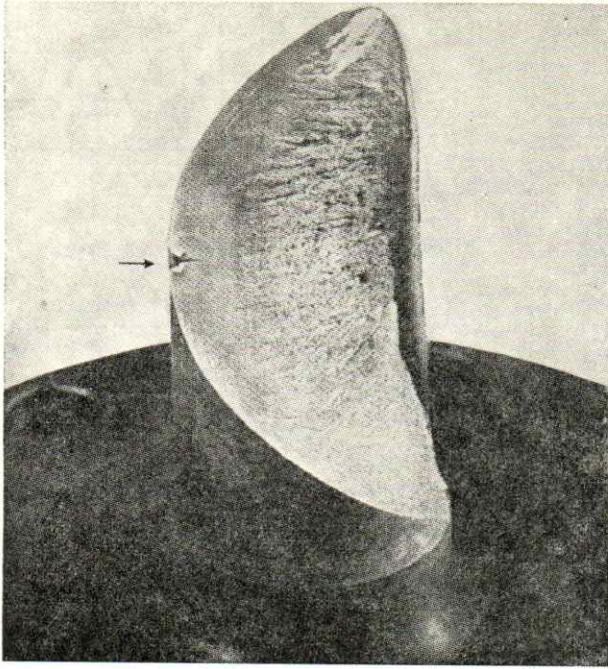
העמסה לא מכוונת, עם עומס מוקדם



רגילים, או בתנאי העמסה היוצרים מאמצים נמוכים מאלה המשמשים לתיכנון המבנה. כדי שיתרחש שבר פריך חמור צריכים להופיע ריכוזי מאמץ (כגון פגמים, סדקים, פגמי רתוך או כל אי רציפיות אחרות). על החומר להיות פריך בטמפרטורת עבודה בתנאי מאמץ המוטלים עליידי הפגם: המאמץ חייב להיות גדול דיו כדי ליצור עיוות פלאסטי

צילור 2: שבר הפריכות בגל הקדמי של טרקטור התחיל בפגם הרתך שמשומן בחץ, והתקדם לאורך הקטע התחתון במחת, כשהגל התעיף נשבר החלק העליון בצורה פלסטית

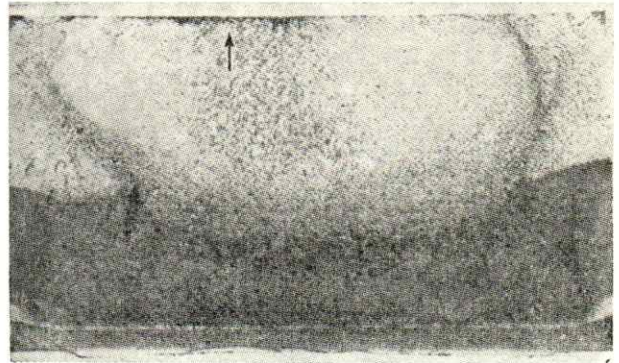




ציור 6: בגל הציר החזל השבר בהתעייפות גזירה, התקדם בהתעייפות משיכה, ונסתיים בסופו של דבר, בשבר פריכות בעומס פיתול

קשות, יוצר אי־רציפויות מיקרוסקופיות המתפתחות בסופו של דבר לסדקים. סדקים אלה מתרחבים בדרך כלל בהשפעת מאמצי משיכה, אולם גם מאמצי גזירה גורמים לעתים להרחבת הסדקים. למרות שדרגת הנזק שמתרחש על־ידי התחלת גזירה, משתנה רבות וקשה לחקור אותה, לפעמים מראים שברי התעייפות שטחים של התחלת גזירה, בכירור. שברי התעייפות נחשבים לעתים קרובות כמצביעים על חומר פריך, משום שהם חסרים בדרך כלל עיוות נראה לעין, ומכוונים בצורה דומה לשברים פריכים. לכן חשוב מאוד לזהות שבר התעייפות ולהתחשב ביחסו אל מקור מאמץ הגזירה ובגידול מאמץ המשיכה או הגזירה שלו. ציור 6 מראה גל ציר צף מלא ובו שבר התעייפות בפיתול הפוך. מציין את התחלת הסדק והתקדמותו בהתעייפות גזירה, את הגידול שבא לאחריו בהתעייפות משיכה, ובסופו של דבר שבר משיכה פריך בהעמסה פיתול יחידה.

גודל, מתחלפים. (דוגמה: ציר מסתובב בעומס מכופף). שנית, ישנה העמסה חד־כיוונית, בה העומסים משתנים מאפס עד למאמץ מקסימלי, במתיחה, בלחיצה או בגזירה. (דוגמה: גלגל שיניים) בדרך השלישית מצטרפת העמסה חד־כיוונית להעמסה מוקדמת. בזה נכללת העמסה של המאמץ ממנימום עד למקסימום בלי שיגיע לאפס. (דוגמה: לולב הטלטל). בגלל טבעה המתפתח של התעייפות, נוצרים סימנים הדומים למתאר חוף ים, על שטח השבר לעתים קרובות. ציור 4 מראה שבר התעייפות כופפת של ציר מוברג גדול: חץ מציין את מקור השבר. סימני חוף (הסימנים הנותרים לאחר נסיגת המים) מראים כי השבר התקדם כמעט לרוחב הקטע, לפני ההפרדה הסופית. בנוכחותם, מספקים סימנים אלה, לעתים קרובות, נתונים רבים הכוללים נקודות או נקודות מקור ההתעייפות. צפיפות ההעמסה היחסית ומערכת המאמץ. עם זאת, לא תמיד מראים שברי התעייפות סימנים ברורים אלה. כתוצאה מכך לא זוהו עדיין כהלכה שברי התעייפות רבים במרכיבים בעלי מתכות בעלות חוזק גבוה. ציור 5, לדוגמה, מראה את השבר



ציור 5: לפעמים, שברי התעייפות לא מפתחים סימני חוף ברורים, כאן אנו רואים שבר התעייפות במוט הנפה שנשבר לאחר בחינה ב־250,000 מחזורים, בניסוי במעבדה

של מוט־הנפה שעבר בחינת התעייפות במעבדה ב־250,000 מחזורים. השטח החלק והבהיר מציין את מקור ההתעייפות. למרות שסימני חוף עלולים להיות בלתי נראים לעין, אפשר לגלותם לעתים, בעזרת בדיקה במיקרוסקופ. שברי התעייפות מתחילים בגזירה על־ידי מנגנון הכולל הת-

- א. שום נתונים על אופי הדוגמאות לא מוכנסים למפרע.
- ב. במהלך הלמידה מוצגים למבחן מספר אוביקטים המש־תייכים לדוגמאות השונות ומובחר למבחן לאיזה דוגמה שייך כל אוביקט.
- ד. המבחן מעבד באופן אוטומטי את האינפורמציה המת־קבלת ובעקבות זאת:
- ד. מבחן באמינות מספקת שייכותו של כל אוביקט חדש לאיזו דוגמה הוא שייך.

- המשך המאמר בגליון הבא -

מערכות נורו אלקטרוניות

- המשך מעמ' 14 -

לספרה המש. חמש הספרות הימניות הן שלשות. שתי הספרות האמצעיות קשה לקבוע בנדאות את שייכותן.

בכל מקרה של ספק גבולי כזה השייכות נקבעת לפי הכרעת הרוב. למשל: היינו שואלים אלף איש לדעתם ולפי הרוב קובעים באם זו ספרה שלוש או חמש. נסכם את דרישותינו למבחן הדוגמא אותו רוצים לבנות:

דיפרנציאליים

וכיצד הם פועלים

סקירת הסוגים השונים.

תאר לעצמך שהנך המתכנן של כלי הרכב הראשון בעולם הממונע מכנית. יום אחד, נכנס לבית המלאכה שלך מכר מלומד במדעי הטבע. בראותו כי בכוננתך לחבר את ההינע לשני אופנים, המחברים יחד בעזרת גל זה בצד זה, אל המנוע העשוי מלאכת מחשבת, הוא מתבונן במבנה ושואל „בתמימות“ „אה, אבל מה יקרה כשהמערכת שלך תפנה במפנה? אז הרי יהיה על אופן אחד להסתובב מהר יותר מהשני ואם הם מחוברים יחד, הדבר לא יתכן“. לאחר התקפה של דכאון עמוק אתה מתאושש לבסוף ומגיע למסקנה, שהחלקה קטנה לא תשנה כבר הרבה. עובדה קיימת היא, שכאשר מכונית פונה, על הגלגלים החיצוניים לעבור דרך ארוכה יותר. כשהאופנים אינם מונעים אין הבעיה מתעוררת. מאחר שהאופנים חפשיים לבחור לעצמם את המהירות המתאימה. אולם אם הגלגלים המונעים מחוברים באופן ישיר, הם יהליקו כל פעם שנבצע פניה. הדבר יביא לאחיות כביש גרועה בשעת ביצוע פניות מתונות במהירות גבוהה, ויגרור לשחיקת הצמיגים בשעת ביצוע פניות חדות במהירות נמוכה. לפני שניגש להכרת אותו מכשיר מופלא הפותר בעיות אלה, נתעכב במקצת בענין האופנים והפניות. נשכח לרגע את זווית ההחלקה ונחשוב על מכונית הנוסעת בדרך סיבובית (ציור 1). למכונית כזו מהירות ממוצעת V לאורך קשת העוברת דרך מרכזה, קשת זו מהווה בדיוק את חצי הדרך שבין הקשתות שמבצעים האופנים החיצוניים. לכן, לאופן החיצוני דרושה מהירות $V+v$ ולאופן הפנימי דרושה מהירות $V-v$. פירושו של דבר, שהאופן החיצוני מסתובב מהר יותר מהמהירות הממוצעת של הרכב, באותה מידה שהאופן הפנימי מסתובב לאט יותר.

כעת נעבור אל המנגנון המאפשר לגלגלים המונעים לבצע את הסיבובים הנכונים. מנגנון זה נקרא „דיפרנציאל“ והסיבה לכך תובהר להלן. דיפרנציאל הוא גוף שאפשר לשחק בו שעות ארוכות, לסובב את כל התמסורות והגלגלים המצויים בו, מבלי להתקרב כלל וכלל להבנת דרך פעולתו. יתכן שהקושי בהבנת פעולת הדיפרנציאל סיבתו בכך, שהדיפרנציאל מבצע פעולות שונות: פעולה אחת — חלוקת הפיתול, והשניה — הגדלת המהירות או הקטנתה. תחילה נבדוק את הפעולה השניה, דהיינו, הגדלת המהירות או הקטנתה. כיום מצוידות כמעט כל המכוניות בדיפרנציאל מהסוג הנראה בציור 2. סבבת המורכבת על הגלגל המניע, משתלבת בגלגל העטרה. אל גלגל העטרה מחוץ

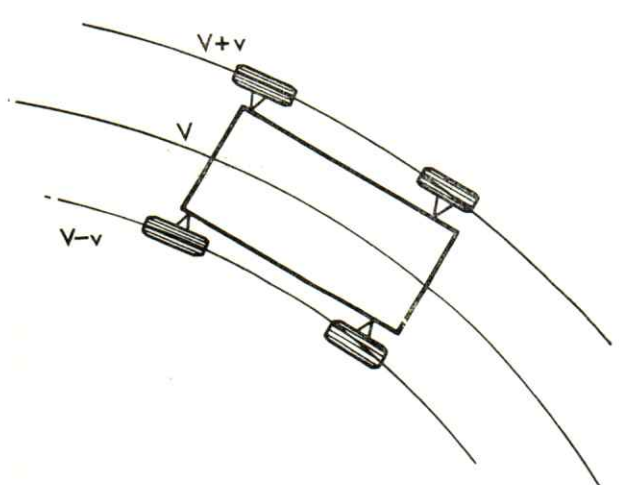
ברים שני בתי-מיסב. בשני המיסבים מצויות שתי סבבות קטנות הנקראות „סבבות-מדר“, הסבבות חופשיות להסתובב בתוך המי-סבים ולהשתלב בשינוי גלגלי השיניים הקוניים, המתקנים בקצות הגלים. גלים אלה מחוברים בצידם השני לאופני הרכב. נניח, שגלגל העטרה קבוע, והגל A מסתובב בכיוון מהלך מחוגי השעון. התנועה מועברת דרך „סבבות-המדר“ אל הגל B, שיסתובב נגד מהלך מחוגי השעון וזאת באותה מידה שהס-תובב הגל A, ובאותה מהירות. מאחר ששתי תנועות אלו קשורות לבית-הדיפרנציאל, לא ישתנה המצב, אם באותה עת יסתובב גם בית-הדיפרנציאל כולו. לכן, אם נניח שבית-הדיפרנציאל מסתובב במהירות של 300 סל"ד, והגל A מסתובב במהירות הגדולה יותר ב-3 סל"ד, הרי שהגל B יסתובב במהי-רות הקטנה יותר ב-3 סל"ד. מכאן, שמהירויות הגלים A ו-B תהינה: גל A — 303 סל"ד וגל B — 297 סל"ד, בדיוק המצב אליו שאפנו. הדיפרנציאל יפעל גם להיפך. מכאן הדברים המוזרים, הקורים בשעה שאתה משחק עם אופני-ההינע בעת שהרכב מוגבה. אם שני הגלים מונעים באותו כיוון במהירויות של 303 סל"ד ו-297 סל"ד, יסתובב גל ההינע במהירות של

$$300 \text{ סל"ד} = \frac{303 + 297}{2}$$

אך בכיוונים נגדיים, יסתובב הגל המניע במהירות של 3

$$\text{סל"ד} = \frac{303 - 297}{2}$$

היכולת למצוא את סכומן של המהירויות

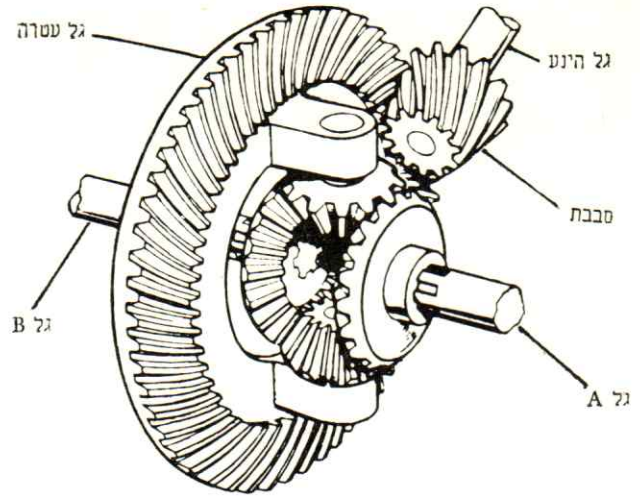


ציור מס' 1

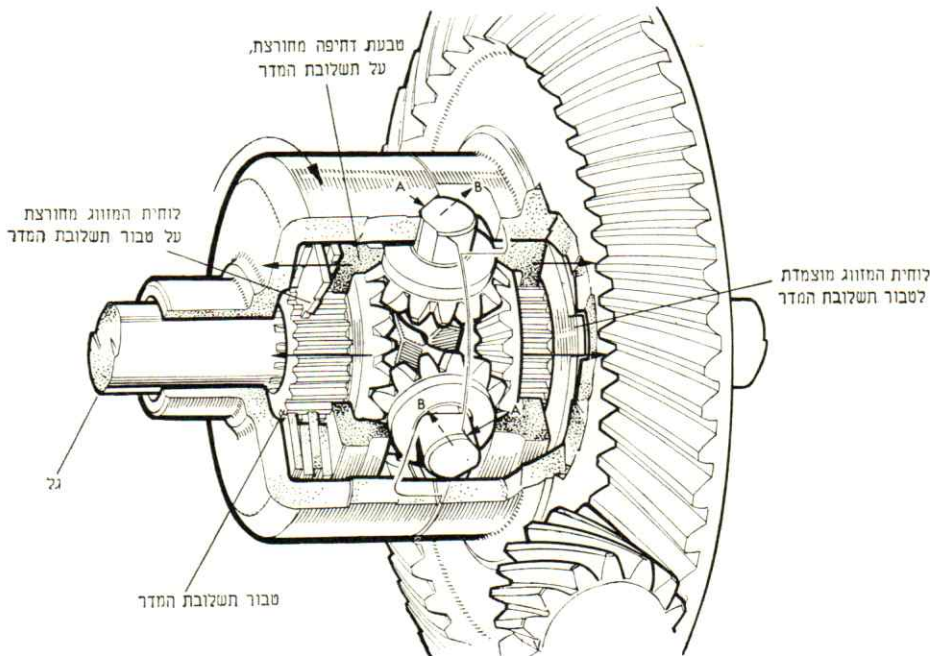
שהדיפרנציאל כולל מערכת־מנופים שבה הכוח P , המוצא על־ידי המנוע בנקודה B , מאוזן על־ידי שני הכוחות $P/2$ המועבר־רים לגלים. כמו כן ברור, שמערכת־מנופים זו תלויה בהתנגד־דות הניתנת על־ידי נקודות הסמך A ו־ C . במקרה ואין ניתנת התנגדות על־ידי הנקודה A , לדוגמה, במקרה שהגל אליו היא מחוברת יסתובב ללא מטרה ולא יועבר כל הינע אל הציהגל השני — תופעה המתרחשת כאשר אופן אחד מאבד את צמידותו לקרקע.

