

מכונאות ומערכות ספינה

למשיטים



ערך : ראובן זאק

מרץ 2006

עיון פנימי בארץ

תוכן העניינים

עמוד	הנושא
20	<u>חלק שני – משאבות ומערכות</u>
20	א. משאבת זרימה (סיחרור)
21	ב. משאבות שינוי נפח (אימפלור גמיש, גג"ש, בוכנה ודיאפרגמה)
23	ג. הכרת אביזרים חיוניים
24	ד. מערכת מים מתוקים בספינה
25	ה. מערכות של שירותים מקלחות וכיורים
26	ו. שאיבת שיפוליים
27	ז. מערכת חשמל של ספינה
28	<u>חלק שלישי - בטיחות</u>
28	א. שרפה ואמצעי כיבוי
30	ב. בקרת נזקים בספינות (הצפות)
31	ג. טיפול במנועי עזר
31	ד. מצברים – טיפול ושימוש
32	ה. בטיחות כללית וטיפול נכון
33	ו. הארקה והגנה קטודית
34	<u>ניספח 1</u> : הגדרות של מידות ויחידות טכניות
	<u>ניספח 2</u> : חלפים וכלי עבודה

עמוד	הנושא
2	<u>חלק ראשון - מנועים ימיים</u>
2	א. הכרת מנועים
3	ב. מושגי יסוד במנועי בעירה פנימית
4	ג. מנועים של 2 פעימות עבודה
5	ד. עיקרון וחלקים חשובים של מנוע 4 פעימות
7	ה. מערכת דלק במנוע דיזל בספינה
9	ו. מערכת השימון של המנוע
10	ז. מערכות קירור מנוע
11	ח. מערכת פליטה – גזים ומי ים
12	ט. מערכות אויר
13	י. מהמנוע ועד המדחף
15	יא. קוויות הציר עם המנוע
16	יב. מערכת חשמל ובקרת במנוע
17	יג. שליטה על פעולות המנוע
17	יד. בדיקות משתמש בטרם התנעת ותחילת הפלגה למנוע בספינה
18	טו. תקלות

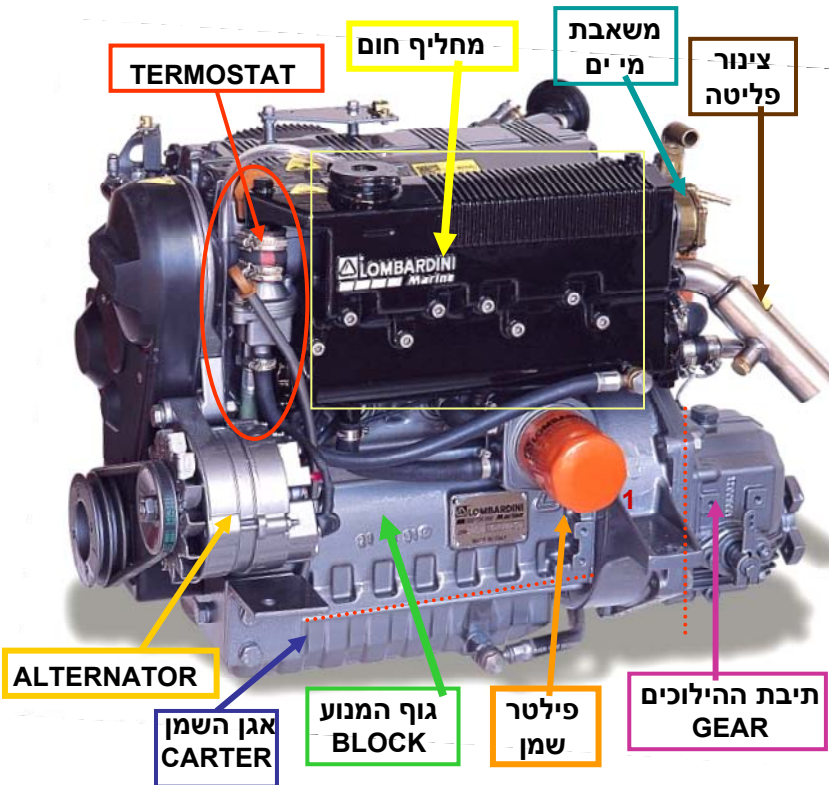
מנועים ימיים: חלק ראשון

א. הכרת מנועים

מנוע דיזל פנימי לספינה

(עם חיבור ישיר לציר)

מנועים אלו ביחסות נעים מ-7 ק"ו ועד מאות רבות. ככל שמנוע גדל בהספק גדולה יותר מערכת הקירור (יותר מחליפי חום) ונוספים מגדשי אויר (טורבו) להגדלת צריכת האוויר. בהספקים נמוכים יש גם בקירור אוויר. רובם 4 פעימות אך בהספקים גבוהים יש גם 2 פעימות.



מנוע חיצון

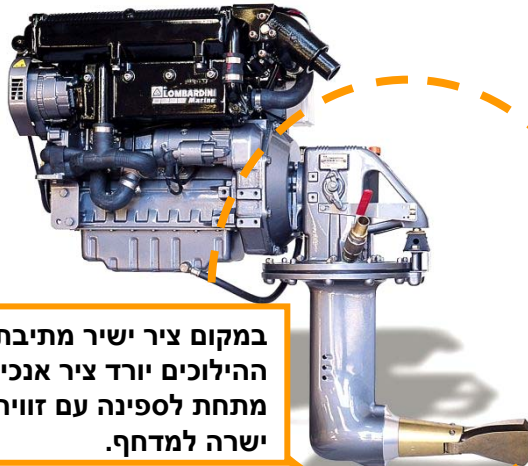
מנועים אלו באים בהספקים מ-2 ק"ו ועד 250 ק"ו (בערך) יש קטנים עם קירור אויר וקיימים כל הגדלים ב-2 או ב-4 פעימות. ה-2 פעימות קלים יותר ה-4 פעימות חסכוניים וידידותיים לסביבה.



תיבת ההילוכים ה-GEAR ומשאבת מים ליד המדחף

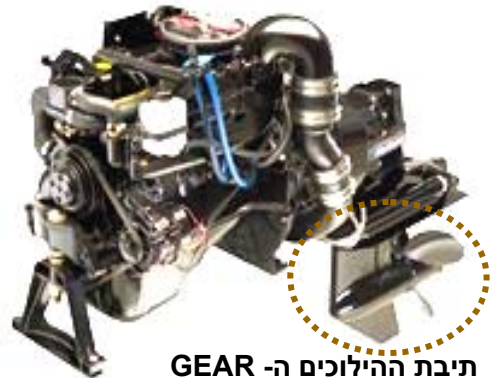
מנוע עם תמסורת "S DRIVE"

מנוע כמו זה שלעייל, עם שיטת ציר שונה. נפוץ ביותר ביחסות מפרש קטנות ובינוניות במנועי דיזל.



מנוע עם ברך אחורית

מנוע רגיל, מיועד לכלי שיט מנועיים מהירים כשה"ברך" היא כמו במנוע חיצון משמשת גם להיגוי. נפוץ גם בבנזין וגם בדיזל



ב. מושגי יסוד במנועי בעירה פנימית

הפקת אנרגיה ממנוע בעירה פנימית אנו מיצרים ע"י יצירת שרפת דלק בתא סגור היוצר כמות של גזים בלחץ גבוה מאוד ולוחץ על בוכנה היכולה לנוע תנועה מסוימת. על מנת ליצר מצב אידיאלי ויעיל לכך יש להתאים את המנועה ופעולתו לסוג הדלק שאנו משתמשים. השימוש הוא במנועי בנזין ומנועי דיזל. הבנזין עובד על כל סוגי בבנזין – כל מנוע וסוג הבנזין המתאים עבורו (עם עופרת או נטול ורמת האוקטן). מנועי דיזל עובדים על סולר והגדולים בהם (לאוניות) על מזות.

A. צורת ההצתה

בשני סוגי המנועים ההצתה נעשית **בתא שרפה**:

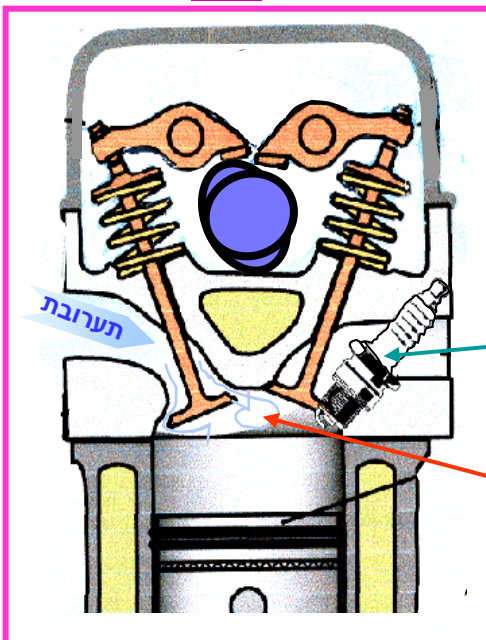
1. במנוע בנזין נדחסת לתוכו **תערובת** של אויר ואדי בנזין, ע"י **מצת חשמלי** המתוזמן להפיק ניצוץ בדיוק ברגע שהבוכנה נמצאת בשיא הגובה.
2. במנוע דיזל לתוך **תא השרפה** נדחס אויר בלבד, אויר זה מתחמם בזמן הדחיסה ושהבוכנה מגיעה לשיא הגובה מוזרק דלק בלחץ **ממסרס** וכתוצאה מהחום מדליק את הדלק. בזמן הדלקה ראשונית בחלק ממנועי הדיזל (עם יחס דחיסה בינוני) יש לחמם את תא השרפה ע"י מחמם חשמלי (פלאג עם חוט להט פנימי).

B. יחס דחיסה

יחס הדחיסה הוא יחס בין נפח תא השריפה לבין נפח ה"צלינדר" (החלל הריק בו נעה הבוכנה למלה ולמטה). לדוגמה אם נפח הצלינדר הוא 250 סמ"ק ונפח תא השרפה הוא 25 סמ"ק הרי יחס הדחיסה יהיה 25 : 250 כלומר 1 : 10.