דיפרנציאל בעל התחלקות מוגבלת

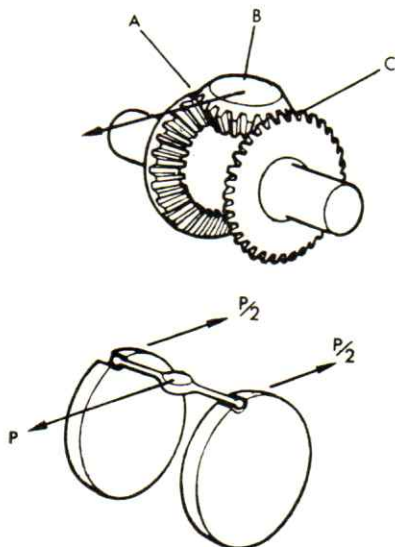
חסרונם של הדיפרנציאלים נעוץ בנטייתם לבצע את תפקידם כשאין הם נדרשים לכך. נסה להתחיל לנסוע במכונית בעלת דיפרנציאל רגיל, כשאופן־הינע אחד נמצא על קרח — לא תגיע מהר לשום מקום! יתר על כן, דיפרנציאל רגיל מאפשר לאופן המנוע להאיץ, כשהוא מתרומם מהכביש, וגורם להפסד



ציור מס' 2



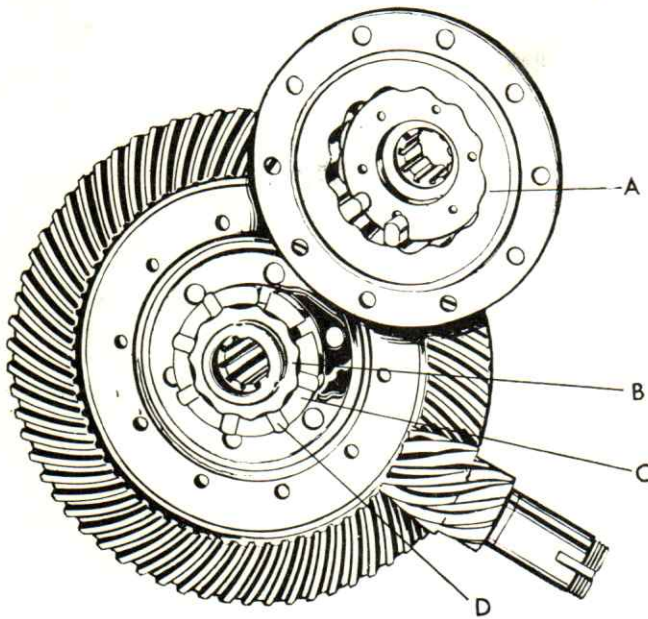
ציור מס' 4



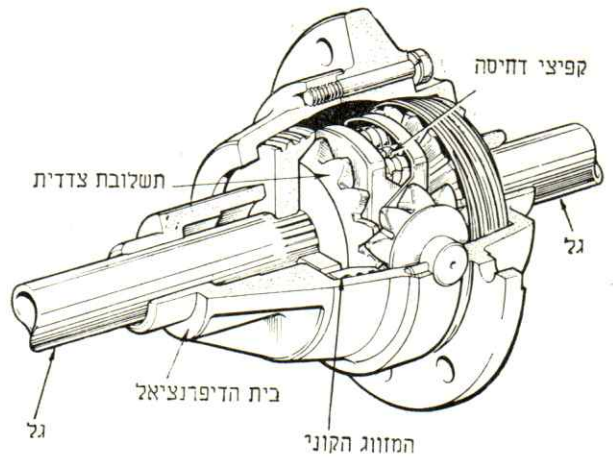
ציור מס' 3

או את הפרשן (Difference — באנגלית), מעניקה למנגנון את שמו — „דיפרנציאל“, ועושה אותו לבעל ערך רב, במספר גדול של מכוניות. משתמשים בו הרבה במחשבים־אנאלוגיים. לדוגמה, כדי לחבר או לחסר שתי כמויות המשתנות באופן תמידי, שהפכו לצורך מטרה זו למהירות יחסיות. כפי שיודעים בעלי המכונית הישנה — אוסטיין־7, אין הדי־פרנציאל הייב להשתמש בתמסורות־קוניות. אותה תוצאה ניתנת להשגה על־ידי שימוש במערכת של סבבות ישרות המשתלבות ביניהן. אולם, כיום לא נמצא כמעט סידור זה בשימוש ורוב המכוניות משתמשות בתמסורת־מדר, הדומה במראה ובסידורה לזו שבציור 2.

אם נתבונן בדיפרנציאל מנקודת ראות שימושית אחרת, נוכל להבין את עקרון חלוקת המומנט. מאחר שסבבות־המדר הקט־נות נדחפות יחד עם בית־הדיפרנציאל, עקב היותן מחוברות אליו, נוכל להקל על עצמנו אם נתארן כאילו הן נדחפות כנגד השיינים הקבועים בקצות הגלים (ציור 3). מכאן ברור,



ציור מס' 6



ציור מס' 5

על-ידי החיצים B. צוארי הסבבות-הקוניות נלחצים אז כנגד טבעות-הלחץ, המזווגים מתהדקים והנעילה גדלה עוד יותר. לדיפרנציאל-בעל-התחלקות-מוגבלת מסוג זה תכונת חסכון המשותפת לכל הדיפרנציאלים-בעל-התחלקות-מוגבלת התלויה במומנט. בעת ביצוע פניה בתנאי הצמדה חלשים, (במקרה והכביש רטוב) עלול האופן הפנימי של מכונה בעלת דיפרנציאל רגיל להחליק, אולם מאחר שהעומס על אותו אופן אינו גדול, לא תהיה לכך השפעה גדולה על יציבות הכיוון. במקרה שהרכב הינו בעל דיפרנציאל-התחלקות-מוגבלת, סכנת ההחלקה גדולה יותר, מאחר שהדיפרנציאל מכריח את שני האופנים המונעים להסתובב בבת אחת.

דיפרנציאל בורג-וארנר

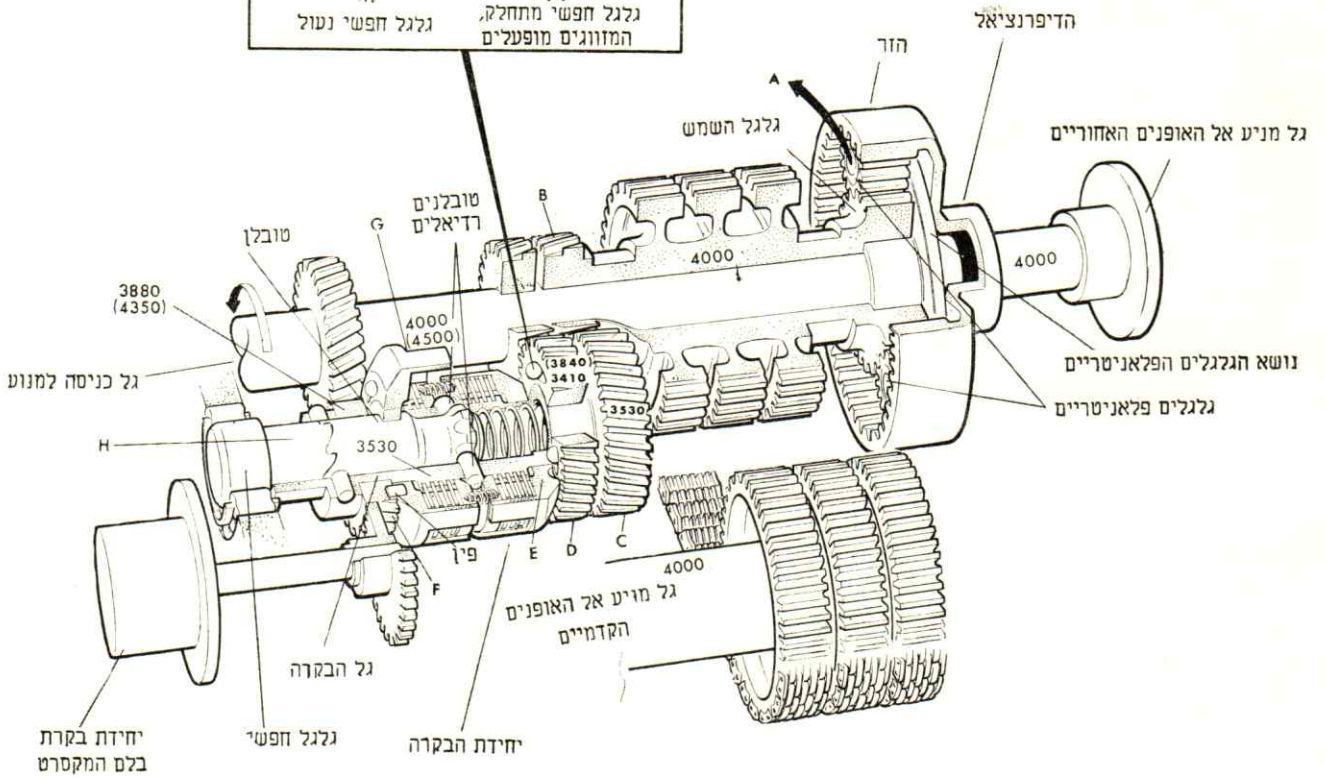
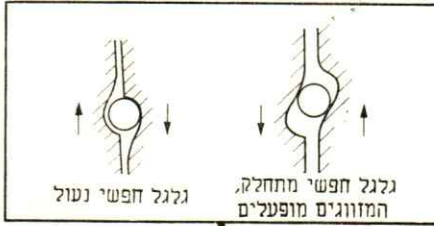
דיפרנציאל שני — בעל התחלקות מוגבלת, נוצר על-ידי בורג וארנר ודומה מאוד בפעולתו לדיפרנציאל הקודם בו דנו. חריצים על הגלים (ציור 5) נושאים את התמסורות הצדדיות ואת החלקים המסתובבים של זוג מזווגי-קונוס. החישוקים-החיצוניים-הקוניים בעלי חריצים על החלקים המסתובבים מתחברים על-ידי השינינים עם פנים בית-הדיפרנציאל. קפיצי דחיסה במרכז הדיפרנציאל דוחפים את התמסורות הצדדיות בכיוון החוצה כנגד המזווגים כדי לספק את ההעמסה הדרושה, ואלו מומנט המנוע דוחף עוד יותר את התמסורות כדי לקבל הגדלה יחסית בהשפעת הנעילה.

דיפרנציאל ZF

דיפרנציאל השונה לחלוטין בתכנונו, הוא הדיפרנציאל-בעל-התחלקות-מוגבלת מתוצרת גרמניה. כינויו ZF כראשי תיבות בית החרושת „זאנראד-פאבריק“. גל אחד מחובר (ציור 6) לגלגל-מתאר A, המעוצב בצורה טבעתית של אונות, המופנות פנימה, בשעה שהגל השני מחובר לגלגל מתאר B, בעל אונות המופנות כלפי חוץ. בין שני גלגל מתאר אלה נמצאת טבעת

ההצמדות לכביש, בשעה שהוא נוחת חזרה. לכן, דרוש מכשיר שיאפשר את פעולת הדיפרנציאל בשעת פניה, אולם יגבילו בהפסדי כוח. דיפרנציאל כזה נקרא „דיפרנציאל-בעל-התחלקות-מוגבלת“. דיפרנציאל מסוג זה הוא „סאלסברי-פאור-לוק“, שכולל בעיקר דיפרנציאל מדר רגיל, המסודר כך שהמומנט מהמנוע בא במגע עם מזווגי-חכוך, הנועלים את הגלים לבית-הדיפרנציאל (ציור 4). ככל שהמומנט גדול יותר, גדלה השפעת הנעילה. קיימים שלושה שלבי פעולה: בשלב הראשון על-ידי העמסת קפיץ בלוחיות המזווג, נגרם חכוך קטן, הנוטה לנעול את הגלים אל בית-הדיפרנציאל בשעה, שהעברת המומנט נמוכה מאוד. זאת כדי לנדרש שכאשר ההצמדות כה נמוכה שבקושי אפשר להעביר את המומנט, עדיין יופעל קצת הינע על האופן שאינו מסתובב. השלב השני בפעולה נובע מנטיית הסבבת-הקונית שבבית-הדיפרנציאל לדחוף את תמסורות-השינינים שבקצות הגלים — כלפי חוץ. כל תמסורת-קונית מהווה חלק, מטבור התמסורת-הקונית, החרוץ מבפנים, בו עוברים שיני-הגל. מכאן, שהטבור יכול לנוע בכיוון החוצה. נוסף על כך, חרוץ חלק זה גם מבחוץ וזאת כדי שאחת ממערכות-המצמד תוכל לנוע עליו. המערכת השניה של המצמד משולבת בשיניים לבית-הדיפרנציאל, לכן, הכוח המופנה החוצה על-ידי הסבבות-הקוניות מועבר דרך טבעות לחץ אל המזווגים, כך שלוחיות-המזווג לחוצות יחד והגלים נעולים אל בית-הדיפרנציאל. תכונה נוספת של התכנון מביאה לשלב הפעולה האחרון — הגדלת המומנט. הסבבות-הקוניות אינן מורכבות בבית-הדיפרנציאל, אלא מסתובבות על שתי זרועות נפרדות, הצלובות בזווית ישרה ובנויות כארכובה כדי שלא לפגוע אחת בשניה. קצות הזרועות מעובדות בצורת V בבית-הדיפרנציאל. כשמומנט המנוע מופעל בכיוון המצוין, דוחף בית-הדיפרנציאל את קצות זרועות הסבבות-הקוניות בכיוונים המצויינים על-ידי החיצים A. הם יחליקו לאורך הנתיב, שנוצר על-ידי החריצים בצורת V, בכיוונים המצויינים

C, המחוברת לגלגל-העטרה. הטבעת חרוצה בסדרה של חריציים בהם נמצאים טובלני-ההחלקה D. כדי להבין כיצד מת-חשות הפעולות השונות בדיפרנציאל (ציור 7), תאר לעצמך, כי הטבעת המרכזית מכילה את הטובלנים (בציור הם נראים מוצקים), בשעה שגלגל-המתאר-החיצוני מוסב בכיוון מחוגי

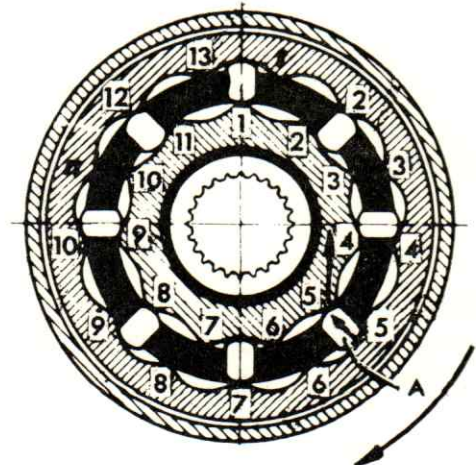


יותר ביחס לטבעת-הדיפרנציאל של הגלגל הפנימי. בתנועת הטובלנים כנגד גלגלי-המתאר וקירות החריצים שלו כרוך חיכוך גדול. חיכוך זה מגביל את פעולת הדיפרנציאל ונוטה לנעול את שני הגלים יחד. ככל שגדל מומנט המנוע, כן גדלה השפעת הנעילה והחיכוך.

דיפרנציאל פ'רגוסון

יתכן שפיתוח הדיפרנציאל, הקרוב ביותר לנקודה, בה כמעט מסוגל הדיפרנציאל לחשוב בכוחות עצמו, הוא זה המוכנס במערכת הינע 4-אופנים של פרגוסון. הרעיון היסודי של מערכת זו הוא, שאם מונעים את האפשרות שאחד האופנים ינעל בהשפעת הבלימה או יחליק בהשפעת הגרירה, יושגו יציבות ובטיחות מירבית בכביש. כדי להשיג תוצאה זו מופעל הינע על כל ארבעת האופנים, כשהאופנים הקדמיים מחוברים באמצעות דיפרנציאל רגיל, והאחוריים — באופן דומה. ההינע מהמנוע מופעל על זוגות האופנים הקדמיים והאחוריים, באמצעות דיפרנציאל-שליטה מיוחד, שיאפשר אך ורק לזוג אופנים אחד להשיג את הזוג השני במידה קטנה שנקבעה מראש, לפני הנעילה. לכן, רגיש הדיפרנציאל להפרשי מהירויות ואינו תלוי במומנט כמו דיפרנציאלים-בעלי-התחלקות-מוגבלת. בצור-רה זו מוגבל זוג אופנים לכמות התחלקות קטנה מאוד לפני שננעל דיפרנציאל הבקרה. וההינע מחולק לכל ארבעה אופנים. בצורה דומה, על-ידי שימוש ביחידה מיוחדת הנקראת „מאקסרט“, המונעת מדיפרנציאל-הבקרה, נמנעת מהאופנים

השעון. אז ידחה הטובלן פנימה (על-ידי אונה מס' 5 של גלגל-המתאר-החיצוני) כנגד אונה מס' 5 של גלגל-המתאר-הפנימי, שידחה למעלה (בכיוון החץ). שאר הטובלנים נעים בצורה דומה, כך, שכאשר גלגל-המתאר-החיצוני מוסב בכיוון מחוגי השעון, מוסב גלגל-המתאר-הפנימי נגד מחוגי השעון. הנדסת המכשיר דורשת, שמעלה-האונות שבגלגל הפנימי יהיה כמו זה שבגלגל החיצוני, ולכן, מכיל הגלגל החיצוני 13-אונות בעוד שהפנימי — 11 בלבד. כך, שאפשר לראות את המערכת כתשובת-פלאניטרית, שבה הגלגל החיצוני מסתובב לאט



ציור מס' 7

גלגל-הבקרה ממשיך להסתובב במהירות של 3,530 סל"ד, אולם תשלובת-הסרק D, שהסתובבה בהתחלה לאט יותר מגלגל-הבקרה, במהירות של 3,410 סל"ד, מואצת עד למהירות של 3,840 סל"ד.

ההיפוך האפקטיבי בכיוון, גורם לכדורים לעלות על השיפוע שב-גלגל השנייים החפשי והנגדי למצמד E. ההיפוך זה מניע את הנגדי של המצמד (E) באופן צירי ולוחץ את דיסקות-המצמד. גלגל הסרק D, המונע מגלגל-המניע — ננעל עם ציר-הבקרה, המונע מגלגל-השמש, כך, שהדיפרנציאל נעול וסיבוב האופן נמנע. למעשה, יכול ציר-המניע להגיע עד למהירות של 4,130 סל"ד כאשר גלגל-הסרק D מסתובב במהירות של 3,530 סל"ד. לפני התחלת השפעת פעולת הנעילה מואצת אף תשלובת גלגל-הסרק F, אולם מאחר, שהגלגל אינו נתון להיפוך כיוון אפקטיבי, הוא ממשיך להסתובב כמקודם, אך ינעל כמובן לציר-הבקרה עם המשך פעולת ההיפוך, ואז יסתובבו האופנים הקדמיים במהירות גדולה יותר משל האחוריים. (פינייה-הגבלה המחזוקים בפינים בתוך תשלובת-הגלגלים-החופשיים נכנסים לחריצים שבנגדי-המזווג ומגבילים את התנועה היחסית, כדי להבטיח שהכדורים לא יוכלו לצאת מהשפועים). בחירת יחסי הנע מתאימים לציר-הבקרה ולגלגל-הסרק, אפשרה את הגבלת התחלקות האופנים הקדמי והאחורי בגבולות ובתחומים שנקבעו מראש. שיפור נוסף הכלול במנגנון מתייחס למצב בו מופעלת המכונה בהילוך אחורי. שני גלגל-הסרק של הכדור והשפוע מסתובבים אז בכיוון הלא נכון וגורמים לכך, ששני המזווגים יופעלו כך, שהגלגל-המניע יהיה נתון בבת אחת לשני הנעים בעלי יחס שונה במקצת, שיגרום לסיבוב ארכובה לא רצוי. כדי למנוע זאת מורכב הציר H, הצמוד לטובלן במרכז הגלגל-המניע, מגלגל-סרק כך, שיוכל להסתובב בהילוך קדמי, אולם ינעל בהילוך אחורי. הטובלן המרכזי עולה על השנייים, זו לצד ימין ומאפשר את נסיגת הטובלנים הרדיאלים, שנגדם דוחפים המזווגים באופן שלמזווגים אין על מה לדחוף, גלגלי הסרק אינם ננעלים ואין נוצר סיבוב ארכובה לא רצוי.

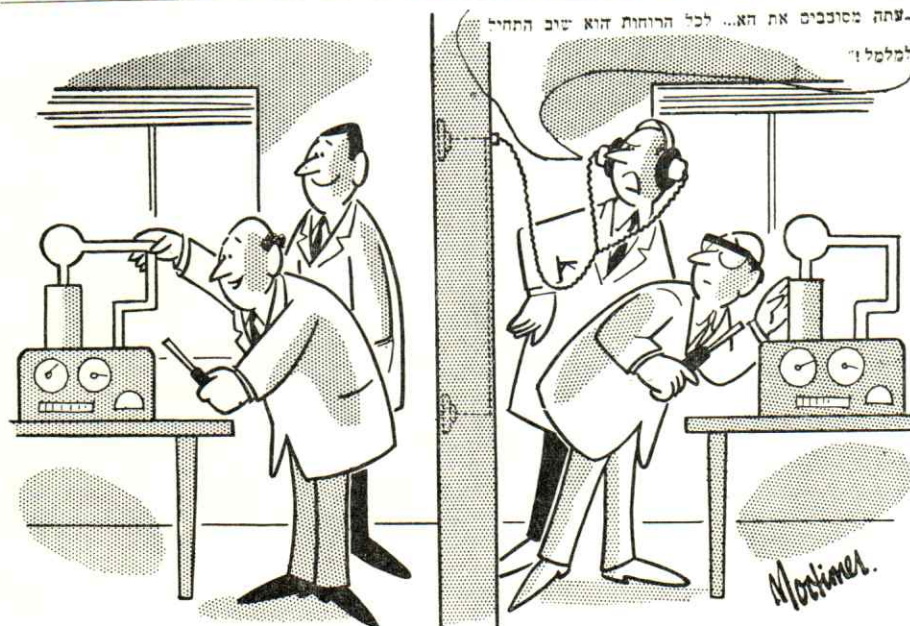
האפשרות להינעל בשעת הבלימה, תפקיד ה"מאקסרט" לחוש את האטת ארבעת האופנים ולשחרר במקצת את הנעילה כשהאטה עוברת את המפסל שנקבע מראש.

דיפרנציאל-הבקרה-של-פרגסון מורכב בעיקרו משני חלקים: דיפרנציאל ויחידת-בקרה (ציור 8). תשלובת-פלאנטארית מהווה את הדיפרנציאל במקרה זה, כשההינע מהמנוע מופעל על הגלגלים הפלאנטריים כשתשלובת-השמש-המרכזית מחזרת לאופנים הקדמיים באמצעות הינע-שרשרת וההנעה אל האופנים האחוריים נלקחת מהזר כשפעולת הדיפרנציאל אינה מתבצעת. התשלובת-הפלאנטארית כוללת תשלובת-השמש, הגלגלים-הפלאנטארים והזר, מסתובבת כיחידה, שאפשר לראותה כנגררת מסביב על-ידי הכוח, המופעל על-ידי המנוע אל הגלגלים הפלאנטאריים בכיוון החץ A. מאחר שעל הזר מופעל מנוף גדול יותר מאשר על תשלובת-השמש, מקבלים האופנים האחוריים (במקרה זה) 63% מהמומנט והאופנים הקדמיים 37%. סידור זה מביא לתכונות התפעול הדרושות.

את פעולת מערכת-הבקרה אפשר להבין אם רואים קודם מצב בו אין פעולת דיפרנציאל. אם גלגל-הכניסה מסתובב במהירות של 4,000 סל"ד, מסתובבת גם התשלובת-הפלאנטארית במהירות של 4,000 סל"ד, אולם גלגל-יחידת-הבקרה מונע מתשלובת-השמש דרך התשלובת B ו-C, במהירות של 3,530 סל"ד. תשלובת-גלגל-הסרק D, הנעולה על-ידי סידור של כדור ושיפוע לאבר-המזווג E, מסתובבת על גלגל-הבקרה, ומונעת על-ידי גלגל-ההינע. תשלובת-גלגל-הסרק עשויה כך, שהיא פועלת לאט יותר מאשר גלגל-הבקרה, ומהירותה 3,410 סל"ד. באופן דומה מונעים גם גלגל-הסרק F, האבר-המזווג G על-ידי גלגל-ההינע, אולם מהירותם — 3,880 סל"ד.

הבה נראה מה קורה, אם האופנים האחוריים מאבדים אחיזתם בקרקע ומחליקים. הזר יתחיל להסתובב סביב לתשלובת-השמש, ובהכרחיו את התשלובת-הפלאנטארית להסתובב עמו, יאיץ את גלגל-ההינע למהירות של כ-4,500 סל"ד. אף-על-פי-כן מוצמדת תשלובת-השמש לאופנים הקדמיים, שלא איבדו את אחיזתם בקרקע, וממשיכה להסתובב במהירות של 4,000 סל"ד.

מורוד: MOTOR



למה סוככים את הא... לכל הרוחות הוא טוב החחיל למסלול

הונור בטכניקה...

העקרב

תת־מקלע

צ'כוסלובקיי

חדש

תת־המקלע דגם 61 שיוצר בצ'כוסלובקיה בשנת 1961 קיבל את השם „עקרב“ (Skorpion). תת־המקלע החדש יוצר לאחר דרישות מיוחדות, אותן לא יכול היה למלא תת־המקלע המקובל והסטנדרדי. יחידות מוטסות, יחידות סיור ואחרות צריכות נשק אוטומטי, קל וקטן, שאינו דורש טיפול רב; כלי־הנשק שיתאים לקרב פנים אל פנים. המתכננים הצ'כיים פתרו את הבעיה בצורה נאה ויעילה ביותר. תת־המקלע החדש הוא בעל

קליבר של 7.65 מ"מ (תחמושת אקדחים). מהירות־הלוע של הקליע היא 317 מ"ש.

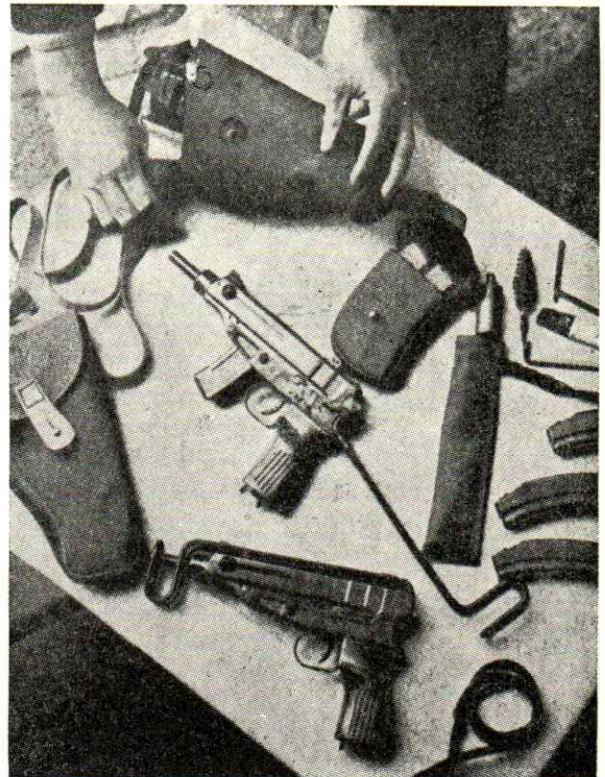
בתת־המקלע אפשר להשתמש עד 800 מ', כשטנחו היעיל הוא 200 מ'. הדבר הבולט בכלי־הנשק זה הוא מידתו הקטנה. הוא נישא כמו אקדח בנרתיק על החגורה או בנרתיק מתחת לבית השחי. משקלו עולה במקצת על זה של אקדח שירות. היורה בו יכול להפעילו כפי שמפעילים אקדח (ביד אחת), ובצורה זו הוא יכול לירות אש בודדת או שוטפת. אם המטרה רחוקה מדי, ומסתבר שצרוורות קצרים יהיו יעילים יותר — פותחים מכתוף, וכלי־הנשק הופך לתת־מקלע. כפתורי־הדריכה אינם בולטים במיוחד, ולכן אפשר לשאת את הכלי בנרתיק מתחת למעיל. כלי־הנשק אינו רגיש במיוחד לאבק, לגשם, לקורוזיה ולתנאי מזג־אוויר משתנים. קדח־הקנה מצופה בכרום המגן עליו מפני קורוזיה. לצורך ירי־לילה מרכיבים התקן מיוחד על הכונת האחורית והקדמית. התקן זה מצופה בחומר זוהר. זיווד כלי־הנשק, כולל „משתיק קול“ שאפשר להרכיבו על הלוע במהירות. הטיפול בכלי־הנשק פשוט, מאחר ופירווקו אינו כרוך בקשיים.



הפעלת ה„עקרב“ כחת מקלע עם מכתוף ועם מחסנית ארוכה

נתונים טכניים

משקל ללא מחסנית	—	1.030 ק"ג
קליבר	—	7.65 מ"מ
תחמושת	—	אקדחים
אורך עם מכתוף	—	513 מ"מ
אורך ללא מכתוף	—	270 מ"מ
מהירות אש תיאורטית	—	750 כ/דקה
מהירות אש מעשית	—	בודדת 35 כ/דקה שוטפת 100 כ/דקה
טנח יעיל כתת־מקלע	—	200 מ'
טנח יעיל כאקדח	—	50 מ'
מחסנית קצרה	—	10 כד'
מחסנית ארוכה	—	20 כד'

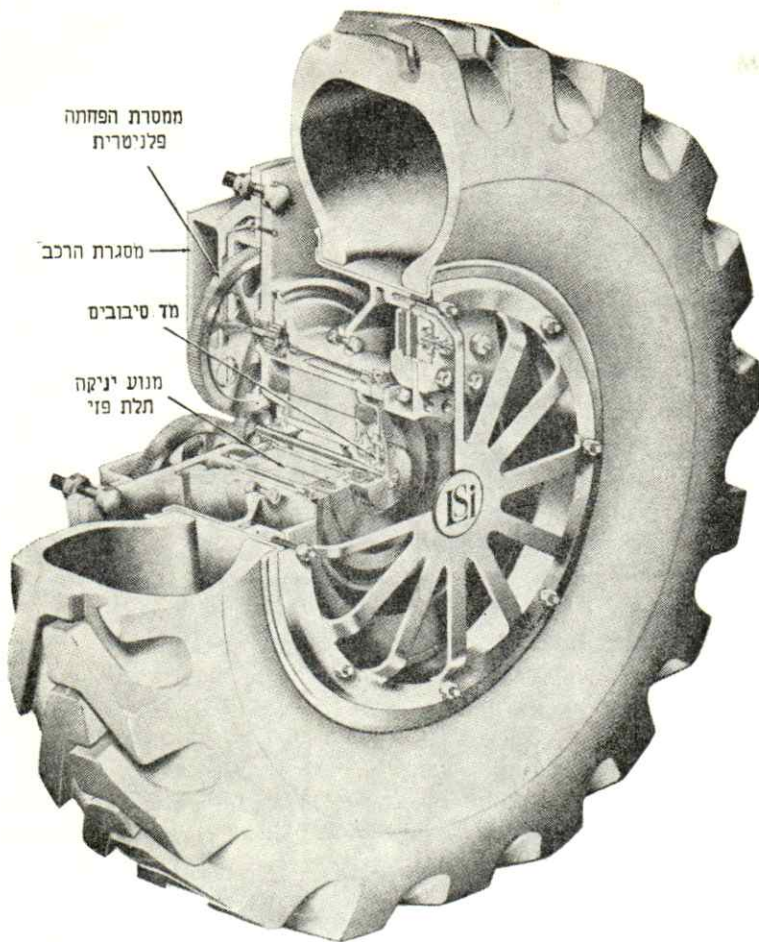


בתמונה נראים מספר „עקרבים“ עם נרתיקים, מחסניות, נרתיק עם משתיק קול, ומערכת כלי הנקוי

מנוע

בתוך כל

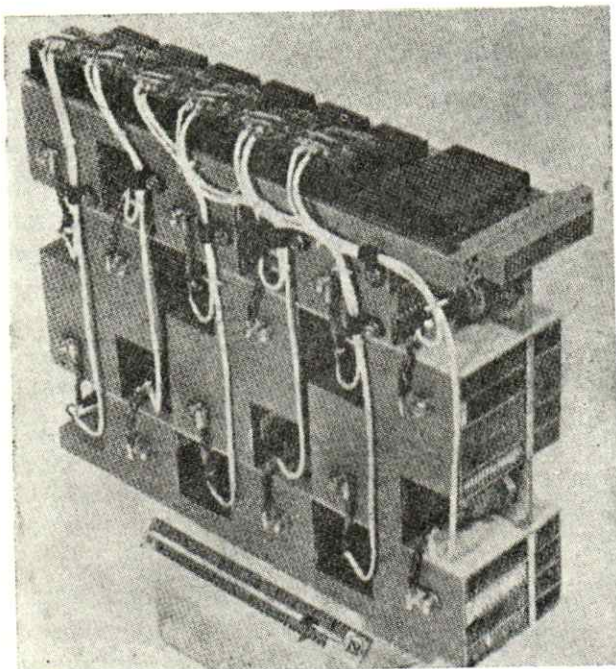
גלגל



מאת

סטיבנסון ביקון

משנה תדירות מוצק, משנה את התדירות של זרמי חילופין גדולים כדי לבקר את המהירות והמומנט של מנוע הגלגל. במשנה התדירות מותקנים 36 מישרי צורן מבוקרים



מציאותן של מכוניות ומשאיות זולות ופשוטות, המונעות בחשמל, הנוסעות בכל שטח שהוא, שאורך חייהן כמעט בלתי מוגבל, כלי-רכב שכה קל לנהוג בהם עד שנדמה שהם חושבים בעצמם, הפכה לעובדה קיימת עקב פיתוח שיטת-הינע של זרם חילופין על-ידי ליר סיגלר (Lear Siegler). בשיטה זו מתקנים מנוע חשמלי רב עצמה (עד ל-200 כוח-סוס) בכל גלגל.