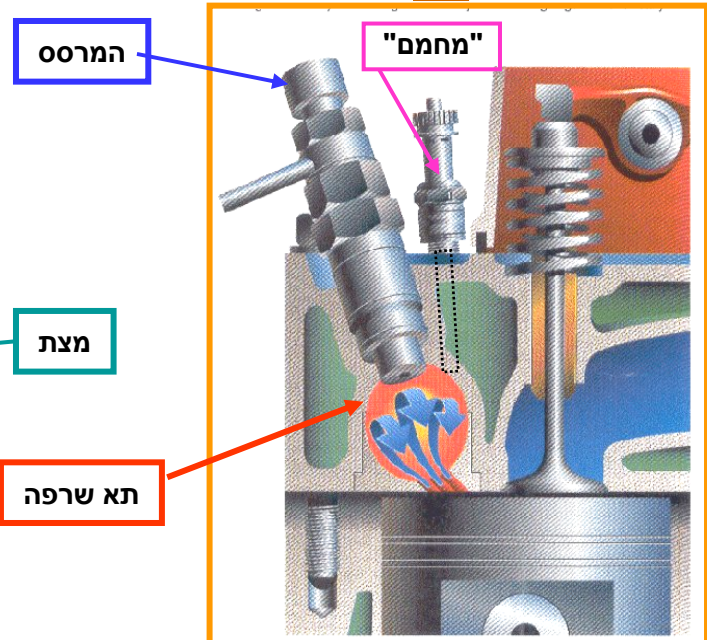
1. במנוע בנזין יחסי הדחיסה נעים בין 8:1 ל- 12:1 יחס דחיסה זה נמוך על מנת למנוע הצתה עצמית של **התערובת**, בגלל נקודת ההצתה (הטמפרטורה בו הוא נידלק) הנמוכה של הבנזין.
 2. במנוע דיזל יחסי הדחיסה בנפוצים הם בין 14:1 ל- 25:1 **ככל שיחס הדחיסה גבוה יותר יעילות המנוע רבה יותר**. אבל עקב כך הזרקת הדלק צריכה להיעשות בלחץ גבוהה על מנת שהדלק יתפזר בצורת "ענן" ותיווצר שרפה מושלמת. **רוב המרססים מזריקים בלחץ של 170 אטמוספרות (בממוצע) ירידת לחץ ההזרקה יוצר שרפה לא יעילה מתחת ללחץ מסוים (פחות מ-120 אט"מ) אף יש סיכוי שלא תיווצר הצתה כלל.** לעומת זה במנועים עם יחס הדחיסה הגבוהים במיוחד (כמו KUBOTA עם יחס דחיסה של 1:32) ההזרקה נעשית בלחצים שבסביבות של 230 אט"מ.
- הערה:** עקב הלחצים שמנוע דיזל צריך לעמוד בהם הוא בנוי מחומר עבה וכבד יותר.

בנזין



באיור שסתום יניקה פתוח ולתוך תא השרפה מתחילה להיכנס תערובת של אויר עם אדי דלק מהמאייד.

דיזל



באיור זה תא השרפה ניפרד מהצלינדר, יש מנועים (בייחוד עם יחס דחיסה גבוה ובלי חימום) שתא השרפה הוא קצה ה"צלינדר".

ג. מנועים של 2 פעימות עבודה

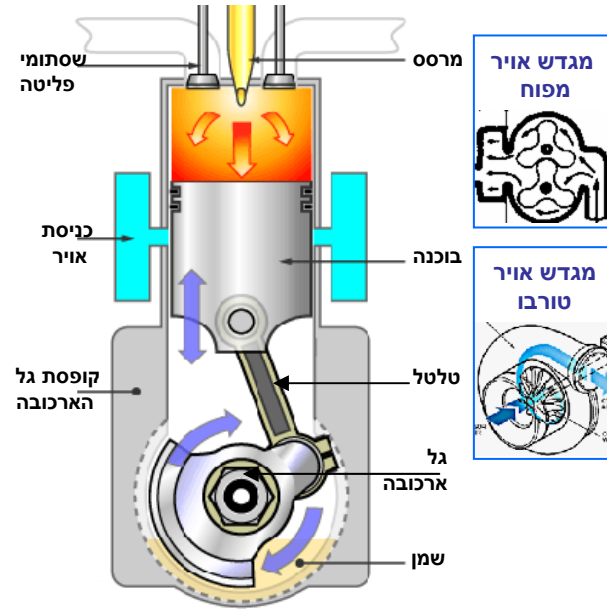
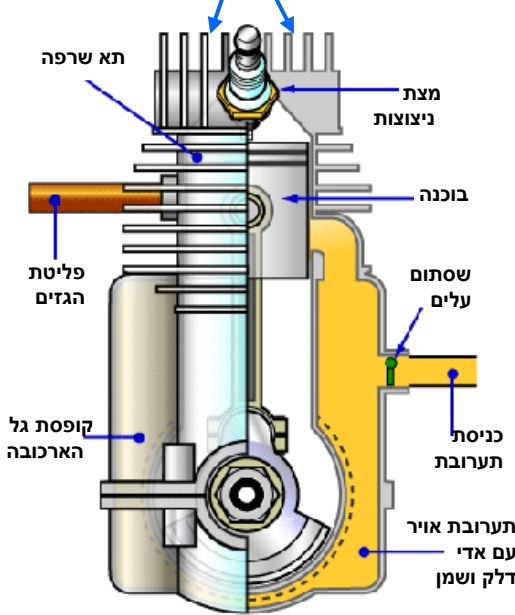
1. דיזל

למנוע דיזל 2 פעימות יש אגן שמן ומערכת שימון עם משאבת שמן. פליטת הגזים נעשית משסתום (או יותר) פליטה שמופעל ע"י גל זיזים. במנועים אלו האוויר מגיע דרך מגדש שלוחץ אותו לתוך המערכת. מפוח המופעל ע"י גל הארכובה, או "טורבו" המופעל ע"י גזי הפליטה של המנוע (הסבר בהמשך). מנועים אלו יעילים ביחס לגודלם ונפוצים מגדלים בינוניים + (500 ק"ו) ועד גודל של אוניות. ניתן למצוא כמה מהם רק ביכטות מנועיות.

2. בנזין

מנוע בנזין 2 פעימות אין לו אגן שמן, השמן מעורב עם הדלק ומצטבר עם תערובת "אוויר דלק ושמן" בקופסת הארכובה – כך הוא יוצר שימון למערכת. למנוע יש רק שסתום "עלים" לכניסת ה"תערובת" ואין לו שסתום פליטה. זהו מנוע פשוט קטן וזול, עם הספק גבוה למשקלו אך בזבזני בדלק, נפוץ בגנראטורים ניידים או מנועי חיפון.

צלעות קירור (רק למנועי קירור אויר)



3. עיקרון 2 פעימות עבודה

פעילה פירושה מהלך הבוכנה מנקודה העליונה לתחתונה – או להפך בתוך שרוול המנוע. במנוע 2 פעימות כל פעם שהבוכנה מגיעה למעלה וגל הארכובה הסתובב 360° תבצע הצתה.

פעילה ראשונה – עבודה ופליטה

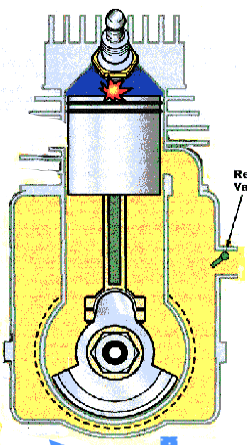
פעילה שנייה – יניקה ודחיסה

1- הצתה

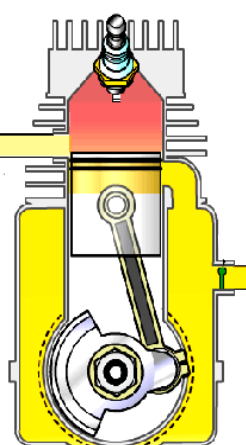
2- פליטה

3- יניקה

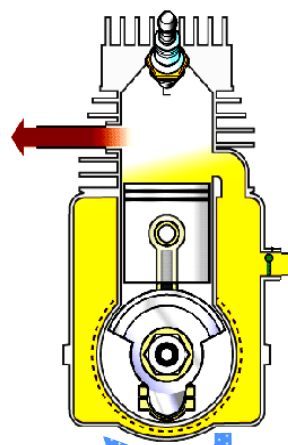
4- דחיסה



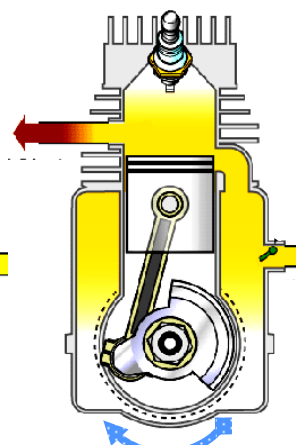
קופסת תא הארכובה מתמלא בתערובת, בתא השרפה יש תערובת דחוסה ומתרחש "פיצוץ" היוצר לחץ כלפי מטה.



הבוכנה יורדת שסתום עלים נסגר גזים דליקים נפליטים החוצה דרך הפליטה



הבוכנה ירדה עד הסוף תא הלחץ מתמלא בתערובת, שסתום העלים עדין סגור



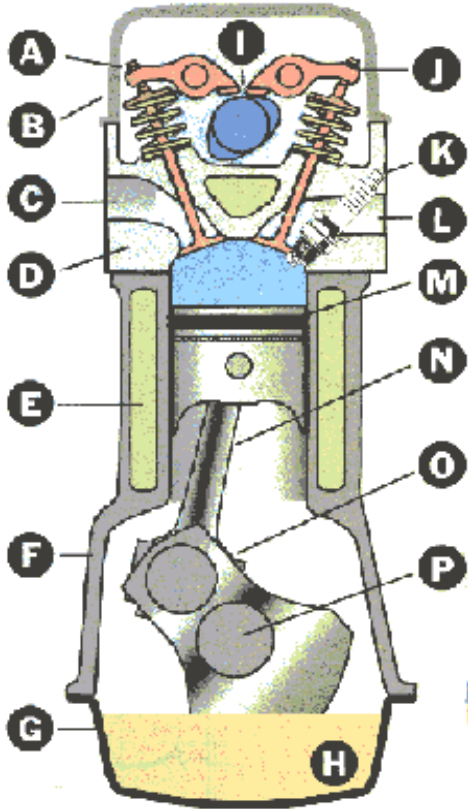
הבוכנה עולה ודוחסת את התערובת לתוך תא השרפה השסתום נפתח ותערובת חדשה נכנסת לתא הארכובה

ד. עיקרון וחלקים חשובים של מנוע 4 פעימות (לא כולל מערכות שימון דלק וקירור)

1. חלקי מנוע בסיסיים של מנוע 4 פעימות

(מקורר מים)

- A. שסתום יניקה, זרוע ה"פסנתר" וקפיץ השסתום
- B. מכסה השסתומים.
- C. לוע יניקת אויר למנוע.
- D. ראש מנוע.
- E. מעברי מים לקירור סביב ל"שרוול"
- F. גוף המנוע ה- BLOCK
- G. אגן השמן ה- CARTER
- H. גובה השמן.
- I. גל זיזים.
- J. שסתום פליטה, זרוע ה"פסנתר" וקפיץ השסתום.
- K. **מצת** - במנוע בנזין או **מזרק** - במנוע דיזל.
- L. לוע פליטת הגזים.
- M. בוכנת המנוע.
- N. הטלטל
- O. מסב הטלטל
- P. גל הארכובה

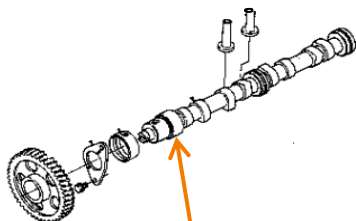


גל זיזים ו"פסנתר"

הפסנתר נמצא תמיד מעל ראש המנוע, מורכב מזרועות שכל אחת בתורה פותחת שסתום נתון בקצה כל זרועה יש בורג "כיוון שסתומים". מצידה השני הזרוע מופעלת ע"י גל זיזים.