הבט ביתרונות:

- את המהירות ומומנט-הסיבוב ניתן לבקר עד לדיוק שמהנדסי דטרויט לא ההינו אפילו לחלום עליו.
- בלימה? זו נעשית באופן אלקטרומכני על-ידי מנועי הגלגלים. אין סכנה של התחממות ואין רפידת בלם שתשחוק.
- דיפרנציאלים, צירי-גלי-הינע, תמסורת, תשלובות-העבר-רה — כל אלה מיותרים לחלוטין בכלי הרכב החדש. ההינע החשמלי על זרם חילופין, מנצל העברה אלקטרונית, שהינה חסרת ממסרים לחלוטין. המעבר ממהירות 0 קמ"ש למהירות 100 קמ"ש נעשית באותה קלות בה הנך מסובב את כפתור הגברת הקול במקלט רדיו.
- הספקת כוח? כיום מניע את מחוללי-ז"ח (האלטרנטורים) המספקים את זרם החילופין, מנוע בוכנה מקובל, בנוזן או דיזל, מחר — יתכן ויהיו אלה תאי דלק שקטים, חפשיים מפליטה.
- חסכון בדלק: קיים חסכון של כ-20% בין הפעלת מנוע-



ששת הגלגלים של משאית זו, מכילים מנועים המקבילים את הספקת הזרם מהמנוע שבחזית. המשאית יכולה לנוע בכל שטח כולל בוץ, דיונות ומים

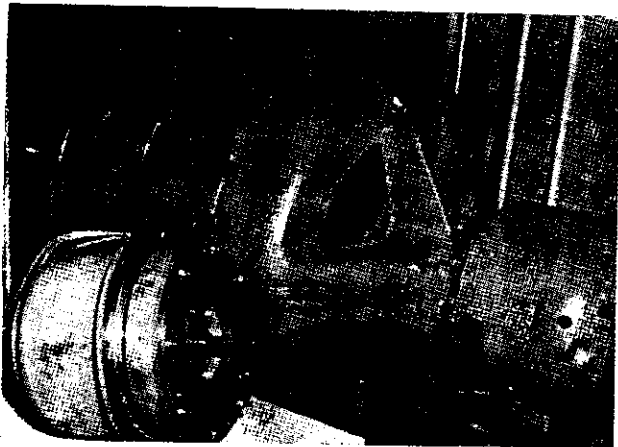
המנוע, יוכלו להפעיל מומנט גבוה במהירות מירבית — ובכך להגדיל ביעילות את הספק המנוע.

ישנו תנאי חשוב אחד: המומנט אינו תלוי במהירות המנוע. כל עוד עצמת-השדה-המגנטית-המסתובבת, הגורם גם לסיבוב החלק הנע — נשאר קבוע. לכן, בזמן שמשנה התדירויות מספק כוח בתדירות גבוהה למנועים כדי להגביר את המהירות (או המומנט), עליו גם לספק יותר ויותר „וולט לכל מחזור“. בעזרת „המעגל החשמלי המוצק“ אפשר לשמור על היחס הקבוע בין התדירות לבין המתח.

התוצאה היא מנוע קטן מצוין, המקורר בשמן, שכל ארכו כ־30 ס"מ וקטרו אף הוא 30 ס"מ, משקלו כ־80 ק"ג, והוא בעל יחס תמידי של 200 כ"ס.

כך נפתחה הדרך ליצור מכוניות, משאיות ורכבות הפועלות על זרם חילופין.

הוא נראה קטן בהשנאה למנוע 300 כ"ס, סטנדרדי (ברקע), אולם מנוע הגלגל של „ליר טיגלר“ מספק 200 כ"ס, ויכול בשעת צורך לספק 300 כ"ס, אולם רק למשך זמן קצר



בוכנה לצורך הפעלה ישירה של מכונית לבין הפעלתו ליצירת חשמל למנועי הגלגלים.

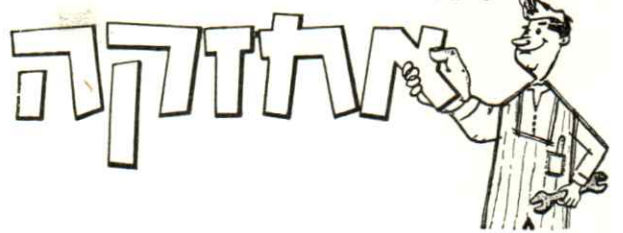
כוח-ההנעה לכל גלגל מותאם אוטומטית לעומס המופעל על הגלגל ולשפוע הכביש. סידור זה מקטין בהרבה את סכנת ההחלקה על שלג, על קרח או על בוץ. בגלל צורת הבקורת המיוחדת במינה, יכול להתקבל מומנט-הסיבוב-המלא בכל מהירות שהיא.

כיצד נעשה הדבר

מזה זמן רב חולמים המהנדסים על שימוש במנועי ז"ח בעל 3 פזות בכל סוגי כלי הרכב. אולם, מהירות מנוע ז"ח תלויה בתדירות הספקת המתח החשמלי, ועד לזמן האחרון לא נמצאה דרך יעילה וזולה להמשכת שינוי התדירות של הספקת כמות גדולות של כוח ז"ח. כעת, עם התפתחות מישר-הצורך-המבוקר תוכנן, בשיטת „ליר סיגלר“, משנה תדירויות פשוט. ששה מאלה הותקנו לאחרונה במשאית צבאית. מישר-יצורן אלה יכולים לוסת את הכוח לגלגלים המונעים, במהירות סיבוב שבין 0 סל"ד ל־60,000 סל"ד.

מקור הכוח הוא מחולל ז"ח היוצר זרם חילופין בתדירות סיבוב גבוהה של 120,000 סל"ד. מחולל ז"ח מופעל על-ידי מנוע בן שישה גלילים. הבעיה היתה — יצור מנועים בעלי הספק גבוה, ויחד עם זאת קטנים, כך שאפשר יהיה להתקינם בטבור הגלגל. תוך כדי חקירת הבעיה, נזכרו המהנדסים בתכונה של מנוע-היניקה ז"ח שלא הפיקו ממנה כל תועלת עד כה. במנוע כזה המומנט נפרד מהמהירות ותלוי רק בתדירות החלקת המנוע, שהיא ההפרש שבין מהירות הנע לבין מהירות הסיבוב של השדה המגנטי, המופעל על-ידי גלגל-מכונן (סטטור) המושך את החלק הנע סביב. החלק הנע מפגרת תמיד אחרי שאר החלקים; ככל שהוא מפגרת יותר (כמובן בגבולות מסוימים) כן גודל המומנט. כאן ראו המהנדסים הזדמנות נפלאה — אם ישתלטו על תדירות החלקת

מקור...



מדוע נהרסים המצברים?

גיון ס. סטיל

קיימות ארבע סיבות בסיסיות להרס המצברים בכלי רכב ממונעים.

- טעינת יתר
- הרס מכני
- חוסר טעינה
- זיקנת המצבה

מתוך ארבע הסיבות שמנינו, אין כל ספק שטעינת יתר היא הסיבה העיקרית, החשובה והשכיחה ביותר להרס המצברים. הנזק למצבר נגרם בכמה דרכים:

(א) טעינת יתר גורמת למים הנמצאים באלקטרוליט, להת-פרק למימן ולחמצן. הגז המפפעע נוטה לשטוף את המתכות הפעילות מעל לוחיות המצבר, ולשאת את הלחות והחומצה אל מחוץ לתא, בצורה של ערפל דקיק.

(ב) ההתפרקות של המים משאירה את החומצה בצורה מרר-כזת יותר מאשר עליה להיות. דבר זה נוכל לראות על-ידי קריאה של משקל סגולי גבוה, באם נבדוק את המצבר בהיד-רומטר (מד צפיפות נוזלים).

משקל סגולי	דרגת טעינה בסוללה
1.260—1.280	100%
1.230—1.250	75%
1.200—1.220	50%
1.170—1.190	25%
1.140—1.160	תכולה שימושית קטנה מאוד
1.110—1.130	לא טעון

הטבלה מראה טורים אופייניים למשקל הסגולי של האלקטרור-ליט בסוללה, בדרגות שונות של טעינה, עם התיחסות לכושר הסוללה הדרוש כדי להתניע מנוע בטמפרטורה של 27 מעלות צלזיוס.

חומצה ההופכת למרוכות מזיקה לחייצים וללוחיות השליליים. לאחר תקופת זמן די ממושכת — תלוי כמובן במידת הריכוז של החומצה ובטמפרטורה שלה — ניכר הדבר בהתפרקות החייצים, כמו כן לוחיות המתכת השליליות הופכות להיות פריכות.

(ג) נגרמות טמפרטורה פנימיות גבוהות, דבר המביא לזרוז הקורוזיה בלוחות הרשת החיוביים, והורס את החייצים ואת הלוחות השליליים.

(ד) טעינת יתר בלבד, או בצירוף עם מצב קודם של חוסר טעינה, עלולה לגרום לקריסה רצינית ולהתעקמות הלוחות החיוביים.

ה) טעינת יתר יכולה לגרום נזק על-ידי קורוזיה של המס-גרת, הכבלים ושאר החלקים החשמליים והמכניים, ועל-ידי הוצאת החומצה בכוח מהסוללות, אם שיעורי הטעינה הם מוגברים. טעינת יתר נגרמת בדרך כלל על-ידי התקנה לקויה של הוסת. הדבר ניכר על-ידי צריכה מוגברת של מים. בשלב מתקדם מתרוממות הקצוות של כיסוי הסוללות, מעל מפלס האטימה הרגיל.

חוסר טעינה מזיק, ואלה הנימוקים:

(א) מצבר המופעל בחוסר טעינה במשך תקופה ארוכה, עלול לפתח מין גפרית קשה וגבישית בלוחות, אשר גורמת לכך שהלוח לא ניתן להחזרה לפעילות רגילה. שצפיפות גפרית זו, שונה מזאת של החומר הפעיל ממנו מרכב הלוח, ולפיכך נגרמת התאמצות בלוחות החיוביים. דבר העלול לגרום לקריסה. קריסה מתרחשת בעיקר אם המצבר, שלוחותיו צופו בגפרית, מובא לידי טעינה מוגברת כתוצאה מנסיעה ארוכה, או מהתאמה לקויה של הוסת.

(ב) מצבר חסר טעינה לא זו בלבד שאינו מסוגל לספק כוח מלא, אלא עלול אף לקפוא במזג אוויר קשה. אלקטרוליט המצבר, בשלבי טעינה שונים, יתחיל לקפוא בטמפרטורות המובאות למטה. טמפרטורות אלה הן בערך המפלסים בהם יופיעו ראשוני גבישי הקרח. קפיאה של האלקטרוליט עלולה לבקע את המצבר ויחד עם זאת מזיקה ללוחות החיוביים.

משקל סגולי (נכון לגבי 27 מעלות צלזיוס)	טמפרטורה קפיאה (במעלות צלזיוס)
1.200	-26°
1.150	-15°
1.100	-7°

(ג) גפרית העופרת הנוצרת על הלוחות בעת חסר טעינה, אינה מתמוססת כל עוד המשקל הסגולי של החומצה הוא מעל 1.125. מתחת למפלס זה נעשית הגפרית מסיסה ועלולה להגיע לנקבוביות של החייצים, תוך הצטברות כמסה גבישית לבנה, אשר בהשפעת טעינה שתבוא מאוחר יותר — היא תהפוך לעופרת מתכתית העלולה לגרום לקצר בלוחות החיוביים והשליליים. קצרים אלה עלולים לגרום למצב של מתח נמוך במצבר, בשעה טעינה. מסיבה זו אין לאפשר למצבר לעמוד ריק יותר מ-75%, במצב של חוסר טעינה, בכל זמן שהוא.

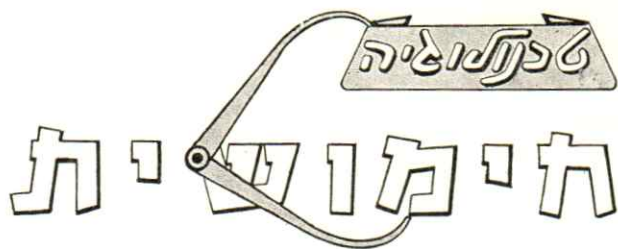
קיימים פגמים במצברים, עקב סיבות מכניות הנוצרות מטיפול והתקנה בלתי נכונים.

התאמצות יתר של בורגי האחיזה מאמצת את מיכל המצבר. תנודות רגילות יכולות לגרום להתבקעות המיכל. מצד שני, חוזק חלש מדי מאפשר למצבר להתנודד בתוך תיבת האחיזה שלו, דבר הגורם נזק לחלקים הפנימיים של המצבר, או עלול לגרום לשבירת חומר האטימה.

שימוש בכוח גם בזמן הוצאת הכבלים והתקנתם במצבר, וכן נשיאת מצברים על-ידי החוקה בדפנות התמוכות, מהווים אף הם סיבות אפשריות נוספות לפגמים מכניים.

הכאה בפטיש במצמדי כבל הדוקים על דפנות המצבר, והידוק יתר של מצמדי הכבל, מביאים למאמץ של הדפנות ומכסי התאים. חיי מצבר זה עלולים להסתים באטימה שבורה מסיב להדק הסוללה.

רימונים מיאז ועד היום



תחמושת הנורית על-ידי רובה ותחמושת „הנורית” ביד הינו בעלות ערך רב לציודו של חיל הרגלים; היסטוריה ארוכה ומעניינת לתחמושת זו בשימושיה נגד גייסות ושריון עוינים.

קולונל גיים קרוסמו

הרימון הבריטי מולא בחומר־נפץ מרסק, והמנגנון הורכב בנפרד כדי להפחית סכנת התפוצצות המונית (בשעת החסנה והובלה). אפילו בתקופת מלחמת העולם השנייה, היה צורך לחמוש את הרימון הבריטי בשדה. בהתחלה הלכנו בעקבות שיטה זו, אולם, אי שם בין המלחמות עברנו לשימוש ב־Ec Blank Fire Powder לשם מילוי הרימונים. היה זה אבק־שריפה מהיר ולא חומר־נפץ, ומאחר שלא היתה קיימת סכנת התפוצצות המונית ספקו הרימונים לשדה־הקבר עם מנגנוניהם כשהם חמושים. מבחינת נוחיותו של המשתמש בהם, היו לשיטה זו יתרונות ברורים. את רימון ה־MKII בעל גוף המתכת כינו „הסוג־ההגנתי”, מאחר שלזורק היה דרוש מקום מחסה טוב כדי להתחבא אחריו לאחר זריקת הרימון. הרסיסים הגדולים התעופפו לטווח די גדול, ולמרות שהסיי־כויים להיפגע ממרחק 30 עד ל־40 מטרים — לא היו רבים, היה, בכל אופן, נעים יותר לשמוע את שריקת הרסיסים ממקום מחסה בטוח. על רימון־היד־ההתקפתי היה להתגבר על פגמים אלה בעזרת גופו שהיה עשוי מנייר. הדגם ההתקפתי של ה־MKIII היה ביסודו, גוש ט.נ.ט. בעל מנגנון. למעשה, רימון זה הסתמך בעיקר על יעילות ההתפוצצות, ואין צורך בדמיון מפותח כדי להוכיח עד כמה אין זה משעשע כש־200 גר' ט.נ.ט. מתפוצץ בסביבתך. רימון ההתקפה היה יעיל גם למטרות הריסה.

רימון הרובה

הגרמנים והבריטים השתמשו במלחמת העולם הראשונה ברימון־רובה — רימון־מוט. אולם, לקראת סוף המלחמה עברו שני הצבאות לשימוש ברימון ששוגר ממדוכה מיוחדת, שהורכבה על לוע הרובה (רימון־מדוכה).

בצבא ארה"ב השתמשו באותה תקופה בשני הסוגים גם יחד. רימון־המוט הינו רימון המחובר למוט מתכת ארוך ודק, שהוכנס לפני השיגור ללוע הרובה. כדי לשלח את הרימון השתמשו בתחמיש שיועד לכך. לא היה נוח לשאת את המוט והוא אף לא הוסיף מאומה ליעילות הרימון, למרות שהיה הכרחי להדיפת הרימון ולקביעת כיוון מעופו.

אפשר היה לשנות את הטווח בשני דרכים; על-ידי שינוי זיית־היציאה ועל-ידי שינוי מהירות הרימון. מטען אבק השריי־פה שבתחמיש היה קבוע, וניתן היה לשנות את מהירות

יום אחד בשנת 1942, התקרב הקולונל הזקן בלאט אל דלת המשרד, הסתכל מסביב עד שעורר את תשומת ליב, וקרא ל־הלכתי בעקבותיו אל מחוץ לבנין ונכנסנו לאחד מכלי הרכב הישנים, שממדו בחוץ.

„גיים”, הוא אמר, „אראה לך משהו מאוד מענין, בעל סיווג ביטחוני גבוה מאד ולכן, אסור לך לדבר אודותיו עם איש. מבין?”

בהיותי סגן צעיר ומחילה ביותר, עניתי לו בדרך האופינית לכל סגן צעיר ומחיר: „כן, המפקד.”

כשהגענו אל המטבח, הוא בחר בנקודה הנמצאת כ־50 מטר מלוח המשרד עבה שכבנו על הקרקע. הוא התקין איזה מכשיר מוזר בקצה הרובה וכיוונו בוהירות. ואז באה התפוצצות חזקה ואימתנית מלוח־המרות עשן ואבק ויבבת רסיסים. לאחר שהפסקתי לרעוד ויכולתי לעמוד שוב על רגלי, ירדנו אל לוח השריון, והנה — מהלוח המשרד ניבט אלינו חור חלק ונקי! עד לרגע זה, הדרך היחידה שהכרתי לחירור שריון (מלבד בעזרת מבער רותך) היתה להכות אותו בקליע כבד, מהיר וגדול — ומה שיותר מהר ויותר כבד — יותר טוב. אך, כאן הייתי עד „למשהו”, שנורה על-ידי רובאי יחידי והכניע את השריון. היתה זו הפגנה ראשונה של שימוש צבאי בעיקרון המטען החלול, צעד שהצביע על התפנית בתיכנון תחמושת. רימון ה־M-9 היה הראשון בסידרה ארוכה של פגזי נ"ט/נפיץ (HEAT). העיקרון היה — שימוש לראשונה ברימון־רובה, התוצאה היתה — התעניינות חדשה בשטח הרימונים.

למרות שהשתמשנו ברימונים בצורה זו או אחרת במשך שנים, היתה זאת מלחמת העולם הראשונה — מלחמת־התעלות מטווח קצר, שעוררה התעניינות מוגברת בשטח זה. לפני גמר פעולות האיבה הוזמנו כ־100 מיליון רימונים מסוגים שונים. כפי שאפשר היה לצפות, מאחר, שלא היתה לנו „היסטורית־רימונים” מבוססת, העתקנו את דגמי הרימונים ששמשו את חברינו בחזית בצרפת. רימון ההגנה שיצרנו, בסיסו היה — דגם „המילס” הבריטי. גודלו וצורתו היו כשל לימון גדול, כשגוף הרימון מעוצב ברזל יציקה ומשונן מבחוץ כמסור. הרימון היה חרוץ 8 חריצים לאורכו ו־4 חריצים טובבים מקיפים. אורך הגוף היה כ־10 ס"מ וקוטרו המירבי היה 6 ס"מ.

הודק בצורת כוכב או בצמיתת־פרח והיה אטום למים. הכדור רים סופקו בשיטות שונות, כולל הכנסת כדור אחד בזנב הרימון בתוך פקק פלסטי מיוחד, כדי שלרמן יהיה כדור אם יהיה לו רימון.

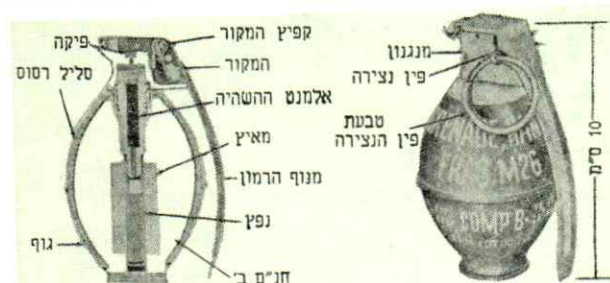
כדי לירות רימון היו פותחים המחסנית ובית הבליעה של הרובה ומוציאים את כל התחמושת הרגילה, מכניסים לבית הבליעה אחד מתחמישי ה־M³ המיוחדים, סוגרים את בית הבליעה ונוצרים את הרובה. הרימון הורכב על ה"רומה", פין הבטחון נשלף, והנשק היה מוכן ליריה — מלבד שני צעדים חשובים; צעד אחד היה הכיוון הנכון. והשני — במקרה והחיל רצה לירות את הרימון מהכתף היה עליו לאסוף את כל אומץ ליבו. הדף היריה של רימון שנורה מהכתף היה עצום, ויריה מסוג זה לא נחשבה למשעשעת. אם נתעלם מתופעות כגון: רתיעה הנגרמת ע"י האצת גזי השריפה וכן רתיעת הלוע ונתחשב אך ורק בהעברת המומנטים (תנע), הנגרמת על־ידי הרימון, המשוגר מהרובה, נקבל מהירות של 20 מטר/שני.

רובה ציד מס' 12 במטען מקסימלי נותן מהירות של 4 מטר בשניה, וגם זו מכה ראויה לצינור. האנרגיה של רתיעת הקנה משתנית עם ריבועי המהירות. אפשר היה להעמיד את קת הרובה נגד גדם עץ, או בשקט בקרקע וכך אפשר לפתור ב"רמאות" במקצת את הבעיה מאחר ואפילו ירי נגד סנקים מטווח־קצר הוא בזווית די גבוהות, אפשר היה להצליח בזאת לצורך ירי בזווית גבוהה. לטווח ארוך יותר היה צורך להשעין את קת הרובה על הקרקע.

ירי רימון כבד זה דרש קת טובה בעלת כתפי רתיעה מתוכנות היטב כדי להעביר את העומס מהמנגנון אליה. למזלנו, גם רובה ה־M¹⁹⁰⁹ וגם רובה ה־M¹ היו טובים מבחינה זו ובדרך כלל היו מסוגלים לירות הרבה רימונים. אפילו הקרבין מסוגל היה לעמוד בעומס לזמן מה. תחילה שוגרו רימונים מה־M¹⁹⁰³, אולם קיום רובה מיוחד בכיתה שהיתה חמושה ב־M¹ היתה סתם טירחה. הבעיה עם ה־M¹ היתה שהרימונים קרעו את המנגנון שלו, משום שהגזא פעל על הבוכנה במשך זמן רב.

הפתרון הסופי היה התקנת שסתום בקצה צילינדר הגזא שהופעל אוטומטית על־ידי המשגר. כשנורה הרימון נרתע המשגר ופתח את השסתום וכך נמנע נזק לרובה. על־ידי ירית כמה כדורי תחמושת רגילה נסגר הוסת אוטומטית.

צינור הרימון היה מותאם בחפש רב על הרומה, פירושו של דבר אם רצית לירות מראש גבעה בכיוון מסה יכול היה הרימון להתחלק וליפול לרגליך. תופעה שבהחלט לא רצויה!



רימון חיד, M²⁶ נראה בתמונה עם מנגנון ההשהיה בלבד

הרימון על־ידי שינוי הנפח הפנוי בקנה. זאת על־ידי שינוי עומק החדרת מוטה־הרימון לתוך הקנה, או על־ידי השימוש במוטות שארכם שונה.

הבריטים, למשל, השתמשו במוטות שאורכם שונה מ־10 עד 30 ס"מ. נוסף לטירחה הגדולה שבנשיאתם ובשימושם, היה חשד שהמוטות הביאו למקרים של קנים מנופחים.

בשנת 1917 הכנסנו לשימוש את רימון־הרובה V.B. MK1 שדמה במאוד לרימון V.B. הצרפתי, שקיבל את שמו ממתכנניו ויו"ן ובטיירס. צורת הרימון היתה גלילית, אורכו היה 6 ס"מ, קוטרו — 5 ס"מ, משקלו כ־600 גר' וטווחו כ־180 מ'.

רימון זה שוגר ממדוכה דמוית גביע, שהותקנה על לוע הרובה. לצורך הדיפת הרימון לא נדרשה תחמושת מיוחדת, משום שהכדור הרגיל שנורה, הדף את הרימון.

ומה באשר לסיכון הכרוך בפגיעת הקליע ברימון?

זה נמנע על־ידי קביעת מעבר מתאים לאורך גוף הרימון במרכזו. הכדור עבר דרך פתח זה, מבלי "להבחין" בקיום הרימון. אולם, היה על הכדור לבצע עבודה קטנה "כתשלום" בעד נוחיות הנסיעה. בשעה שעבר דרך הפתח היה עליו לפגוע בטובלן קטן, שבלט אל תוך הפתח, הטובלן הפעיל פיקה שהציתה את פתיל המנגנון של הרימון, ולאחר 8 שניות בערך, ניפץ המנגנון את מטען חומר־הנפץ שבתוך הרימון. ההשהיה בת 8 שניות הספיקה לרימון להגיע לטווח מירבי. עד לכניסתנו למלחמת העולם השניה חלו שינויים ניכרים בשטח הרימונים. ב־1940 הציע שווצרי בשם הנרי מוהאופט לחיל החימוש של צבא ארה"ב רימון בעל שתי תכונות מעניינות: ראשית, הוא השתמש באפקט ניוטון־מונרו או מטען־חלול, כדי להעניק חדירות פלדה יעילה, ובכך הפך אותו לנשק נגד סנקים. שנית, במקום להכניס את הרימון אל תוך המדוכה (כמו בדגם V.B.) הוא הכניס את המשגר לתוך הרימון (— רומה).

ה"רומה"

ה"רומה" היה מורכב מצינור, והצמדתו אל לוע קנה הרובה היתה פשוט הגדלת קוטר קנה הרובה בכ־3 ס"מ ובכמה סנטימטרים באורכו, ה"רומה" היה בעל קוטר פנימי די גדול כדי למנוע הפרעות לכדורים רגילים.

בשיטה זו לא ניתנה אפשרות לשגר רימונים בעזרת כדורים רגילים מאחר, שירי של כדור רגיל בשעה, שהרימון מורכב על הרומה, גרם לתוצאות הרסניות (פיצוץ הרימון על ה"רומה"). לכן, נחשבה שיטה זו כבלתי מוצלחת. על כל פנים, ניתן היה לירות בשיטה זו כדורים חיים, כאשר ה"רומה" בלבד מורכב על הרובה.

רימון־הרובה עצמו מורכב מגוף־מרעום וצינור־זנב המוצמד לחלקו האחורי של הגוף. בחלק החיצוני של הצינור, ליד הקצה האחורי, חוברו סנפירי יצוב, שהיו בדרך כלל מכוסים. צינור־הרימון החליק מעל לגוף ה"רומה" ונפלט מה"רומה" על־ידי תחמיש, שנורה מבית הבליעה של הרובה. התחמיש, שתוכנן במיוחד לשיגור רימונים, היה טעון בכ־2.5 גר' של אבק־שריפה IMR 4898, בתוספת כ־0.3 גר' של אבק־שריפה שחור לחומר הצתה מאיץ.

מאחר, שהאבקה IMR נשרפה בלחץ נמוך, היה צורך באבקה השחורה כדי שהתחמיש יוצת כהלכה. צוואר תרמיל־התחמיש

במעופו הוחזקה המשקולת על ידי קפיץ וחילה קל. בטיפול רגיל, הוחזקה המשקולת במצב נצור על ידי פין שחצה לרוחב, את הצינור מבפנים. אולם ברגע שנמשך הפין, היה הרימון דרוך. בשיא ההתעניינות נורו רימונים מסוגי נשק שונים רובה ה-1903 M רובה ה-10 הקרבין, תת המקלע ה-M3, ואפילו (בתור נסיון) מקלע 0.5 אינץ'. בנסיון להגדיל את הטווח מהקרבין והרובה, פותח „כדור ויטמינים“, זה היה מטען עזר שהוכנס לקצה הקדמי של ה„רומה“ כשהוצת הכדור הראשי, הוא הצית גם את מטען העזר. בקרבין, הוא הביא להגדלה עצומה בטווח, מאחר שהמאיץ כמעט הכפיל את כמות האבקה. ברובה, לפי הנסיונות הישנים שלי, גדל הטווח מ-200 מטרים עד ל-315 מטרים — מרחק גדול וחשוב. „כדור הויטמין“ הגדיל גם את הרתיעה לכן השתמשו בו אך ורק לירי בזווית גבוהה כשהקת הונחה על הקרקע.

שיפורים ברימון ההגנה

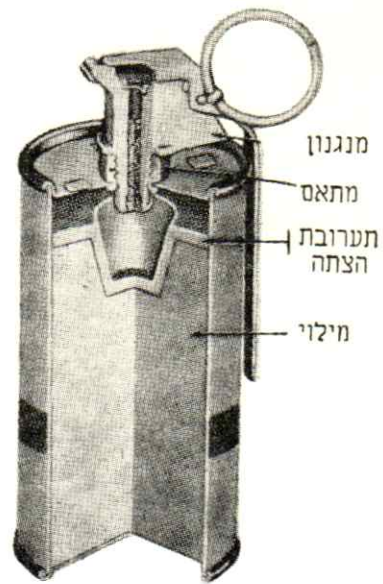
בהתפתחויות לאחר המלחמה, הורחב קוטר הרימון כדי לספק יותר חזירת שריון, תוכנן משגר טוב יותר, ופותח מרעום שהיו לו תכונות בטיחות משופרות. למרות עובדה זו נחלשה ההתעניינות ברימון רובה. כפי שכבר אמרתי התחלנו את מלחמת העולם השנייה עם רימון הגנה עשוי ברזל יצוק. הכל פעל כשורה וגוף הרימון המשוּוּן נשבר ל-40 חתיכות גדולות. הבעיה היחידה היתה ש-40 החתיכות לא נתנו כיסוי שטח טוב ביותר והיו מסוכנות אפילו בטווח גדול. מבחינת שלמות הרימון, צריכים להיות לו מספר גדול של רסיסים המסוכנים בטווח קצר כדי לתת כיסוי שטח יעיל, אולם הם לא צריכים להזיק כשהם מגיעים אל הזורק. רימון ה-MK היה די חלש משתי הבחינות. לכן ניסינו למלא רימונים ב-ט.נ.ט. וביליתי שעות מיגעות רבות בטיפורור חורים בלוחות עץ אורן. בכל אופן גלינו כי חומר הנפץ המרסק שבר את גוף הרימון לרסיסים קטנים מאוד, אולם במהירות גבוהה מאוד שנחלשה מהר. זה היה הצירוף אותו חיפשנו ומאז השתמשנו במילוי ט.נ.ט.

רימון ההתקפה

כשהסתכלנו היטב ברימון ההתקפה גלינו כי הוא מסוכן מדי ומאוד לא יעיל עד כמה שזה נראה מנוגד. בגלל לוחות החיזוק שעשויים מתכת, הזיז שהחזיק את המנגנון והמנגנון עצמו, עפה כמות מתכת די גדולה כשהתפוצץ הרימון. לרימון היתה נטיה להעלות חול וזוהמה אחרת לתוך פני הזורק. כך התברר שהוא לא כל כך בטוח לשימוש מקרוב.

בכל אופן, אם הסירו את המתכת, נשאר רק ה„באנג“ קול ההתפוצצות הגדול, זה יכול להיות מסוכן במקום סגור אולם במקום פתוח.....

לפני זמן מה דיברתי עם הקצין שניהל ניסויים אלה לפני 20 שנה. הוא הצית רימוני התקפה שלושה או ארבעה רגל מעצמו וההשפעה היחידה היתה צילצול קטן באוזנו. רימון ההתקפה הוצא משימוש, אולם יתכן שעדיין משתמשים בו ללוחמה במערות שבידי הוייטקונג.



רימונייד ניתנים לטעינה במבחן גדול של גורמים, כולל עשן, חומר מצית, חומר זוהר, ואפילו חימיקלים שונים להשלטת סדר במהומות

כתוצאה מכך ברומים מדגמים מאוחרים יותר נוסף קפיץ כדי להחזיק את הרימון במקומו.

למרות שהרימון תוכנן כנשק נגד טנקים, היתה לו השפעה טובה נגד גייסות, וכך יעילותו היתה כפולה. לשימוש נגד טנקים, הוא נורה בתור נשק ישיר ירי, אולם לשימוש נגד גייסות היה צורך להגיע למטרות שמאחורי מחסה, דבר שדרש ירי בזווית גבוהה כמו זה של מרגמה.

לכן פותחה כוונת צלוחית פשוטה נוסף לסבלת מגבהים שהראתה כיצד להגיע לכל מטרה שהיא בזווית גבוהה. כמו ברימון בעל המוט, אפשר היה לשנות את המהירות, ולכן גם הטווח על ידי שינוי אורך הקנה האפקטיבי — שינוי עומק הושבת צינור הרימון שעל הרומה. הרומים סומנו ושינויים בעומק ההושבה פלוס שינויים בזוויות הביאו למבחר צירופים רב ולגמישות רבה.

ברגע שהתבסס עיקרון שיגור הרימונים, התחילו לירות כל מיני דברים מקצה הרובה, כולל נרות עשן, רימוני תאורה עם מצנז, רימוני זרחן לבן, רימוני זיקוקים לאיתות וכדומה. נוצרו מתאמים מיוחדים להטלת רימוני יד באמצעות הרובה. המתאם הודק אל רימון היד והורכב על הרובה, טבעת קפיצית מיוחדת הורכבה על הרימון כדי למנוע שחרור המנוף. לפני הירי שלף החייל את נצרת הרימון. בשעת הירי, מהתאוצה, ירדה הטבעת הקפיצית ושחררה את המנוף והרימון פעל כרימון יד רגיל לאחר מכן, טווח רימון זה הוגבל בגלל זמן ההשהיה הקצר של המנגנון.

אולם בטווחים מסויימים — עם קצת זהירות אפשר היה לקבל תערובות של התפוצצויות קרקע עם רסיסי אויר נמוכים. התפתחות מאוחרת יותר היתה קשירת גוף הרימון אל זנב צינור שהכיל מרעום הקשה. מרעום הקשה זה היה פשוט יעיל, אולם לא סבל כל אי זהירות.

הוא הורכב ממשקולת צילינדרית שהתחלקה בתוך צינור, קצה אחד של המשקולת עוצב לנוקר חד שדקר אל תוך הנפץ הרגיש.

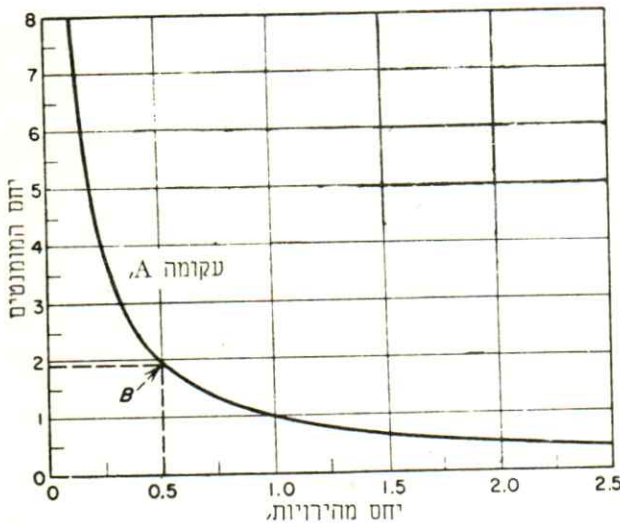
חלק ב' של הנאנור יופיע בגליון הבא

משנה מומנט

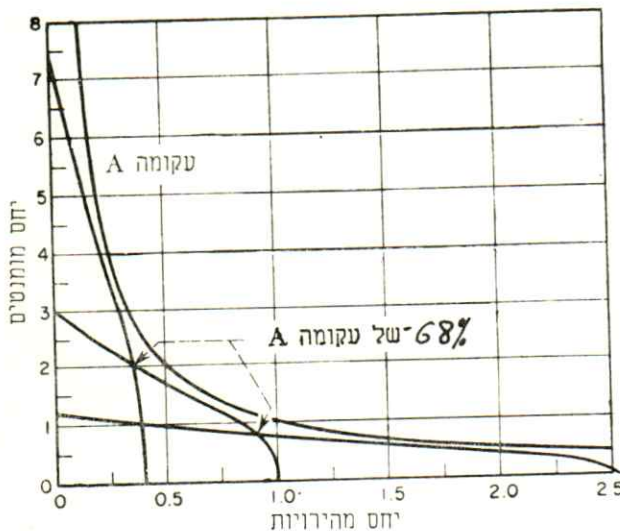
והתאמתו

למנועי

שריפה פנימית



ציור 1: מערכת תמסורת אידיאלית



ציור 2: תמסורת אידיאלית בהשגה למשנה מומנט

עד אשר הופעל בהצלחה משנה המומנט הראשון היתה תיבת-הילוכים האמצעי הנפוץ ביותר להגדלת מומנט ממקום. שהמומנט שלו קבוע פחות או יותר. גם כיום למרות הופעתו של משנה המומנט היא עדיין שלטת בשטח זה, למרות שהיא רחוקה משלמות הן מבחינה מעשית והן מבחינה תיאורטית. נבחון תמסורת אידיאלית.