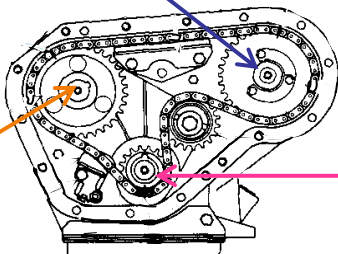


גל זיזים עליון
נמצא על ראש המנוע
ומופעל בעזרת רצועה ע"י גל הארכובה

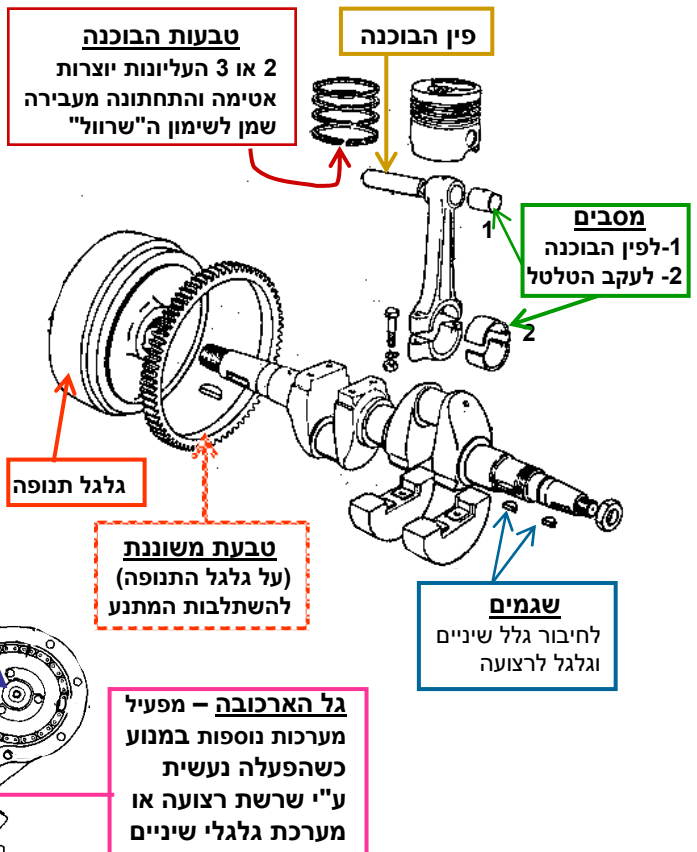


גל זיזים תחתון
מפעיל את ה"פסנתר"
ע"י דחיפים.

קיימים עוד גלי זיזים
המפעילים משאבות
שונות



בוכנה גל ארכובה וגלגל תנופה



טבעות הבוכנה
2 או 3 העליונות יוצרות
אטימה והתחתונה מעבירה
שמן לשימון ה"שרוול"

פין הבוכנה

מסבים
1-לפין הבוכנה
2- לעקב הטלטל

גלגל תנופה

טבעת משוננת
(על גלגל התנופה)
להשתלבות המתנע

שגמים
לחיבור גלל שיניים
וגלגל לרצועה

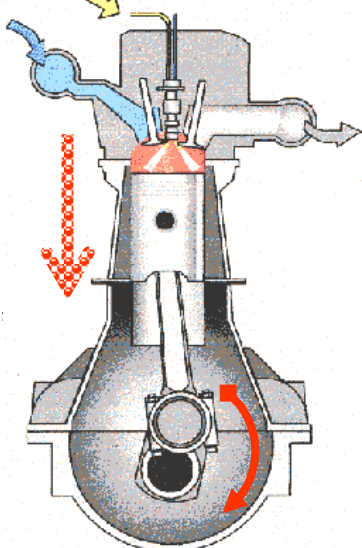
גל הארכובה - מפעיל
מערכות נוספות במנוע
כשהפעלה נעשית
ע"י שרשת רצועה או
מערכת גלגלי שיניים

2. עיקרון 4 פעימות עבודה

מנועי 4 פעימות בנזין ודיזל עקרונית הפעולות זהות. השוני הוא בהצתה והספקת דלק. במנועי בנזין מסורתיים הדלק הופך לאדים במאייד (קרבוראטור) ומגיעה למנוע דרך סעפת יניקה. ההצתה נעשית ע"י ניצוץ חשמלי. במנועים חדישים הדלק מוזרק או לסעפת יניקה או ישירות לתא השרפה בזמן מהלך היניקה נדחס עם האוויר, וכשהוא נדחס מגיע הניצוץ (ממקור חיצוני). במנועי דיזל (שלחץ הדחיסה גבוהה הרבה יותר) בחום שנוצר בתא השרפה די בהזרקת הדלק על מנת ליצור את השרפה.

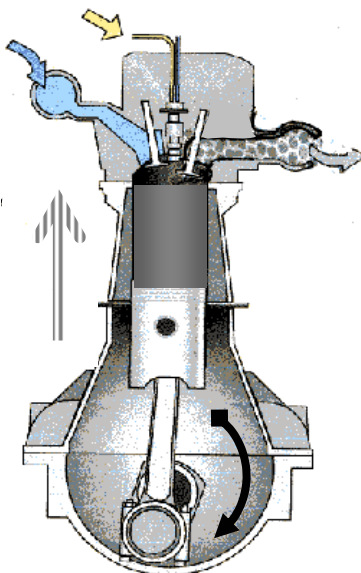
1 - פעימת עבודה

כניסת סולר



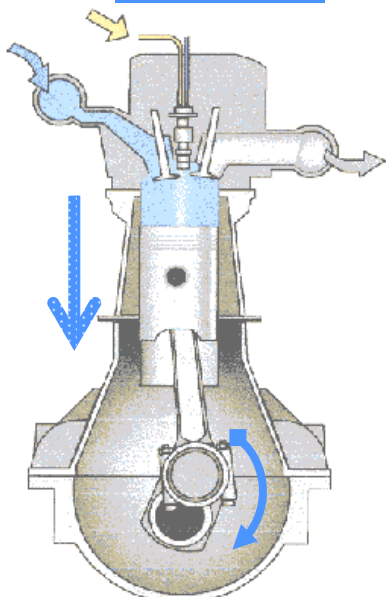
שני השסתומים סגורים, הבוכנה מעט אחרי שיא הגובה - הצתה והיא נעה למטה בכוח. פעולה זו חוזרת על עצמה כל עליה שנייה.

2 - פעימת פליטה



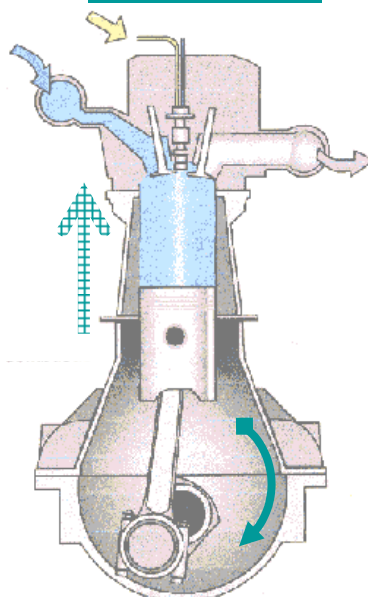
הבוכנה עברה במעט את שיא הירידה שסתום הפליטה נפתח הבוכנה עולה ודוחסת את הגזים השרופים החוצה.

3 - פעימת יניקה



הבוכנה עברה את שיא הגובה, שסתום יניקה נפתח הבוכנה בתנועה כפי מטה ויונקת אוויר נקי למערכת.

4 - פעימת דחיסה

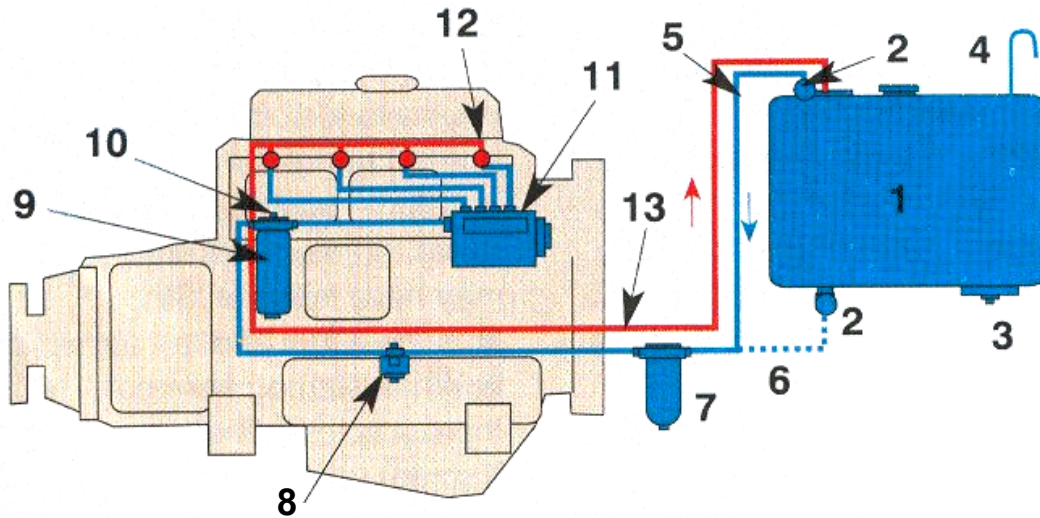


הבוכנה מתחילה לעלות, שני השסתומים נסגרים. הבוכנה בדרך למעלה תוך כדי דחיסת האוויר לתוף תא השרפה.

ה. מערכת דלק במנוע דיזל בספינה

מערכת הדלק היא אחת מהמערכות החשובות ביותר שמשמש חייב להכיר, רוב הבעיות יכולות להימנע ע"י טיפול נכון במערכת. לצורך כך על המשתמש לדעת לטפל כמעט בכל פרט במערכת (חוץ מתיקון מזרקים ומשאבות הזרקה – עבודה שנעשית במכון מיוחד). מניעת כניסת לכלוך ומים לדלק חוסכת אחוז גבוהה של תקלות.

חלקי מערכת הדלק



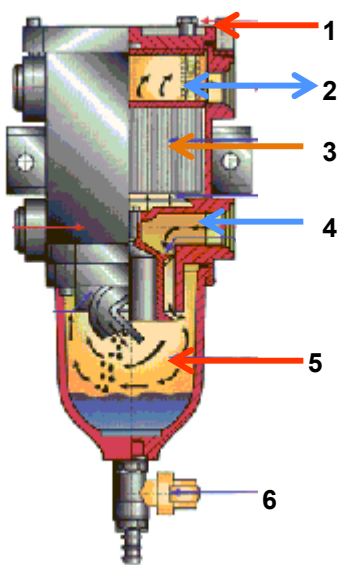
- | | | |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1. מיכל דלק | 5. יניקת דלק מלמעלה (אופציה 1) | 10. משאבת הזרקה |
| 2. ברז דלק | 6. יציאת דלק מלמטה (אופציה 2) | 11. בורג ניקוז אויר |
| 3. ניקוז דלק במיכל | 7. מפריד מים – פילטר ראשוני | 12. מרססים |
| 4. נשם המיכל | 8. משאבת הספקת דלק | 13. צינור עודפים |
| | 9. פילטר דלק משני | |

הכר את הפילטרים

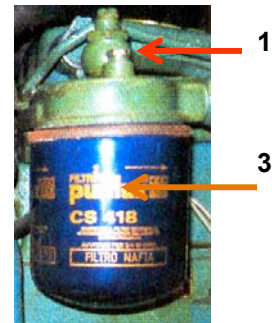
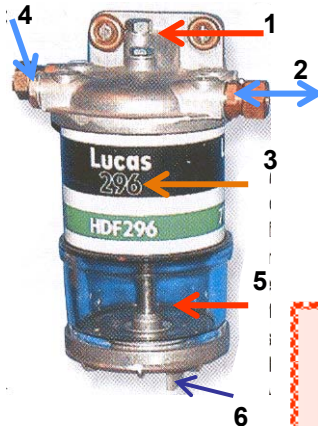
מפרידי מים – פילטרים ראשוניים

פילטר משני

מפריד חדיש



מפריד סטנדרטי

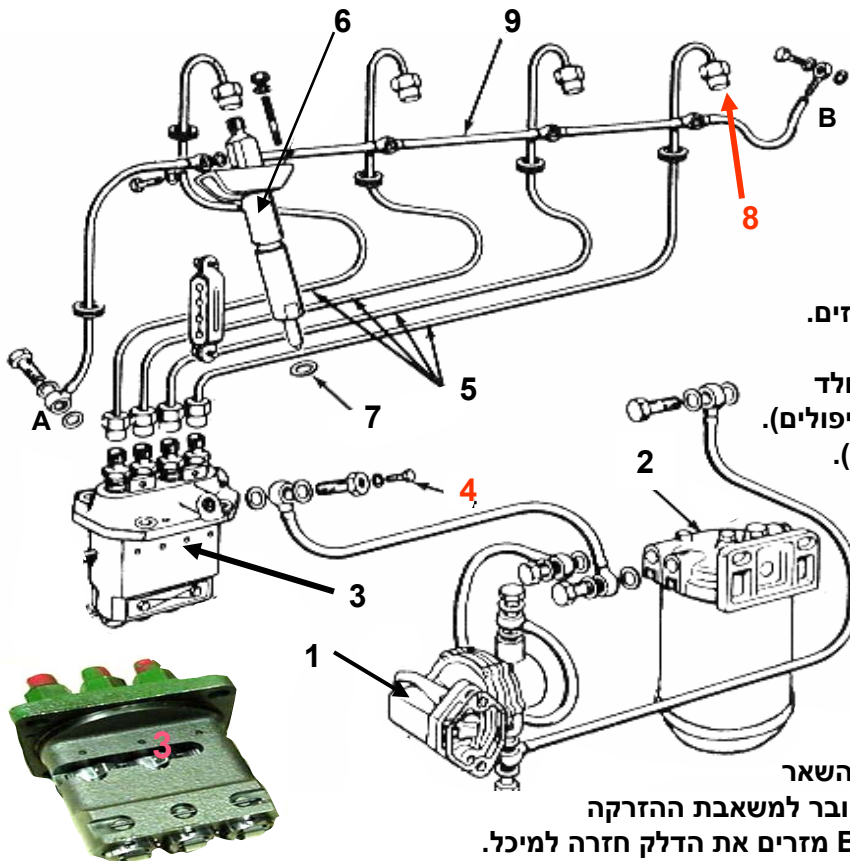


1. בורג ניקוז אויר
2. יציאת דלק מסונן
3. אלמנט סינון
4. כניסת דלק ממיכל
5. תא סיכרוור דלק (שקוף) ולאסוף לכלוך מים.
6. ברז ניקוז.

רצוי ביותר להקפיד

1. אחרי החלפת אלמנט בכל סוג של פילטר לסגור היטב את האטמים השונים ולנקז אויר אחרי מילוי דלק.
2. במפרידי המים - לבצע בדיקה בתא השקוף לפני ההתנעה וכל מספר שעות עבודה של המנוע.
3. בכל חשד של כניסת אוויר למערכת הדלק להקפיד לנקז את שני הפילטרים.

חלקי מערכת הדלק במנוע הדיזל



יש חשיבות לפרטים שלהלן להכרת הבנת ויכולת שמירה של משתמש על תקינות מערכת הדלק.

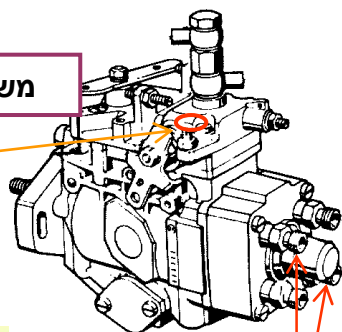
1. משאבת דלק – מופעלת עם סיבוב המנוע או ידנית (למילוי המערכת).
2. פילטר משני המחובר למנוע.
3. משאבת הזרקה טורית – היושבת בתוך ה-BLOCK ומופעלת ע"י גל זיזים.
4. בורג ניקוז אוויר ממשאבת ההזרקה.
5. צינוריות דלק לחץ עשויות פלדת אל-חלד וחייבים להיות שווים באורכם (לכן הקיפולים).
6. המרסס (עם בריח נעילה חזקה לראש).
7. דסקית נחושת לאטימה בין התושבת של המרסס והמזרק. חשוב כאשר מחליפים מזרק לדאוג שתהיה דסקית תקינה בהרכבה.
8. במנועים ישנים אחרי כניסת אוויר חייבים גם לנקז אוויר לפחות מאחד הכניסות למזרקים.
9. צינור עודפים – רק כ-30% מהדלק המוזרם ע"י משאבת הדלק בשימוש, השאר מקרר את מערכת הדלק, בקצה A מחובר למשאבת ההזרקה עובר דרך ראשי כל המזרקים ובקצה B מזרים את הדלק חזרה למיכל.

משאבות הזרקה חיצוניות

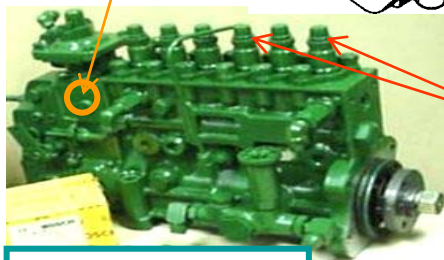
ברוב המנועים הישנים ובמנועים גדולים (מעל 50 ק"ו) יש משאבות הזרקה חיצוניות המחוברות ל-מנוע מבחוץ והציר שלהן משולב לגל זיזים. יש רטוריות (עם יציאת צינורית לחץ בעיגול) ויש טוריות (ים יציאת צינוריות לחץ בטור)

משאבה רטורית

לכל משאבה למעלה יש בורג ניקוז אוויר

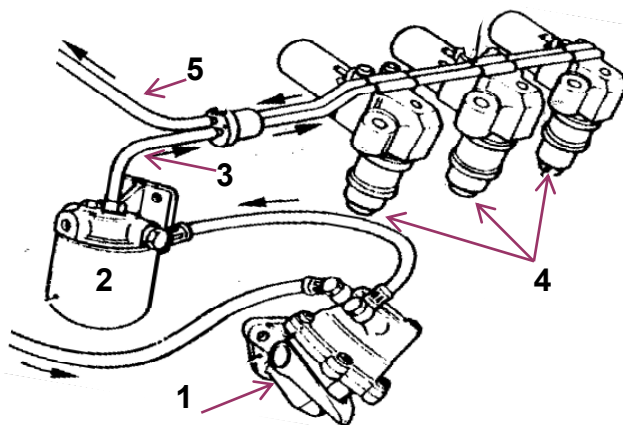


חיבורי צינוריות דלק - לחץ



משאבת טורית

מערכת דלק ללא משאבת הזרקה מרכזית



במערכת זו לכל מרסס בנוי עם משאבת הזרקה שלו. משאבות אלו מופעלות ע"י גל זיזים. כך נחסך צורך בצינורית נפרדת לכל מזרק. ניקוז האוויר היחיד במערכת נעשה בפילטרים ואם יש אוויר במערכת הוא יוצא דרך צינורית העודפים. מחלקים הם:

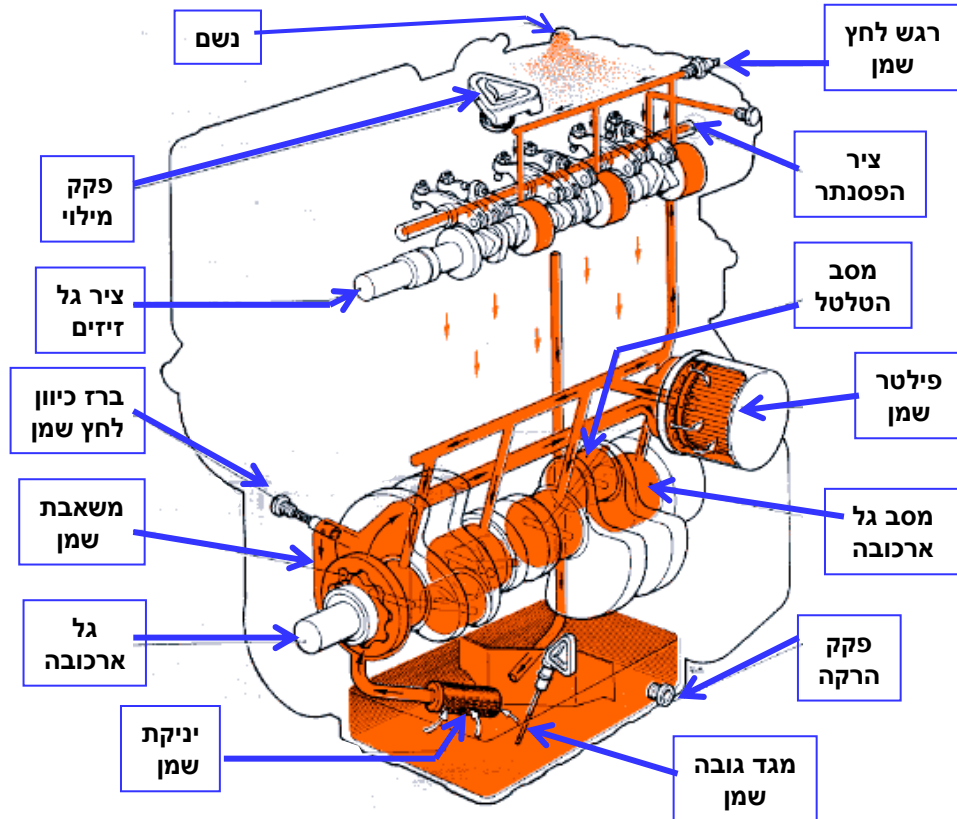
1. משאבת דלק.
2. פילטר משני.
3. צינורית דלק מרכזית.
4. מרססים עם משאבות הזרקה עליהם.
5. צינוריות עודפים.