נבנה מודל של מנוע ותמסורת אידיאלית כזו:

תמסורת זו היא בעלת $\frac{M_2}{n_2}$ תמסורת $\frac{M_1}{n_1}$ מנוע הנצילות — 100%.

לפי הנוסחה $M=K$ כאשר M מומנט, N ההספק, n מספר

הסבובים, K קבוע. אנו יכולים לכתוב: $M_1 = K \frac{N_1}{n_1}$ ו- $M_2 = K \frac{N_2}{n_2}$

מכיון שהנצילות 100% הרי $N_1 = N_2$ מכאן

$$\frac{M_2 n_2}{K} = \frac{M_1 n_1}{K}$$

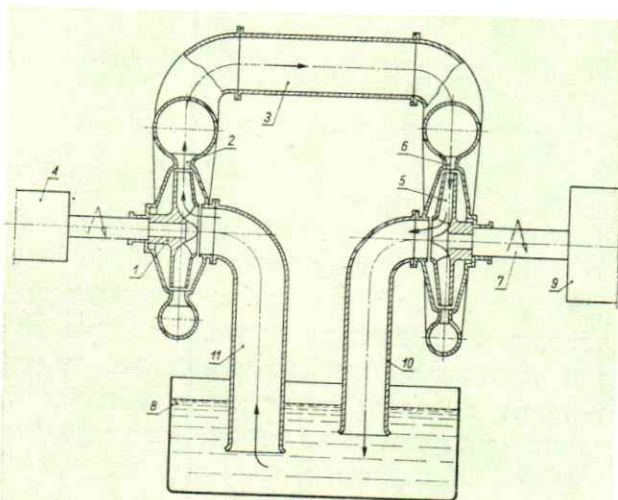
$$\frac{M_1}{M_2} \times \frac{n_1}{n_2} = 1$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{n_1/n_2}$$

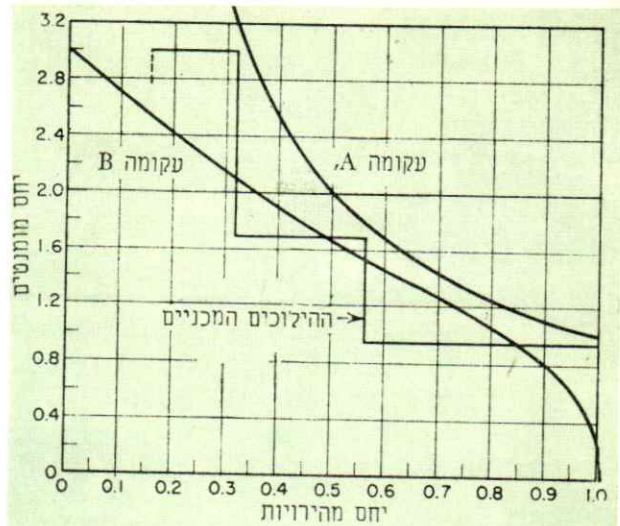
כלומר אם נבנה גרף של יחס המומנטים ליחס המהירויות של מערכת מנוע-תמסורת אידיאלית נקבל היפרבולה (ציור 1). משנה המומנט מספק לנו את התמסורת הקרובה ביותר, לתמסורת האידיאלית, בציור 2 אנו רואים כי משנה המומנט נותן לנו 68% מהתמסורת האידיאלית ומכאן שהוא עדיף על תמסורת בעלת גלגלי-שיניים. כדי להדגיש עליונות זו נראה משנה מומנט בעל שלושה הילוכים מכניים בהשגה לתיבת הילוכים בעלת 6 הילוכים (ציור 3). בציור ניתן לראות את שלשת תחומי הפעולה של משנה המומנט בהתאם להלוך המכני, וכעת גם בהתאם לששת ההלוכים המכניים.

שתכונה זו קובעת את גודל ההספק הנמסר ל"מ"מ. מ"מ" תלת-שלבי הנמצא במצב עצירה מוריד את סבובי-המנוע נמוך המונעת. אם המשאבה והטורבינה שוות בגודלן, יש לנו מצמד-הידראולי ללא הגדלת מומנט וללא שנוי מספר הסבובים. אם הטורבינה גדולה יותר, סבוביה אטיים יותר, ומומנט-היציאה גדול ממומנט-הכניסה. מכיוון שכל המערכת פועלת כחידה, היה זה צעד הגיוני להכניס את שני הרוטורים לתוך בית אחד ועל-ידי כך הושג חסכון במקום, ויעילות גבוהה יותר בגלל קיצור דרך הנוזל (ציור 5). המשאבה והטורבינה נראות כאן כשתי צלחות, בצורה של חצי טורוס. הנוזל עושה שתי תנועות סבוביות; אחת עם כיוון הסובב של הצלחת, והשניה — מסביב לדפנות הטורוס. בתוך המשאבה נכנס הנוזל ליד הגל ומתרחק מציר-הסובב, תודות לכך גדלה מהירותו ועמה גדלה האנרגיה-הקינטית. לתוך הטורבינה נכנס הנוזל דרך הקוטר הגדול והוא מתקרב לציר, על-ידי כך קטנה מהירותו והוא מפעיל ריאקציה על הטורבינה. ציר רופן של שתי התנועות הסבוביות הוא שנותן למצמד-הידראולי את גמישותו. כאשר הטורבינה עומדת והמשאבה מסתובבת במהירות, מגביר הנוזל את מהירותו הסבובית סביב לדפנות הטורוס ודוקא מהירות זו מגדילה את המומנט שיכול המצמד להעביר. כאשר הטורבינה מסתובבת במהירות שווה לזו של המשאבה, אין נוצרת תנועה סבובית סביב לטורוס והמומנט שיכול המצמד להעביר הוא 0.

הסיבה לחוסר תנועה סביב לטורוס נעוצה בכך, שאם שתי הצלחות מסתובבות באותה המהירות, הרי ששתיהן מפעילות אותו כוח צנטריפוגלי על הנוזל הנמצא בתוכן, ולכן נצמד הנוזל בשתייהן לדופן החיצונית ואיננו מסתובב סביב לטורוס. אם המשאבה מהירה יותר, הרי מפעיל הנוזל לחץ גבוה יותר על דפנותיה החיצוניים מאשר על דפנותיה של הטורבינה ועובר מן המשאבה לטורבינה. המצמד-הידראולי אינו מסר גל להוציא מומנט גדול יותר מהמומנט הנכנס לתוכו. על-ידי הכנסה של גלגלי כפות (סטטורים) ניתן להשיג בהפרשי המהירויות שבין המשאבה לטורבינה, הגדלה של מומנט-היציאה. מבנה זה, המכיל גלגלי כפות נקרא "משנה-מומנט". יותר מאשר מ"מ-חד-שלבי, מכאן, שהוא מושך מהמנוע יותר



ציור 4: מצמד הידראולי כמערכת משאבה טורבינה



ציור 3: תיבה בעלת שלושה הילוכים בהשוואה למשנה מומנט

ברור, שקיי משנה-מומנט קרובים יותר לקו התמסורת האידראולית.

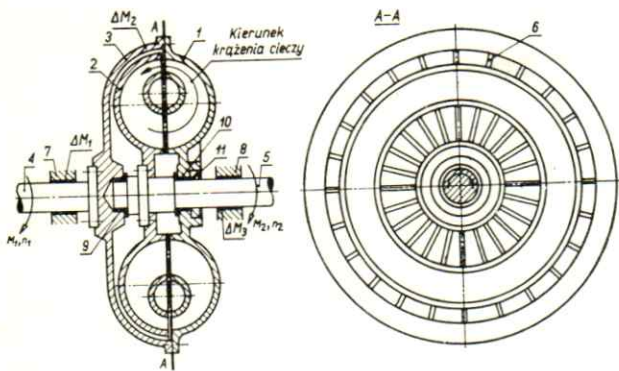
עקרון פעולה

לפני, שאתאר את עקרון הפעולה של משנה-מומנט, יש לציין, שמשנה-מומנט הוא תולדה של המצמד-הידראולי. לכן, אתאר בשלב הראשון את עקרון הפעולה של המצמד-הידראולי. באופן עקרוני ניתן לומר, שמצמד-הידראולי הוא מערכת משאבה-טורבינה ומתואר בציור 4 המשאבה (1) המופעלת על-ידי המנוע (4) שואבת נוזל מהמיכל (8). הנוזל הנשאב רוכב אנרגיה-קינטית ברוטור של המשאבה על חשבון האנרגיה של המנוע. בתוך הדיפוזר של המשאבה (2) נהפכת האנרגיה-קינטית-של-הנוזל לאנרגיה-של-לחץ. דרך הצנור (3) מגיע הנוזל אל הטורבינה (5). בתוך הדיפוזר (6) של הטורבינה שוב נהפכת האנרגיה-של-לחץ לאנרגיה-קינטית. תוך מעבר הנוזל דרך כפות הטורבינה שוב נהפכת האנרגיה-קינטית לאנרגיה-מכנית המועברת דרך ציר (7) למכונה

השוואת סוגי משני-מומנט שונים

יש צורך להבין את תכונות המ"מ * ומקומות העבודה שלו כדי להבין כיצד הן משפיעות על המנוע ועקומות ההספק והמומנט שלו. לכל סוג של מ"מ יש תכונות אופייניות הנובעות מתכונותיו. תכונות אלה, מנצל המהנדס לקבלת אופטימום בצו. קיימים 3 סוגים: חד-שלבי, דו-שלבי, ותלת-שלבי. לפי מספר גלגלי הכפות. משנה-מומנט-חד-שלבי מסוגל לפתח מומנט-עצירה הגדול פי $2.5 \div 4$ מכה המנוע. דו-שלבי מפתח מומנט עצירה הגדול פי $3 \div 5$ מכה המנוע. תלת-שלבי מפתח מומנט עצירה הגדול פי $4.5 \div 6$ מכה המנוע. ההשוואה בין הסוגים הנ"ל יכולה להעשות על בסיס מומנט-עצירה קבוע כאשר משתמשים במנועים זהים (ציור 6). התכונה הראשונה להשוואה היא מהירות המנוע וזאת משום

* לצורך נוחיות נציין במאמר את משנה-המומנט, במ"מ.



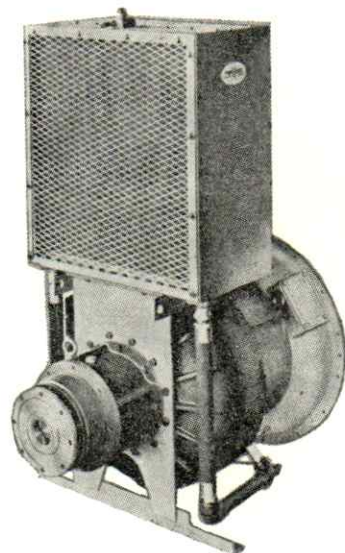
ציור 5: הכנסת שני הרוטורים לבית אחד מביאה לחסכון במקום וליעילות גבוהה יותר. (1) אימפלו של המשאבה, (2) אימפלו של הטורבינה, (3) הבית, (4) גל הכניסה, (5) גל היציאה, (6) כפות, (7) מיטב של גל הכניסה, (8) מיטב של גל היציאה, (9-10) מיטבים פנימיים של המצמד, (11) אטמים

נשמע שהמנוע יורד בסבובים). נקודה לא פחות חשובה לשי- קול הינה המדות החיצוניות של המ"מ וזאת לצורך קבלת מושג על השפעת הגודל על הבצועים. יש להזכיר ש: מומנט \leftarrow יחסי ל- $n^2 D^5$ כאשר D קוטר גלגל הכפות. הספק \leftarrow יחסי ל- $n^3 D^5$.

יצרני מ"מ עמדו בפני בעיה קשה של התאמת הצידוד שבידיהם למירב המנועים, הנבדלים זה מזה בתחום סבובי העבודה שלהם. נמצא, שרוב המנועים עובדים בסביבות מהירות של 1700 סל"ד. מהנדסי חברת "Twin Disc" מעניקים חשיבות ראשונית ליחידה הראשונה שיצרו ואשר העבירה במהירות של 1700 סל"ד, 100 כוח-סוס. קוטרו של מ"מ זה נחשב ל-1, הגודל הבא אחריו הוא 1.15. נחשב ונמצא כי 1.15 בחוקה חמישית הוא 2, לכן, מ"מ זה נותן במהירות של 1700 סל"ד 200 כ"ס. הגודל האחרון הוא 1.6, טיפוס זה נותן במהירות של 1700 סל"ד 1,049 כ"ס. התחומים בין הגדלים השונים מכוסים על-ידי שני זווית-הכפות של הטורבינה ושל המשאבה או על-ידי שניים אחרים במבנה. כמובן שהמ"מ חייב להיות מותאם למנוע, ודבר זה פרושו שהוא יכול להע-

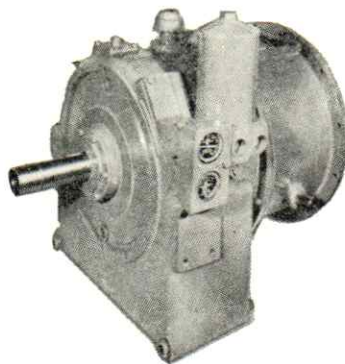
מומנט ופחות הספק. התוצאה — פחות חום נפלט החוצה (כל זה נובע מכך, שעקומת הנצילות של תלת-שלבי טובה יותר) ומערכת הקירור פחות עמוסה. ככל שהעומס יורד, מ"מ-התלת-שלבי עולה מהר יותר תודות למהירותו ומאפשר למנוע לפתח הספק גבוה יותר. המ"מ-החד-שלבי מוריד את מהירות המנוע בתוך תחום ההאצה, וכך אחרי מינימום סיבובים מסוים מרשה למנוע לפתח את מהירותו.

נקודה שניה להשוואה היא הנצילות. מ"מ-תלת-שלבי הינו בעל נצילות גבוהה יותר במהירויות הקרובות לעצירה, ואילו החד-שלבי הינו בעל נצילות גבוהה יותר במהירויות הגבוהות. כמובן שלכל תכונה יתרונות וחסרונות. בחירת אחד הסוגים תעשה בהתאם לתחום הסבובים שבו עובד הכלי רוב הזמן. על חולשתו של מ"מ, במהירויות גבוהות ניתן להתגבר על-

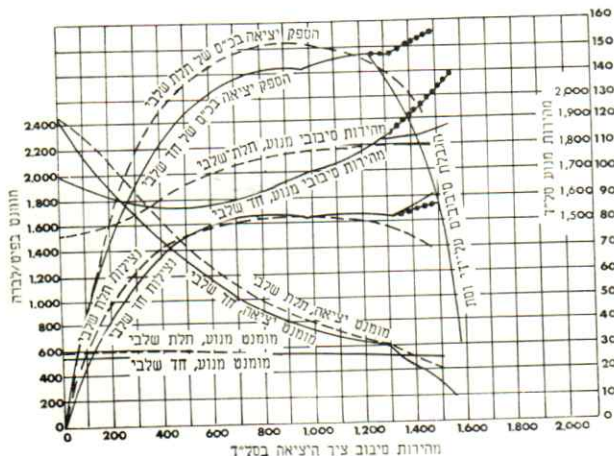


משנה-מומנט תלת-שלבי

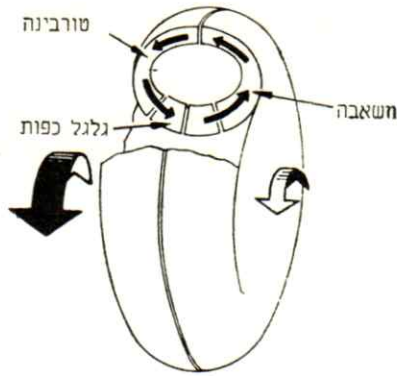
ידי הצמדה מכנית קשוחה למנוע בתחום המהירויות הגבוהות. דבר המגדיל את הנצילות. סידור זה מגדיל את הנצילות של מ"מ-חד-שלבי. תכונותיו של מ"מ-דו-שלבי הן פשרה בין מ"מ-חד-שלבי למ"מ-תלת-שלבי. מהירות המנוע במ"מ-דו-שלבי יורדת בעצירה יותר מאשר בתלת-שלבי, ועולה בצורה קצובה למהירות מווסתת עליונה. תכונה זו רצויה בכלי-רכב אוטומוביליים מכיוון שאז משקפת מהירות המנוע את מהירות כלי הרכב (במ"מ-חד-שלבי תוך האצת הרכב



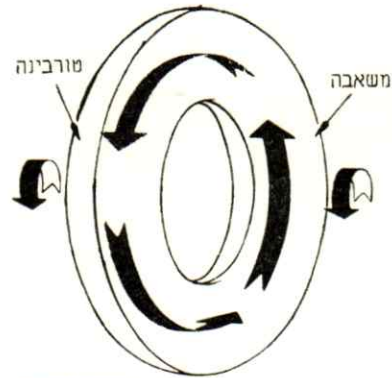
משנה-מומנט חד-שלבי



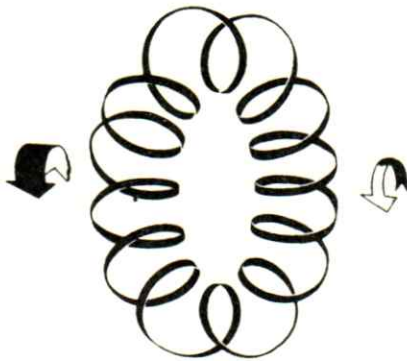
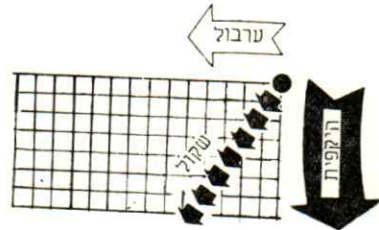
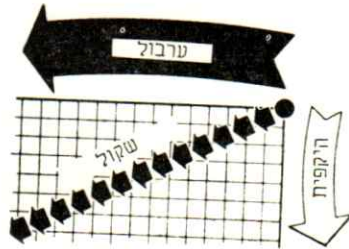
ציור 6: השוואת תכונות של מ"מ תלת-שלבי להד-שלבי



זרימת ערבול



זרימה היקפית



ביר את מלוא ההספק של המנוע בסיבובים מווסתים מירביים.
 מומנט ביחידות פאונד/לפיט $M = \frac{5252 \text{ hp}}{n}$ כאשר hp זה כ"ס.