1. מערכת השימון של המנוע

שימון המנוע בזמן פעולה מונע שחיקה של חלקי המתכת. לשם כך על השמן להגיע לכל מקום בו חלקי מתכת זזים ומתחכים אחד בשני להקטנת החיכוך למינימום ולקירור פנימי של המנוע.

סדר זרימת השמן:

1. משאבת השמן שואבת שמן מהאגן ודוחסת אותו בלחץ לתוך הפילטר.
2. השמן עובר בפילטר (משאיר אחריו את הגרגירים הדקיקים שבשמן)
3. השמן נידחס לתוך מסבי גל הארובה ומשם דרך מעברים פנימיים ב"גל" למסבי הטלטל.
4. השמן נדחס למסבים של גל הזיזים וה"פסנתר" – במנוע זה משם לרגש הלחץ (באחרים לרגש גם מגל הארכובה).
5. בשמן שהגיע לראש יורד למטה בגרביטציה דרך מעברים מתאימים.
6. גל ארכובה זורק שמן לתוך לפנים הבוכנות וטבעות השימון מפזרות אותו לאורך "שרוול" של הבוכנה.



בזמן עבודת המנוע צריך השגיח ש:

מנורת אזהרת לחץ שמן או מחוג שעון לחץ

שמן + צפצפה לא מראים על:

לחץ שמן נמוך מידי כי אולי:

1. שמן בצמיגות לא נכונה (קל מדי) לטמפרטורה שאופפת את המנוע.
2. גובה השמן באגן נמוך מידי.
3. השמן מהול עם דלק
4. המנוע התחמם מידי
5. מחליף חום שמן (אם קיים) סתום.
6. לחץ לא מספיק מהמשאבה או נזילה מאחד החיבורים.
7. ברז כיוון לחץ שמן לא מכוון כראוי.
8. מסבי המנוע שחוקים.

במנוע בטרם עבודה צריך לבדוק

כמות שמן (גובה באגן) במידה שנוצר חסר

לבדוק אם זה בניגוד להוראות יצרן – כי אז:

מנוע צורך יותר מידי שמן כי אולי:

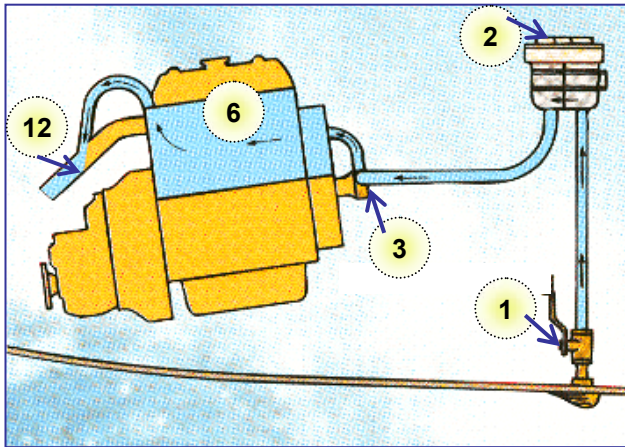
1. שמן בצמיגות לא נכונה (קל מדי) לטמפרטורה שאופפת את המנוע.
2. נשם אויר סתום.
3. מעבר שמן חוזר בראש מנוע סתום בוכנה או טבעותיה שחוקים.
4. שחיקה באטמי או מוליכי השסתומים.

ז. מערכות קירור מנוע

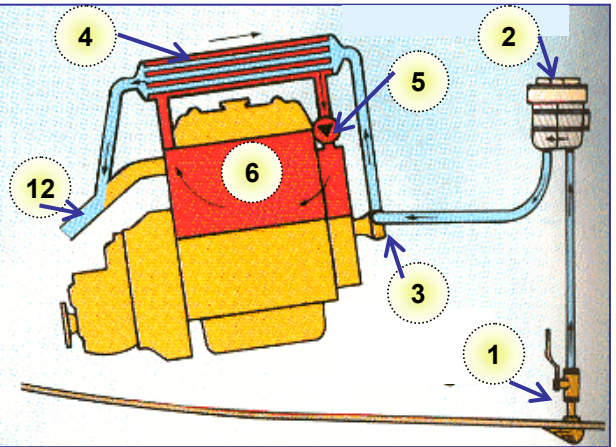
קימות 4 שיטות קירור המקובלות בים :

1. **קירור אויר – כשפני המנוע מכוסים צלעות קירור :** ניתן למצוא בדגמים מעטים של מנועי חיצון, בגנראטורים ומשאבות - ניידים וסירות פתוחות (ראה איור של מנוע 2 פעימות).
2. **קירור מים – מערכת פתוחה :** מי ים נשאבים מהים ע"י משאבה ועוברים במעברי הקירור שבתוך המנוע ולבסוף יוצאים החוצה לתוך צינור הפליטה. שיטה נפוצה במנועי חיצון ומנועי בנזין ודגמים ישנים של מנועי דיזל. (במקרה חרום ניתן להפוך כל מערכת סגורה לפתוחה).
3. **קירור מים – מערכת סגורה :** המערכת הנפוצה ביותר במנועי דיזל, כאשר הקירור במעברים שבתוך גוף המנוע נעשה ע"י נוזל קירור ונוזל זה מקורר כאשר הוא עובר דרך מיכל הנקרא "מחליף חום" בו עוברות צינוריות אשר בתוכן עוברים מי ים שמתנקזים כמו במערכת הפתוחה לתוך צינור הפליטה.
4. **קירור מים מערכת קוער (קיל):** מערכת המתאימה לכלי שייט מתכתיים, בתוך הקיל נמצא מיכל נוזל קירור המחובר למערכת הסגורה. כאשר נוזל הקירור החם שבמנוע יוצר תנועה מחזורית עם זה המקורר שבקיל ואין צורך לשאוב מים מהים.

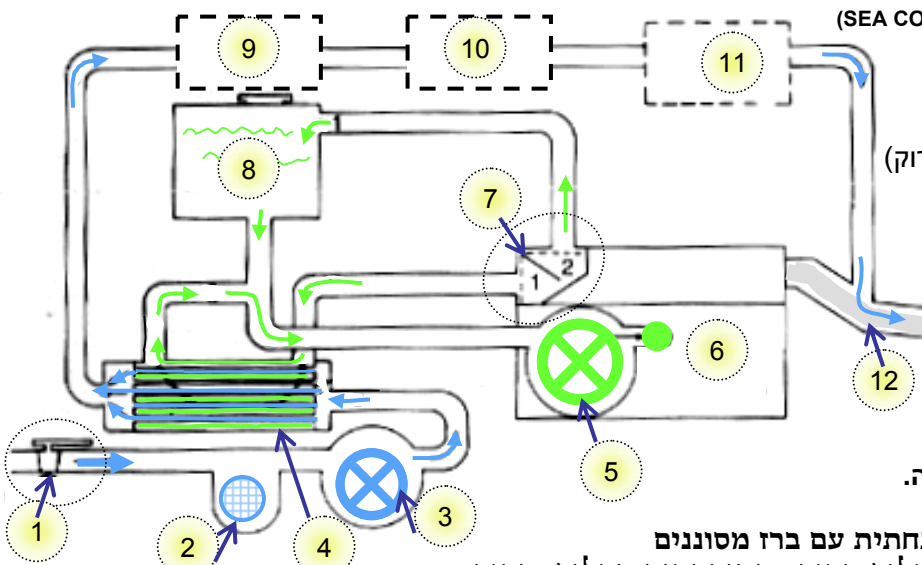
קירור – מערכת פתוחה



קירור – מערכת סגורה



שרטוט כללי של מערכות המים המערכת סגורה



חלקי מערכות הקירור

1. ברז כדורי לכניסת מי ים (SEA COCK)
2. מסנן מי ים.
3. משאבת מי ים
4. מחליף חום
5. משאבת נוזל קירור (מסומן ירוק)
6. גוף המנוע
7. תרמוסטט
8. מיכל נוזל קירור מנוע
9. מצנן שמן מנוע (אם יש)
10. מצנן שמן תיבת תמסורת (אם יש).
11. מצנן אויר דחוס
12. AIR COOLER (אם יש)
12. יציאת מי הים לצינור הפליטה.

מי הים נכנסים דרך מעבר בתחתית עם ברז מסוננים

משם נכנסים לתוך צינוריות מחליף החום. במידה וזה מחליף החום

היחידה הם נכנסים לצינור הפליטה ועם הגזים נפלטים לים. המידה ויש מחליפי חום נוספים (בדרך כלל

במנועים מעל 60 ק"ו) הם נעים לפי הסדר שמצוין בשרטוט.

במערכת הסגורה נוזל הקירור במערכת (מנוע מיכל ומחליף חום) כשהמנוע קר התרמוסטט מעט את זרימת

הנוזל עד הגעת המנוע לחום הרצוי (80°C בדרך כלל) הוא נפתח והמים החמים מהמנוע מתקררים בתוך

מחליף החום וחוזרים למיכל. במצנני שמן במקום נוזל קירור יש שמן וב"מצנן אויר" אויר עובר בין

הצינוריות הקרות ומצטנן.

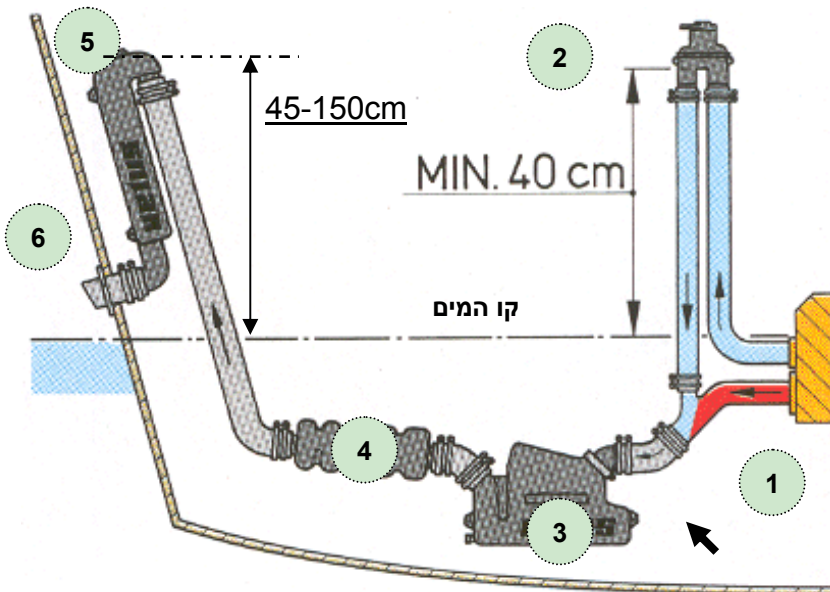
מערכת קירור סיכום

- מנועים אמורים לעבוד בחום מסוים, בחום זה התפשטות הכללית של חלקי המתכת היא המתואמת ביותר בין כולם זרימת השמן נכונה ושחיקת המנוע מינימאלית. במנוע קר מידי השחיקה גבוהה לכן גם שחיקתו אחרי ההתנעה היא גבוהה מזו שבעבודה רגילה. הפעלת מנוע קר לאורך זמן שוחקת את המנוע בצורה מואצת, למניעה אנו משתמשים במנועי קירור מים בתרמוסטט שמגביל זרימת נוזלי קירור במנוע עד שהמנוע יגיע לחום הרצוי (ואז הוא נפתח). מנוע מתחמם ללא הגבלה גורם להתפשטות מתכות לשרפת אטמים ולבסוף לעצירת המנוע. לכן מערכת קירור תקינה היא ערובה לפעילות יעילה וטובה של המנוע ומונעת תקלות נוספות.
- א. קירור אויר – מחייב שהמנוע יהיה במקום בו זרימת אויר, ואין בקרה על חום אחיד.
- ב. מערכת פתוחה – יתרונה שתמיד יש מים במנוע חסרונותיה שמי הים מאכלים את המתכות בהם הם זורמים (אלו חלקים שרובם אינם בני החלפה) והסתימה או הפסקת שאיבה מביאים מהר את המנוע לטמפרטורות גבוהות מאוד.
- ג. מערכת סגורה – מערכת ששומרת על פנים המנוע ומסוגלת לקרר גם חלקים נוספים. החלקים בהם. בהם זורמים מי ים הם מחומרים מיוחדים ובני החלפה, במידת הצורך ניתן להפכה למערכת פתוחה וגם אם יש הפסקת זרימת מי ים (מסיבה כלשהי) במערכת יש מנוזל שמאט במידת מה מהמנוע לעלות לטמפרטורות גבוהות מידי. חסרונה שהיא מערכת מורכבת יקרה ונדרשת ליותר בקרה.
- ד. מערכת קיל – מערכת טובה שמוגבלת לסוג מסוים של כלי שייט, במקרה של תקלה קשה לטיפול.

ח. מערכת פליטה – גזים ומי ים

מערכת פליטה של מנוע ימי פולטת את הגזים השרופים מהמנוע עם מי הים. לדבר זה יש יתרון של קירור צנרת הפליטה מחוץ למנוע (מונע חום מיותר בספינה) אבל גם יכולים להתרחש תקלות במידה ולא תהיה מותקנת נכון, כמו: של כניסת מים מפתח הפליטה חזרה למערכת או כניסה של מים לתוך המנוע בזמן כיבוי המנוע (ע"י לחץ גזים חוזרים) במידה וראש המנוע לא נמצא לפחות 15 ס"מ מעל גובה פני הים. למניעת תקלות אלו יש צורך לבנות את המערכת בצורה מסוימת (כמו באיור שלמטה).

חלקי המערכת:



1. צינור פליטה מהמנוע המאחד את הגזים והמים משני כניסות נפרדות.
2. Vacuum Valve (שסתום פורק תת לחץ) במידה ובזמן כיבוי נוצר תת לחץ במערכת הפליטה השסתום יפתח אויר יכנס למערכת ומים לא יעלו (הסבר מפורט בהמשך).
3. לוכד מים המנוע מהמים בהמשך המערכת לחזור למנוע, משתיק גם רעש במידה מסוימת.
4. משתיק רעש נוסף (אופציה).
5. מערכת בצורת S למניעת כניסת מי ים למערכת הפליטה.
6. חור פליטה בדופן אן ירכתי כלי השייט.

ט. מערכות אויר



מסנן אויר

אחת ה"אגדות" הנפוצות שלמנוע של ספינה אין פילטר גורמת מדי פעם לתקלות כמו: התנעה קשה עשן שחור או הדממה מוחלטת של המנוע.

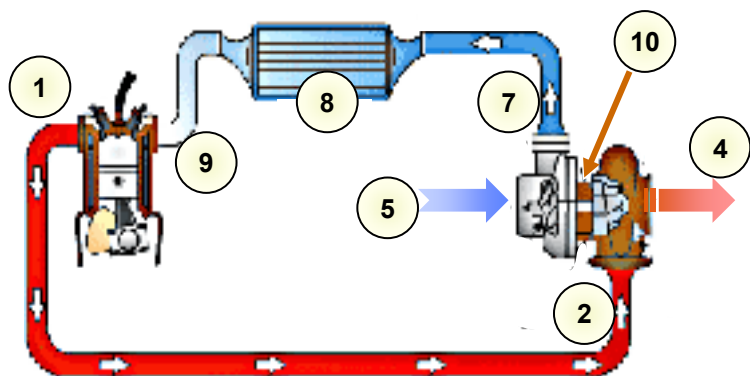
מסנן ימי הוא פחות "סמיך" ממסן יבשתי העובד בסביבת אבק. ברוב המנועים הקטנים ניתן לניקוי במקום החלפה, אבל חייב להיבדק תקופתית ולהיות מטופל ונקי.

מגדש אויר "טורבו"

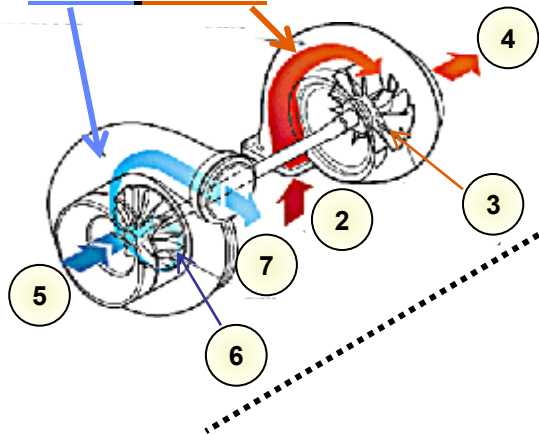
ה"טורבו" מגדיל את כמות האויר הנכנס לתוך תא השרפה במנוע (עד כ-פי 1.5). סדר פעולת מערכת זו כדלקמן:

1. הגזים נפלטים בלחץ מתוך הצלינדר.
2. הגזים נכנסים לתוך חלל הטורבינה.
3. הגזים מסובבים במהירות אדירה את להבי ה"מניפה" בטורבינה.
4. הגזים ממשיכים למערכת הפליטה והחוצה.
5. אויר נקי נכנס לתוך חלל המדחס.
6. להבי "מניפת המדחס" (המחוברת על ציר משותף עם מניפת הטורבינה) דוחסים את האויר בלחץ
7. -לעבר סעפת היניקה של המנוע,
8. (קיים רק בחלק ממנועים) האויר הדחוס שהוא חם (כ-70°C) מקורר בתוך מצנן האויר שמוריד את טמפרטורת האויר בכ-60% (אויר קר יותר מכיל יותר פרודות חמצן ומיעל עם השרפה).
9. האויר הדחוס והמצונן נכנס לתוך הצלינדרים.
10. הציר המשותף סובב בתוך מסב המקבל שימון ממערכת השימון של המנוע.

תרשים זרימת הגזים במערכת ה"טורבו"

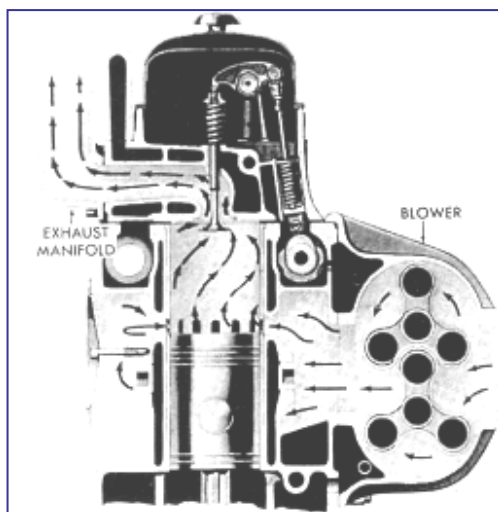


הטורבינה והמדחס



הגדשה במנועי 2 פעימות

נעשית ע"י מגדש מכני ברוב המנועים מדגם זה המיועדים ליעילות. הסיבה שמגדש ה"טורבו" מתחיל להיות יעיל רק מעבר לסיבובי מנוע בינוניים (במנוע שעובד בין 900 ל-3000 סל"ד הוא מתחיל להיות יעיל ב-1500 סל"ד). לעומת ה"טורבו" מגדש – מפוח מתחיל לעבוד מיד עם המנוע אך הוא נבזז חלק מהאנרגיה של המנוע להפעלתו ובסיבובי מנוע גבוהים פחות יעיל מהטורבו.

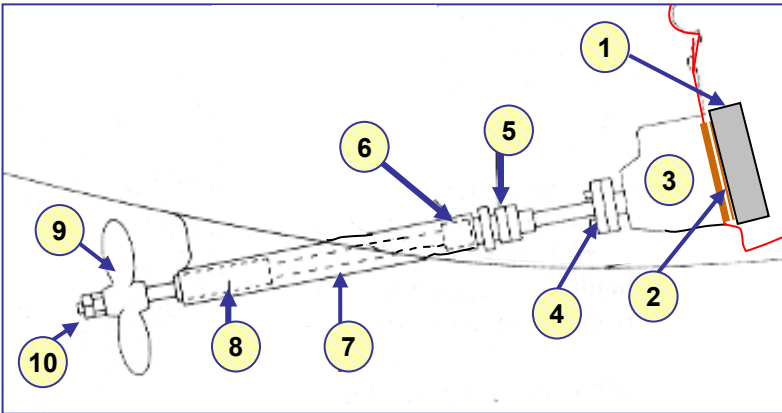


י. מהמנוע ועד המדחף

לא די שהמנוע עובד, צריך להעביר את פעולתו למדחף שנימצא מתחת למים. בלי מערכת זו התועלת היחידה שהמנוע יביא זה טעינת מצברים. בנוסף כך צריך שתהיה אטימה יעילה לציר המדחף אחרת כלי השייט יתמלא במים. חשיבות גדולה שמשמש יכיר את המערכת וישגיח על תקינותה.