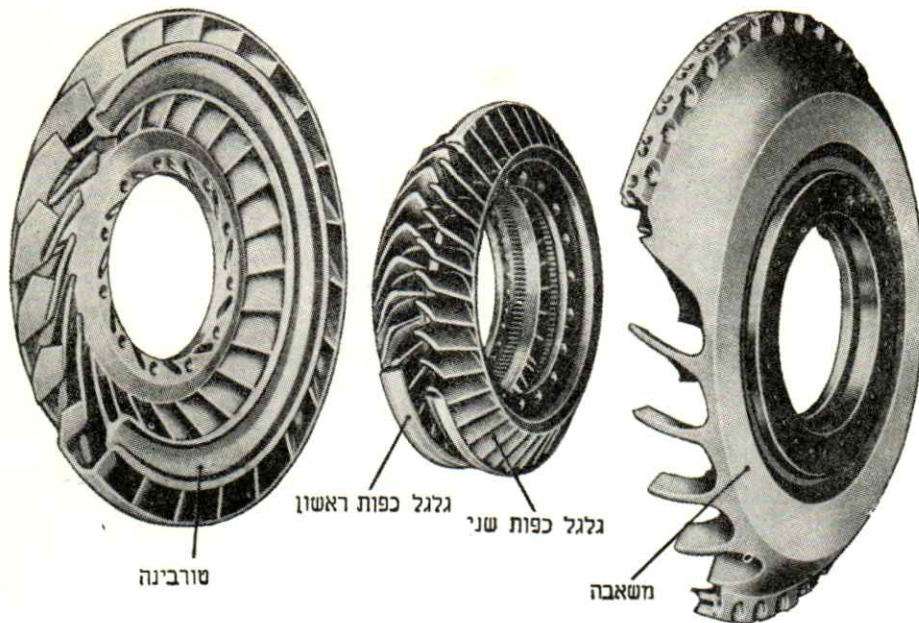
n סיבובי המנוע מווסתים בעומס מלא.
 מומנט זה, כאמור, צריך להיות שווה למומנט המ"מ, ומיוחס
 למהירות של 1700 סל"ד, לכן

$$M_{1700} = \frac{5252 \text{ hp}}{n_1} \left(\frac{1700}{n_1} \right)^2 \left(\frac{1}{D} \right)^5$$

לפי המונחים של חברת "טווינד" נקרא מומנט זה (ציור
 8) מומנט-ספציפי, ומסומן ב" M_s.

בסדרת התמונות המצורפת, מוסבר עקרון הפעולה של מצמד
 הידראולי.

תנועת הנוזל מורכבת למעשה משתי תנועות נפרדות.
 תנועה אחת, כאשר חלקיקי הנוזל משתתפים בפעולה זהה
 לתנועת צלחת הטורבינה (תנועה היקפית), והתנועה השניה
 זרימה של הנוזל מן המשאבה לטורבינה וחזרה. אפשר להר-
 כיב את שתי התנועות בצורה וקטורית ולמצוא את השקול
 שלהן, כאשר שקול מהירות הנוזל דומה לוקטור מהירות
 המשאבה, המצמד מעביר מהירות גבוהה במומנט נמוך, כאשר
 השקול מתקרב אל וקטור המהירות, מן המשאבה לטורבינה
 וחזרה, המצמד מעביר מהירות נמוכה ומומנט גבוה.

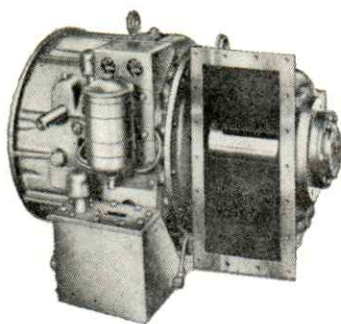


ציור 7: בציר זה רואים משאבה, שני גלגלי הכפות, והטורבינה בפריסה של החלקים

משינויים פנימיים כגון שינוי צורת הכפות וכו'). לאחר שנקבע סוג מ"מ למנוע לפי הספק המירבי, אנו מעוניינים להגיע לתכונות הבצוע של הציורוף. כמה תכונות חשובות של המ"מ שואבים מעקומת המומנט הראשונית, יחס השימושיות (utility rate) מתקבל מחלוקת יחסי המהירויות בשתי הנקודות בהן הנצילות היא 70%. אם נתבסס על הציור של העקומה

בתמונה המצורפת רואים עקומות כ"ס כפונקציה של סבובים של שלושת המשפחות של המ"מ (קטרים: 1, 1.15 ו-1.6). מ"מ בעל $M_s = 300$ ft-lb הוא אבי המשפחה (אם נבדוק במהירות של 1700 סל"ד, הרי במשפחה של $D = 1$ סוג 300 נותן 100 כ"ס וזהו המ"מ הבסיסי של החברה. ב- $D = 1.15$ סוג 300 נותן 20 כ"ס, כי יתר הסוגים מתקבלים כזכור

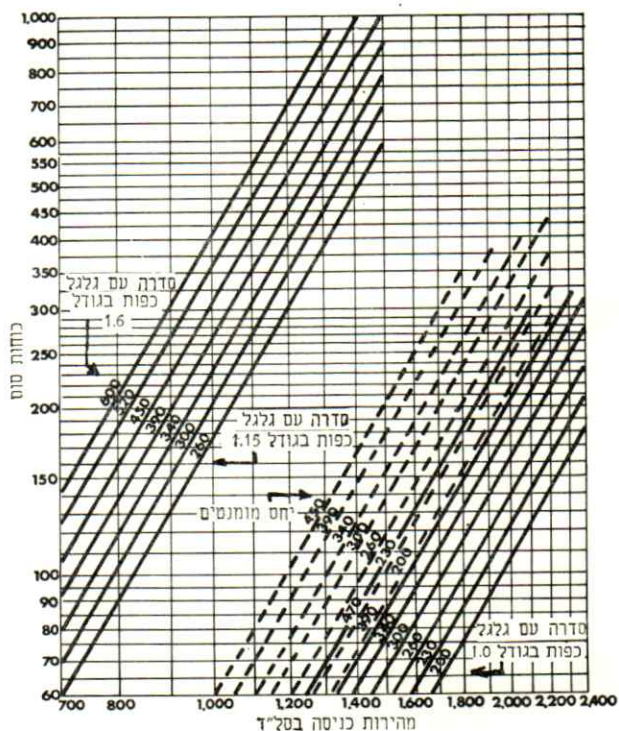
$$M_s = 390 \text{ הרי יחס השימושיות הוא } \frac{0.73}{0.215} = 3.40 \text{ ליחס זה}$$



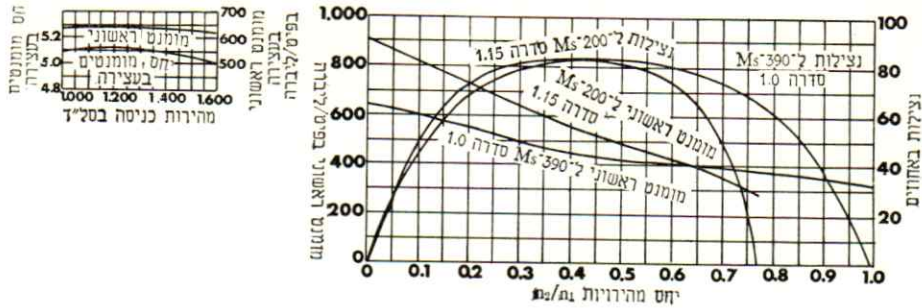
משנה מומנט תלת שלבי

קוראים, "יחסי השימושיות", וזאת משום שהמ"מ שמושי לפעור לה נמשכת. כך לגבי נצילות של למעלה מ-70%, משום שמערכת הקירור שלו מתוכננת לפליטת 30% מן ההספק המועבר. ככל שעובדים בנצילות נמוכה יותר, מתקצר הזמן בו מותר לעבוד בעצירה נמוכה של צירי הציאה. בדרך כלל אסור לעבוד למעלה מ-3 דקות. יחס מומנטים כולל, נותן מושג על התחום השימושי של יחסי הגדלת מומנט. יחס זה

$$\text{מושג ע"י חלוקת יחס מומנטים } \frac{M_2}{M_1} \text{ בעצירה מלאה ליחס}$$



ציור 8: בציר נראות בבירור שלושת הקבוצות המושגות על-ידי שינויי קטרים של גלגל הכפות, קבוצה של קטר 1, קטר 1.15, וקטר 1.6. בתוך קבוצות עיקריות אלו מופיעים הדגמים השונים הנבדלים זה מזה בגודל ה- M_s . לפי עקומות אלו אפשר לבחור מ"מ לפי ההספק של המנוע והסיבובים שלו



צירור 9: עקומות כ"ס כפונקציה של סיבובים

$$M_1 = K \frac{N_1}{n_1}$$

$$M_2 = K \frac{N_2}{n_2}$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{N_2 n_1}{N_1 n_2} = \frac{\tau}{n_2/n_1}$$

בשביל $M_s = 390$ בנצילות של 70% יהיה החישוב

$$\left(\frac{M_2}{M_1}\right)_{70\%} = \frac{0.70}{0.73} = 0.96$$

מומנטים $\frac{M_2}{M_1}$ בנצילות 70% איננו מופיע בצירור (9) אך ניתן

לחישוב. נחזור לחישוב הדומה לחישוב שנעשה בהקדמה יחס מומנטים $\frac{M_2}{M_1}$ בעצירה מלאה לא יהיה שווה לכל סוגי

המנועים. המנוע עובד בעצירה מלאה בנקודת המומנט המירבי שלו ולכל סוג מנוע מומנט מירבי בסבובים שונים מכאן, שבזמן ניסוי עצירה עם מנועים שונים, מסתובבת המשאבה בסבובים שונים ומכאן, שבמנועים שונים יחסי המומנט בעצירה שונים במקצת.

חנן שבת

יותר בטיחות לנהג ולנוסע

רצועות אלה תמנענה התחלקות הנוסע לכל צד, בשעת עצירה או התנעה פתאומית.

ב. גומי.

(1) אפשר להדביק גומי ספוג בעובי של 2 ס"מ בערך, על השמשה האחורית בתא הנהג, לשם הגנת ראשו של הנוסע והנהג במקרה של מכה, ועל מנת למנוע פציעה על-ידי רסיסים, במקרה של שבירת הזכוכית.

(2) בגלדיאטור המרחק בין הדופן האחורית בתא הנהג והמשענת הוא גדול, ובמקרה של מכה נזרק ראשו של הנהג אחורנית ללא הגנה. אפשר להתקין כרית גומי, המיועדת לשמירת הראש.

(3) בתא הנהג של טנדר ויליס נמצאים קצוות חדים מפה בחיבורי הגג לדפנות, אפשר לצפותם בגומי ועל-ידי זה למנוע פציעה.

ג. שלוש.

(1) שלוש בצורת חץ בתוך המכונית, המכוון את הנוסע (טרמד פיסט) לרדת לצד ימין של הכביש (על מנת להודות לנהג) ולא לכיוון הכביש, שבו מתנהלת התנועה, דבר שמהווה סכנה המורה ואף גרם להרבה תאונות קשות.

יום נוסעים אלפי אנשים למקום עבודה וממנו במשאיות, טנדרים, ג'יפים וכו', ועליהם לסבול את הזעזועים והטלטולים שבמכוניות אלה, כתוצאה ממצב הדרכים, עצירות פתאומיות, סיבובים חדים וכו'. בכלי רכב אלה, שלרוב אינם מיועדים להסעת נוסעים, למרות שנקבעו בהם ספסלים, אין אמצעים, שהנוסע יכול להחזיק את עצמו במצבים בלתי נוחים. דבר שלא פעם גרם לפציעות ומכות של נוסעים, שנחבלו בגלל היעדר אמצעי בטיחות פשוטים, שעלולים היו למנוע סבל זה.

לדעתי יש מספיק חומר בשוק האזרחי, שאפשר היה לנצל אותו לחגורות בטיחות שונות ולאמצעי מגן אחרים. ברצוני לציין כמה דוגמאות:

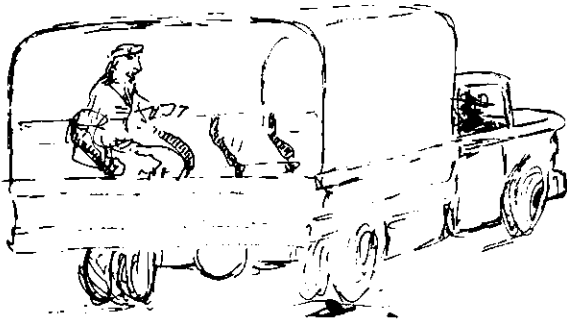
א. רצועות המשמשות להרמת תריסים, או לגבי רכב צה"ל — חגורות תחמושת ישנות (שיש להם כושר קריעה של 150—250 ק"ג בערך)

(1) אפשר להתקין חגורות אחיזה בצורת עניבה, המחוברות לגג (קשתות עליונות) של הרכב ובהן אפשר להיאחז בשעת הצורך.

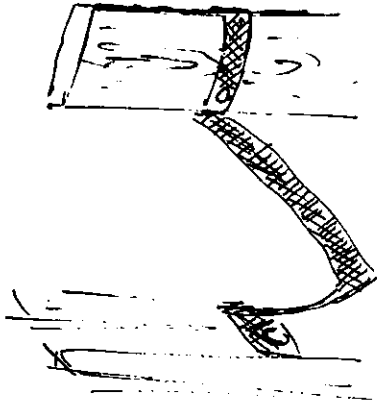
(2) מאותן חגורות אפשר גם להתקין משיצות בין כל נוסע ונוסע,

הסבר לתמונות:

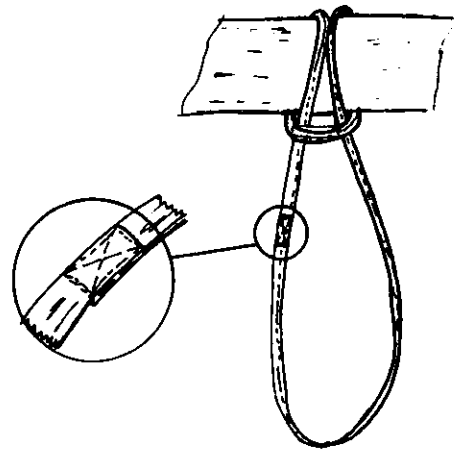
- (1) אופן קשירת רצועת התריס לקשתות הגיף או הסנדר בהגדלה צורת התפירה היעילה ביותר של הרצועה
- (2) החגורה מחוברת לקשתות הגיף
- (3) החגורה בצורת עניבה מחוברת לקשתות הסנדר
- (4) רצועות מפרידות בין כל נוסע ונוסע בהן אפשר להיאחז בשעת טלטול
- (5) אופן חיבור הרצועה לספסל ולמשענת.
- (6) שלוט בצורת חיצים על דפנות כלי הרכב מכוון את הנוסע לירידה בצד ימין של הכביש
- (7) כרית מגן לראשו של היושב בתא הנהג של הגלדיאטור.