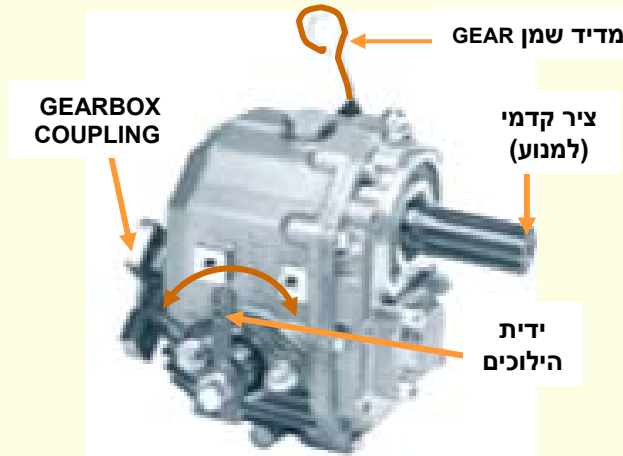
1. חלקי המערכת :

1. גלגל תנופה של המנוע
2. מקשר גמיש "דיסק"
3. תיבת התמסורת GEARBOX
4. מקשר ציר COUPLING
5. אטם ציר
6. מסב ציר רטוב - קידמי (אופציה רק בצירים ארוכים)
7. צינור בית הציר STERN TUBE
8. מסב ציר רטוב CUTLESS
9. המדחף
10. אום עם אבטחה



2. תיבת התמסורת GEARBOX

תיבת התמסורת הימית יש לה שלשה מצבים : קדימה סרק ואחורה בקידמתה ציר לכיוון המנוע ובאחוריה ציר עם COUPLING המשנה כיוונים בהתאם לכיוון ידית הפעלה.



3. מקשר גמיש "דיסק"

דיסק זה מחובר לגלגל התנופה, החלק הפנימי שלו גמיש עקב קפיצים או גומי מיוחד וסופג את הזעזועים של הפעלה ראשונית או שינוי כיוונים של התמסורת. במרכזו חור משונן שלתוכו משתלב ציר הקידמי של התמסורת.



עם קפיצים



עם גומי

עוד מקשר גמיש

(אופציה)

כתוספת להקטנת הזעזועים אפשר להרכיב את האביזר הזה בין GEARBOX COUPLING לבין ה- COUPLING של הציר



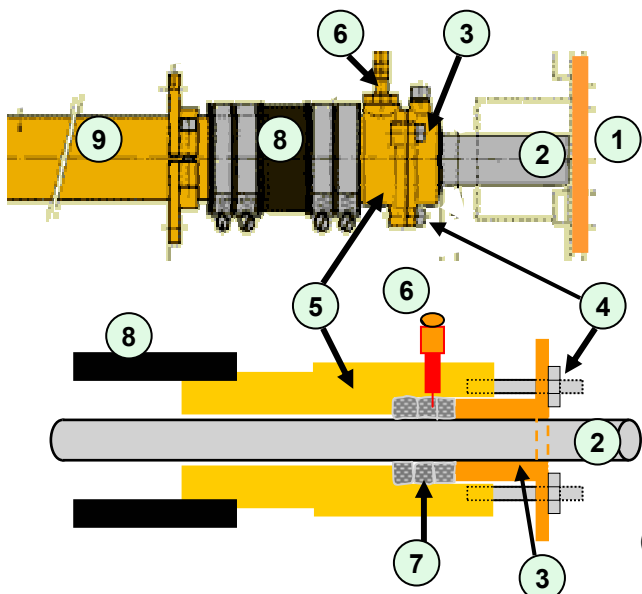
4. מקשר ציר COUPLING



חלק זה מתחבר אל GEARBOX COUPLING ואל הציר, ומעביר את "כוח הסיבוב" אל המדחף. את חשיבות האביזר תבינו - בנושא "קוויות"

5. אטם ציר

אטם הציר כשמו הוא מונע כניסת מים מהים שסביב הציר לתוך כלי השייט. אבל פעולה זו צריכה להיות כך שלא יהיה לחץ גדול על הציר שעלול לגרום להתחממות הציר או לשחיקתו. ישנן כמה שיטות לכך אתייחס לשתי הנפוצות ביותר אטם ה- STUFFING BOX ואטם בשיטת "VOLVO"



אטם ציר - STUFFING BOX

זהו "מכבש" שבו צינור אחד צר מהדק חבל שמנוני בין דפנותיו הפנימיות של צינור אחר והציר. באיור - השיטה מבחוץ ומבפנים.

חלקי המערכת

- | | |
|-----------------|---------------------------------------|
| 1. ה- COUPLING | 6. פיטמת גירוז |
| 2. של הציר | 7. חבל "חלב" (בצורת ריבוע ב- 3 שכבות) |
| 3. ה"מכבש" | 8. צינור גמיש מהודק בכוח בשני קצותיו. |
| 4. ברגים מהדקים | 9. ה- STERN TUBE |
| 5. בית ה"מכבש" | |

הערה: המפעיל יקבע את הלחץ של ה"מכבש" קצת יותר מאפשרות של טיפוס קל (אפשר להשאיר כזה בסיבובים גבוהים) וגם צריך לדאוג לגירוז תקופתי

6. מסב ציר רטוב - CUTLESS BEARING



זהו צינור נחושת או חומר פלסטי קשיח מבחוץ וגומי סינטטי קשה בפנים. בתוך הגומי יש חריצים לאורך למעבר מים. ברוב הדגמים החריצים ישרים לאורך בחלקם מתפתלים. במיקרה של רעידות בציר יש להחליף את המיסב.

אטם ציר בשיטת "VOLVO"

אינו צריך טיפול רק החלפה כל כמה שנים - מעט יקר

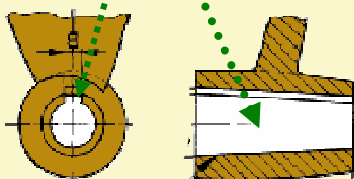


7. המדחף



המדחף

חור המדחף קוני עם שקע לשגם



השגם יושב בתוך הציר (מחומר רך)



אום עם אבטחה (+ אנודת אבץ)



המדחף (או בשמו האחר ה"בורג") הוא מתברג לתוך המים ויוצר מאחוריו זרם הדוחף את כלי השייט. לכל כלי שייט יש להתאים מדחף עם שטח כנפיים וזווית לפי משקל כלי השייט עצמת המנוע ומהירות סיבוב ציר ממוצעת (חישוב זה נעשה ע"י מהנדסי היצרנים).

חור המדחף קוני עם שגם ממתכת רכה שבמקרה של התקלות המדחף בעצם קשה השגם ייגזר אך למדחף הנזק יהיה קטן

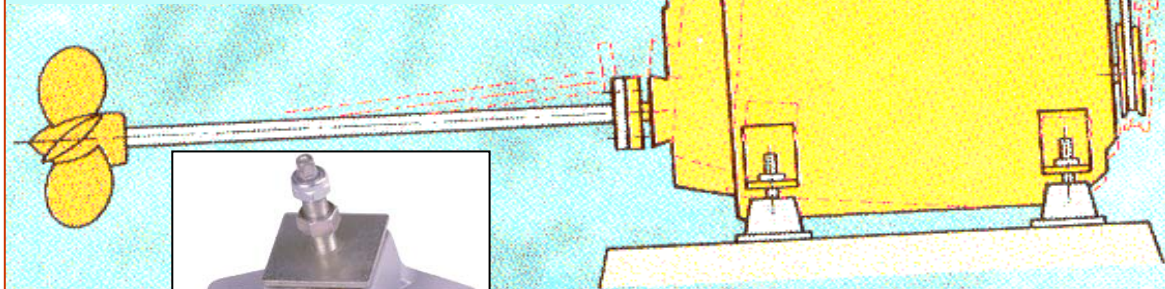
יא. קוויות הציר עם המנוע

במנוע עם קוויות סטנדרטיות המדחף מעביר את הלחץ לציר הציר לתמסורת (המחוברת למנוע) והמנוע המחובר לבולמי זעזועים שמעבירים את מלחץ לגוף הכלי השייט. אי קוויות גורמת לזעזועי יתר של המנוע (דבר המשפיע על כל הספינה) ולבלאי מואץ של בולמי הזעזועים ומיטב ה- **CUTLESS** גם אם הסטייה של הקוויות קטנה ולא מורגשת בכלי השייט ולא נראית בעין.

מנוע עם קוויות רגילה

הקוויות חייבת להיות מדויקת ביותר

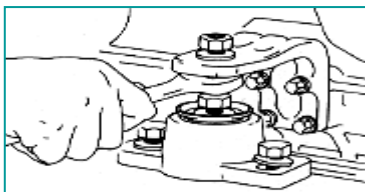
(אפשר לראות את האי קוויות בקיים המקווקוים)



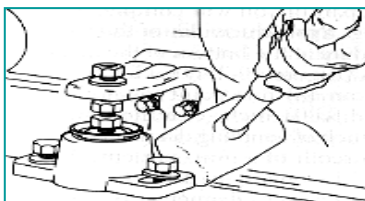
בולם הזעזועים

הבולם עשוי מבסיס מתכת עם אפשרות כונון ועליו (או בתוכו) גומי קשיח שדרכו עובר בורג עם אומים לכונון גבהים.(ראה פרוט למטה)

איך מכוונים?
העלאה או הורדה של פינה בעזרת האום התחתון.

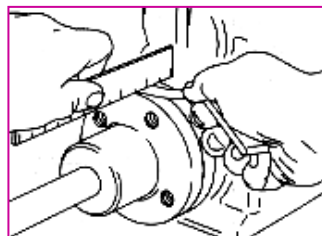
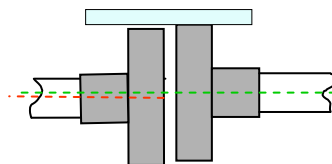


הזזה קלה ימינה או שמאלה של הבולם ע"י הזזת הבסיס.