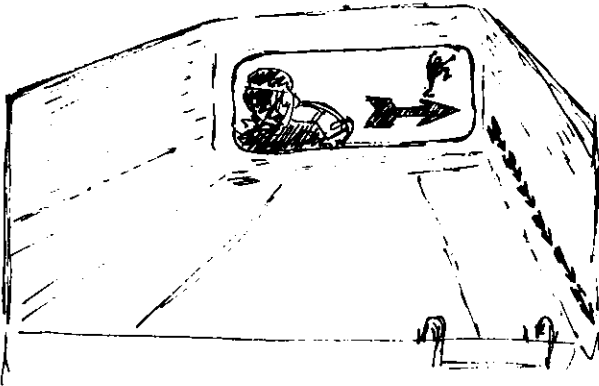
ציור מס' 4



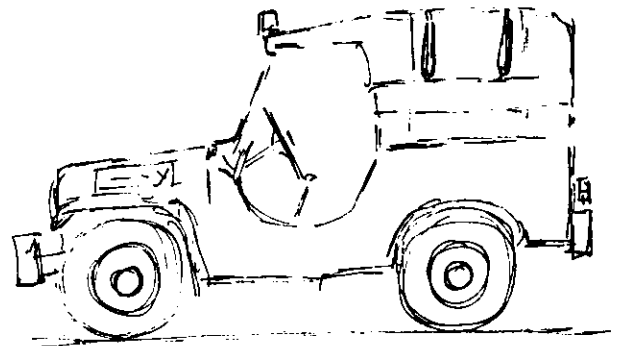
ציור מס' 5



ציור מס' 1



ציור מס' 6



ציור מס' 2



ציור מס' 7



ציור מס' 3

חידושי המדע

מנוע חשמלי המופעל ונעצר באופן מידי

סוג חדש של מנוע חשמלי, אשר יכול לפעול או להיעצר באופן כמעט מידי, פותח לאחרונה בארה"ב על-ידי ד"ר דוד. א. ויגנד. המנוע נראה כמנוע חשמלי רגיל, הוא מורכב משני חלקים מרכזיים נייחים, האחד חיצוני והשני פנימי, וגליל אלומיניום דק וקל משקל. גליל אלומיניום זה הינו החלק הסובב היחיד במנוע, והוא מחליף את הרוטור הכבד שהיה מקובל עד כה. גליל האלומיניום מתאים לשימוש גם במנועים חשמליים רגילים.

יכולו להשתמש במנוע החדש בעבודות בהן דרושה עצירה מיידית והפעלה מהירה, כמו "ידיים" מכניות, או מפעילים.

מערכת TOW במסוקים

כוונת מיוצבת חדישה על בסיס גירוסקופ, המיועדת לכוון את טיל הניס TOW העל-קולי, מוכנסת לשימוש בצבא ארה"ב. הטיל משוגר ממסוק, ותפקיד הכוונת לשמור על מסלול מעוף מדויק. הכוונת תיוצב על המטרה למרות תנודות המסוק ותמרוניו. הכוונת החדשה תאפשר למשגר לשמור את צולבי הכוונת על מטרות ניידות או נייחות, אף בזמן שהמסוק מתחמק מאש קרקע. טיל ה-TOW מונחה על-ידי חוטים, מכון על-ידי מערכת אופטית, ומשוגר מצינור. הטיל עט על המטרה בעזרת קו כיוון של התותחן. מנחים אותו סימנים אלקטרוניים שהם חסיני מעצור, עקב היותם מועברים לטיל באמצע-עות כבל.

שמן משומש ומלוכלך למנועים חדשים

שמן משומש המכיל בתוכו כמות ניכרת של חומר מוצק, עדיף להרצת מנועים, על פני השמן הנקי בו משתמשים בדרך כלל. אלה על כל פנים דבריו של המדען הרוסי ו.א. ליוק, במבחנים במנועי בוכנה, בהם החיכוך בין הצילינדר והבוכנה נמדד במכשירים מיוחדים, מצא המדען הרוסי, שכמיות חומר הסיכה, מולאו בלכלוך, תחת מצבי חיכוך קיצוניים. מנועים חדשים שהיו בהרצה, התיקררו הרבה יותר מהר עם שמן משומש, מאשר מנועים בהם השתמשו בשמן נקי. שום הבדל, במידת ההחלקה המיקרוסקופית בין הבוכנה והצילינדר, לא נמצא בין מנועים בהם השתמשו בשמן משומש, לבין המנועים בהם השתמשו בשמן חדש.

ציוד למודים מיוחד — בודק הרגלים

עם הכנסת מתקנים אלקטרוניים חדישים לבתי הספר לנהיגה עלולה נהיגתן לעמוד, עד מהרה, תחת בקרת, ללא ידיעתן. מתקן נוסף הוחנן עבור המשד הפדרלי של הדרכים הציבוריות בארה"ב. מתקן זה עוקב אחריו, ויכול לציין מה מהירותן, באיזה מצב הבלמים שלך, מהי צורת שימושך בדושת הדלק, צריכת הדלק ומידת השתלבותן בתנועה המתקן כולל מד טנן אופטי, הלוכד את המכונה ומספק מיד נתונים לגבי המהירות, ומצב הבלמים. הציוד אינו מיועד לתפיסת עברני תנועה, אלא לשימוש בתיספור ללימוד נהיגה, כדי להקנות לתלמידים הרגלי נהיגה נכונים.

מיכל דלק חדיש למכוניות — עשוי מפלסטיק

מיכלי דלק חדישים העשויים מחומר פלאסטי — פוליאטילן, מותקנים מזה זמן מה במכוניות מירוף. מיכלים אלה מסוגלים להתי

אים עצמם לכל גודל וצורה, הם בעלי התינגדות לקורוזיה, זולים ליצור, ובמקרה של תאונה הריהם בטוחים הרבה יותר מהמיכלים הקודמים העשויים מתכת. במקרה ופורצת דליקה, הסכנה של התפוצצות המיכל, קטנה ביותר מאחר והוא נמס לפני שהטמפרטורה הופכת להיות מסוכנת. מיכל הפלסטיק בעל דחיסות גבוהה ואורך חייו רב. מיכל זה הופך להיות סטנדרטי, וכפי הנראה יוכנס לרוב דגמי המשאיות דגם 1967, שינצרו בארה"ב.

תיקון טעות

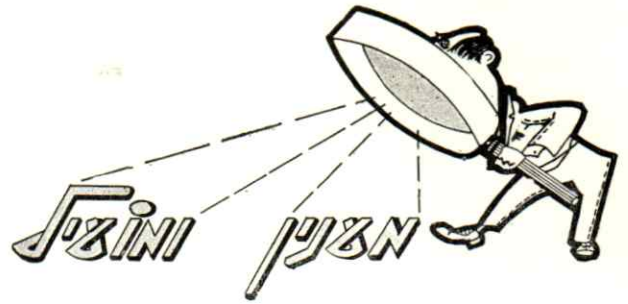
במאמר „התפתחות תותחי 20 מ"מ" שהתפרסם בגליון מס' 23, נפלו מספר טעויות. בעמוד 9, שורה 11 צ"ל (10%) ולא (100%). בעמוד 12 — בהסבר לתמונה מס' 9 צ"ל „סאורר" ולא סורייר. בעמוד 13 — התחלפו ביניהם ההסברים לתמונות 13 ו-14.



חמרי פצוץ, מכשירי חצוב,
מכשירי סמורר, כלי יריה,
תחמושת ואביזרים

תל-אביב, דרך פתח-תקוה 28

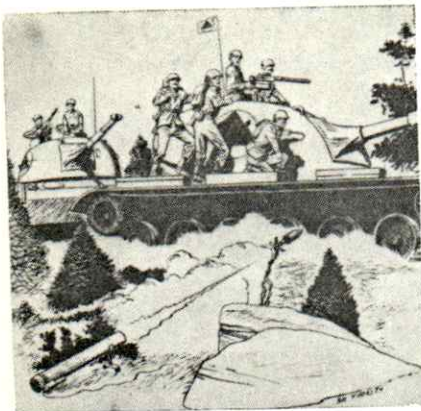
ת.ד. 1837 טלפון 36423



אגף הטילים בצבא ארה"ב הזמין פיתוח נוסף של מערכת הנשק הבינוני נ.ט., המופעל מהכתף.

מתפקידי הפיתוח למלא את דרישות הצבא למערכת גדולה הנישאת בידי אדם, שדי בה כדי להוציא מכלל פעולה את רוב השריון ומטרות אחרות בשדה הקרב. מערכת זו, שתפותח עתה, תעלה בטווח ובדיוק, על הנשק הנוכחי, המופעל באותו תפקיד. המערכת תשמש נשק הגנה מול טנקים ורכב משוריין, ונשק התקפה נגד מטרות הי"ר.

מפעיל המערכת מכוון אל המטרה מבעד לכוונת טלסקופית, ומשגר את הטיל, אשר מעופו הוא בכיוון קו הכוונות. כל אשר נותר למפעיל לעשות, הוא להשאיר את הצלב שבמרכז הכוונת מונח על המטרה, והטיל מונחה אוטומטית במשך מעופו. המערכת המזכירה את הבאזוקה, קלה ונוחה לתפעול. אדם אחד יכול להקימה בכל שטח שהוא.



מוקש חדיש נ.ט.

מוקש חדיש נ.ט. הופך לתקני בכל צבא ארה"ב. המוקש שכינויו M-24 מורכב מצנינור פלסטי קצר, היורה את טיל הבאזוקה בו השתמשו במלחמת קוריאה. המוקש פוגע בטנק או ברכב המשוריין מהצד, ולא מלמטה, בניגוד לפעולת המוקש המקובל. ה-M-24 משמש להגנה על דרכי גישה, מפני כלירכב. בשעה שהרכב עובר על כבל גלוי, המתוח לרוחב הדרך, מופעלת המערכת. צורת מיקומו מאפשרת מיקוש בשטחים שלא ניתנו למיקוש עד עתה. מערכת זו חסכונית מהמיקוש הרגיל מאחר שצפיפות המוקשים לכל מטר קטנה יותר.

מצברים חדשים לכלי רכב

שני סוגי מצברים חדשים לכלי רכב הוצאו לאחרונה לשוק. המצבר האחד מיועד לאופנועים והוא מיוצר על-ידי חברת "לוקאס". מצבר זה הינו בן 12 וולט והוא נועד להחליף את צמד המצברים בני 6 וולט, שהיו בשימוש באופנועים עד עתה.

קיבול המצבר הוא 10 אמפר-שעות. תיבת המצבר עשויה מחומר פלסטי הקרוי "אקרילוניטריל". פלסטיק זה שקוף ומאפשר מעקב מתמיד על מפלס החומצה במצבר.

גם הרנח בין הלוחות במצבר גדול ומאפשר התפשטותו של הגז, הנוצר במקרה של טעינה מופרזת.

לוחית ההפרדה עשויה תומר טוב יותר מהחומר המקובל לעמידה בפניו טלטולים. צירופן של כל התכונות האלו אפשר העלאת מפלס החומצה במצבר.



המצבר האחר יוצר על-ידי חברת "קרומפטון" המיוחד בו הוא, שבניגוד למצבר הישן המקובל בו היו כמה גשרי חיבור תאים, הרי במצבר זה יש רק מכסה אחד לאורכו, בו מוסתרים גשרי החיבור. הגשרים קצרים יותר מהרגיל ובשל כך קטנה גם ההתנגדות הפנימית.

בדיקת התאים נעשית בקלות עם הרמת המכסה. למצבר מגופת מילוי אחת עם היץ, המונע התזת החומצה.

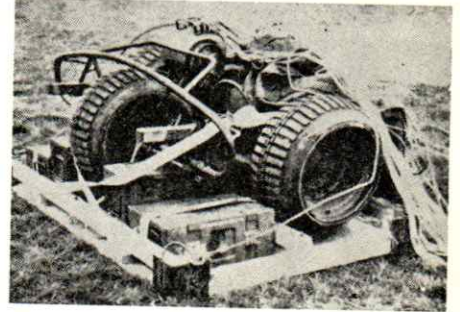
הנחיית טילי נ"ט בעזרת קרנים אינפרא-אדומות

הצבא האמריקאי מנסה עתה מערכת הנחיית טילים בעזרת קרניים אינפרא-אדומות. מערכת זו תהווה חלק מדור חדש של כלי נשק מוטסים נגד-טנקים. יחידה אינפרא-אדומה מכוונת קרן אור בלתי נראית על מטרתה, והטיל רוכב על הקרן מתחילת השיגור אל המטרה.

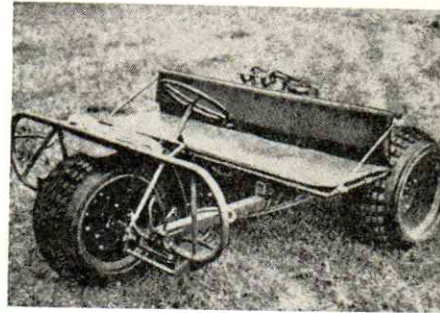
ההתקן, שהוא חלק ממערכת בשם "סטון", מתוכנן להתקנה במסוקים או כלי-טיס אחרים. השימוש בו נעשה בעזרת כונת ייצוב, כדי שהמפעיל יוכל לעקוב אחרי מטרתו למרות תנועת המטוס.

כלי-רכב חדש לשמוש הצנחנים.

רכב חדש לשימוש יחידות צנחנים פותח לאחרונה בבלגיה. את כלי הרכב, שהינו תלת-אופני, מצניחים יחד עם הצנחנים. תוך דקה אחת מזמן הנחיתה מורכב הכלי וניתן לתפעול. כלי הרכב, כינויו AS-24, משקלו 209 ק"ג, מהירותו המקסימלית היא כ-60 קמ"ש. הוא יכול לשאת 4 אנשים.



לאחר ההצנחה...



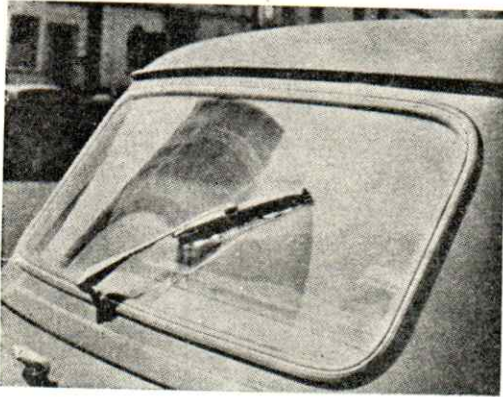
...וכעבור דקה

מגבי שמשות לחלונות האחוריים של המיני-מינור

מגיעת הראיה האחורית, בגלל הצטברות אבק, ערפל, או גשם — על החלון האחורי, הינה מסוכנת ואף מהווה גורם לתאונות רבות. הימום הזכוכית יכול לסלק את הערפל או הכפור מבפנים, אך אינו מועיל בהרבה לגבי הצטברות זיהום מהחוץ.

מכוניות בעלות משטח אחורי ישר כמו סטיישן [ג'ון או המיני מינור, נתינות יותר להשפעות מזג אוויר ולהצטברות לכלוך על החלון האחורי בגלל זרימת האויר. פתרון יעיל לבעיה זו הוא התקנת מגב כפול על החלון האחורי.

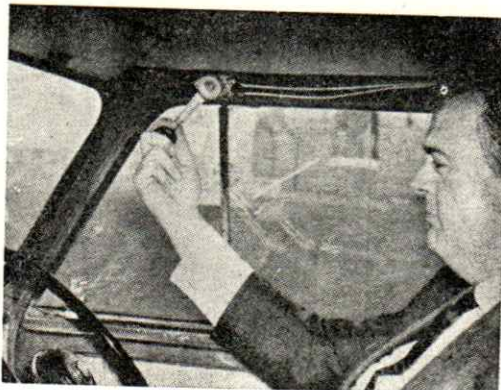
המגב שהוכנס לשוק לפני זמן מה על-ידי חברת "מילר" (בריטניה) בנוי משתי יחידות. האחת בצד הפנימי של החלון והשנייה בצידו החיצוני. שני המגבים פועלים יחד. היחידה מכנית לחלוטין ועולה



המגב בשעת ניקוי נחזי בוץ וערפל מבוהץ וכפור מבפנים

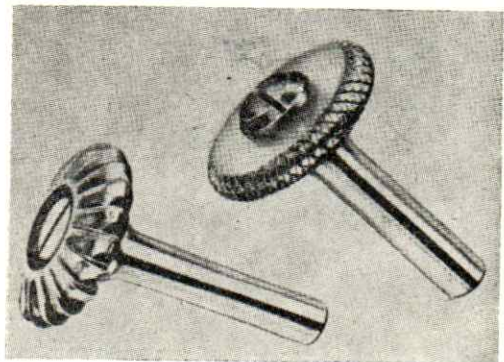
פחות מאשר מגב חשמלי. המגבים מחוברים בציר משותף העובר דרך מעטה הגומי של החלון, כך שאין צורך לקדוח תורים. כבל כפול, העובר לאורך התקרה ליד החלונות ומאחורי המושב האחורי, מחבר את המגב למנוף ההפעלה הקבוע מעל לחלון הצדדי של הנהג.

המנוף מאפשר הפעלה נוחה. כל הזזה של המנוף מזיזה את המגבים ב-180 מעלות ומנקה את שני צידי החלון. המכשיר אינו דורש אחזקה מלבד מתיחת הכבל מפעם לפעם.



פעולת הכבל, המופעל מתא הנהג היא מכנית לחלוטין

גלגלי קרביד לעבוד תפרי רתוך



לאחרונה הוצאו לשוק גלגלי קרביד מוצק, המשמשים לעיבוד תפרי ריתוך. הגלגלים מיוצרים בצורות שונות בהתאם לסוג החומר המעובד, ובגדלים שונים עד לקטר של 5 ס"מ. בשל מהירות התפעול הגדולה שלהם, ובשל הלחץ הקטן שיש להפעיל עליהם בשעת עבודה, אין הם יוצרים חום גבוה. לכן נוח להשתמש בהם לשם עיבוד חלקים יצוקים, וליטושם, וכן נעזרים בהם בעבודה בחלקים עדינים, בהם הינצרות חום עלולה להזיק.