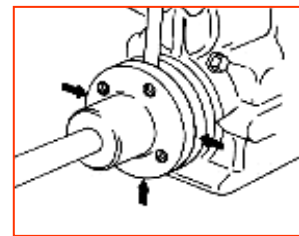
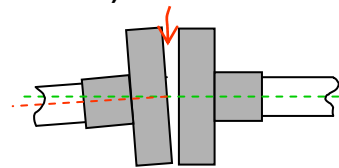
בדיקה ב' תאום מיקום

יש לבדוק שה- COUPLINGS של הציר ושל ה"גיר" אחד מול השני בעזרת מד מרווחים וסרגל



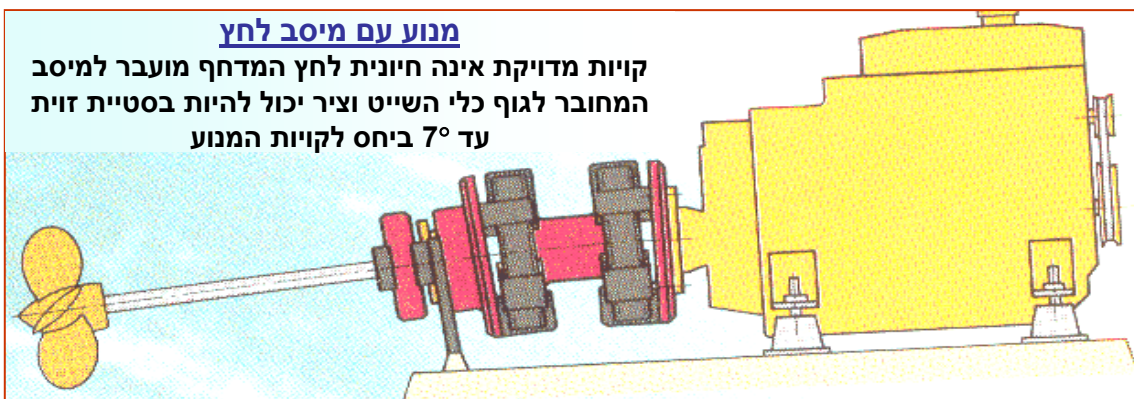
בדיקה א' - מקביליות

יש לבדוק שה- COUPLINGS של הציר ושל ה"גיר" מקבילים בעזרת מד מרווחים (עד 0.1 מ"מ)



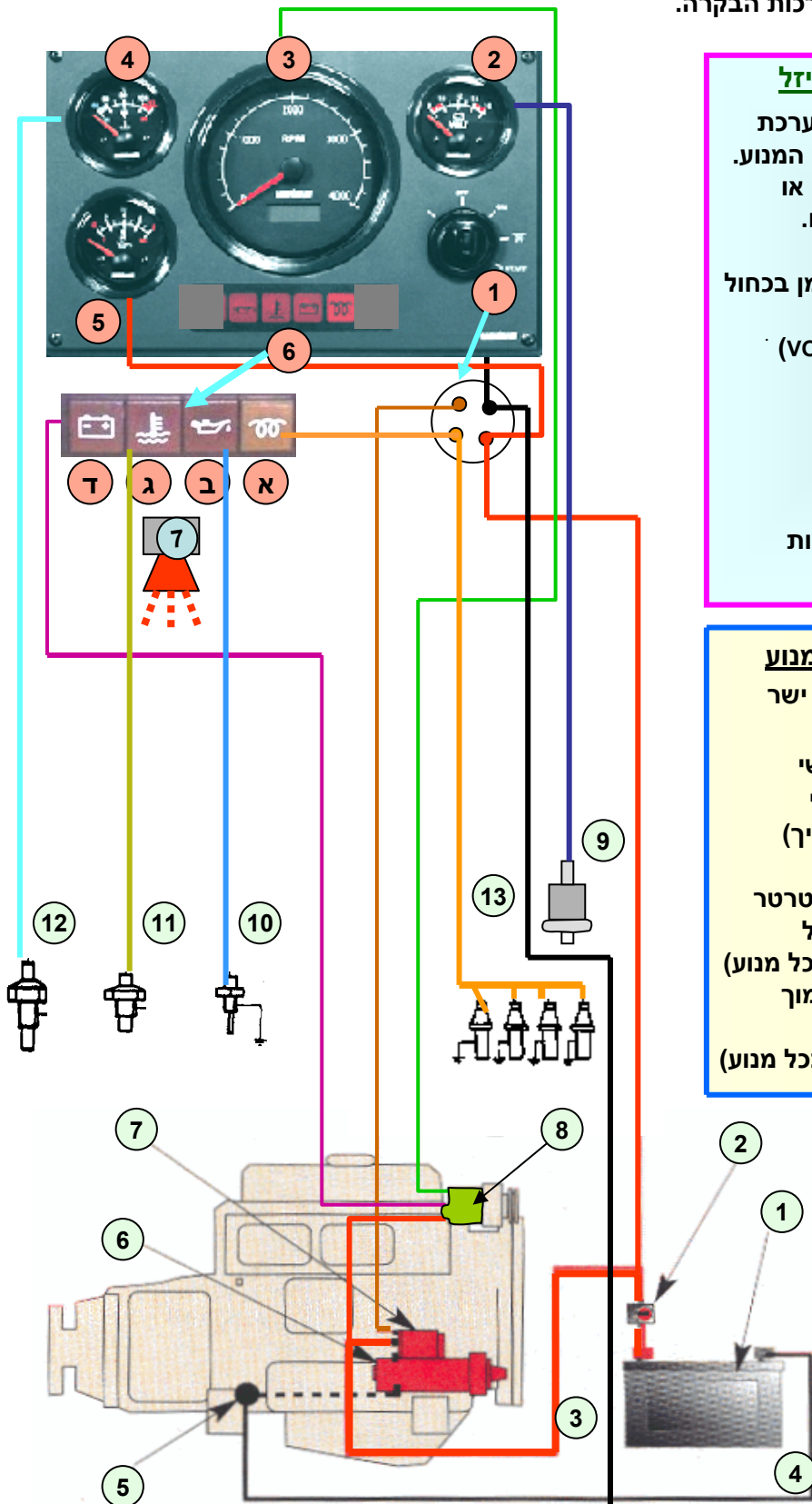
מנוע עם מיטב לחץ

קוויות מדויקת אינה חיונית לחץ המדחף מועבר למיטב המחובר לגוף כלי השייט וציר יכול להיות בסטייה זווית עד 7° ביחס לקוויות המנוע



י.ב. מערכת חשמל ובקרת במנוע

מנוע דיזל אינו זקוק לחשמל בזמן פעולה, אבל הוא זקוק לחשמל לשם חימום לפני הנעה ולהפעלת המתנע. האלטרנאטור מיצר חשמל לטעינת המצבר ומספק גם חשמל לצרכנים אחרים. תרשים זה עוסק רק בחשמל המנוע ומערכות הבקרה.



לוח בקרה למנוע דיזל

1. מתג הפעלה, פותח את המערכת + חימום מנוע + התנעה של המנוע.
2. מד לחץ שמן לחצים גבוהים או נמוכים מדי מסומנים באדום.
3. מד סיבובי מנוע
4. מד חום מנוע, קר מידי מסומן בכחול וחם מדי מסומן באדום.
5. מד מתח חשמל (VOLTMETER)
6. נוריות אזהרה:
 - א) חימום מנוע לפני התנעה
 - ב) נפילת לחץ שמן
 - ג) מנוע חם מידי
 - ד) אין טעינה
7. זמזם התראה מחובר למנורות לחץ שמן וחום מנוע.

יחידות חשמל ובקרה על המנוע

1. המצבר נותן ואוגר חשמל זרם ישר
 2. מפסק ראשי על קו ה (+)
 3. קו ה (+) אדום - העבה קו ראשי
 4. קו ה (-) שחור - העבה קו ראשי
 5. חיבור ה (-) לגוף המנוע (כמוליך)
 6. מנוע ההתנעה STARTER
 7. ה-SOLENOID המפעיל את הסטרטר
 8. ה-ALTERNATOR מיצר החשמל
 9. יחידת מדידת לחץ שמן (אין בכל מנוע)
 10. יחידת התראה על לחץ שמן נמוך
 11. יחידת התראה על חום גבוה
 12. יחידת מדידת חום מנוע (לא בכל מנוע)
 13. מחממי תאי השרפה, מורכבים כל אחד ליד המרסס של אותו צלינדר (אין בכל המנועים)
- הערה: כל יחידה מחוברת לשעון או מנורה אותם היא אמורה להפעיל. גם בכל שייט הצבעים של כל כבל חשמלי שונים.
- האדום והשחור בדרך כלל מסמנים קטבים חיובי (+) ושילי (-).

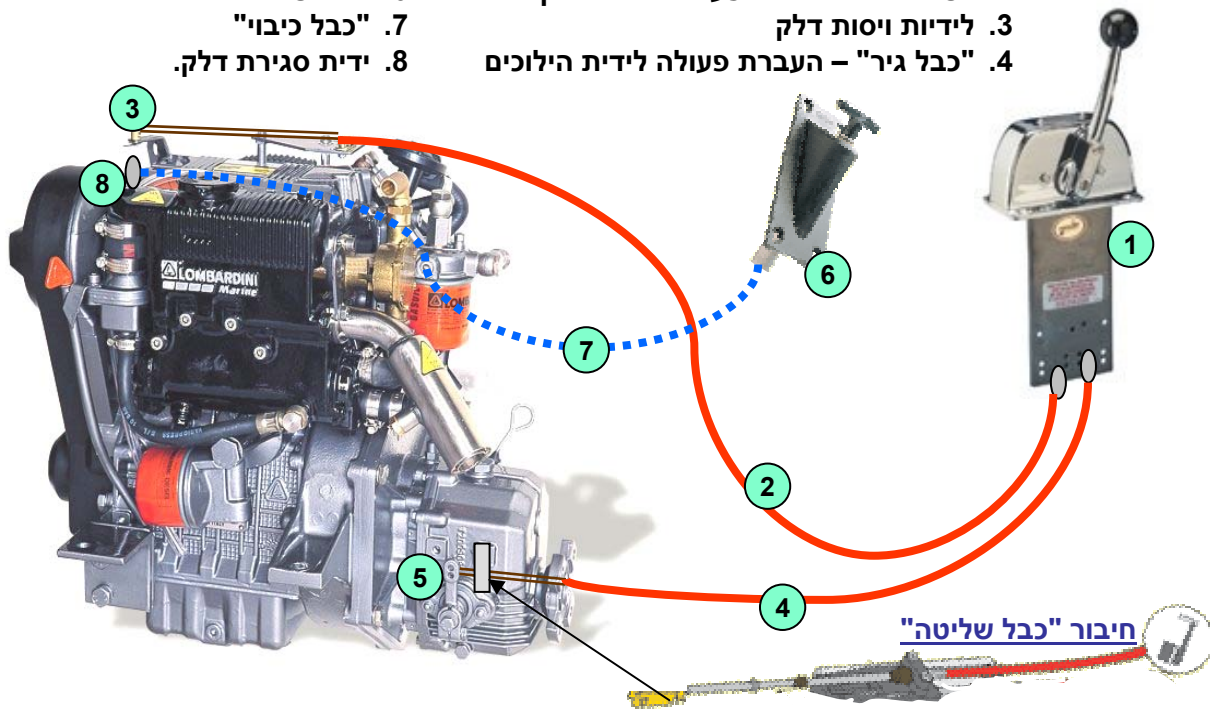
יג. שליטה על פעולות המנוע

מנוע מונע צריך שליטה על מהירות סיבובים ול היילוכים. בעבר השתמשו בשתי ידיות למטרה זו, אך רוב ידיות השליטה (THROTTLE) מפעילות בו זמנית את התמסורת (סרק קדימה ואחורה), ואת מהירות סיבוב המנוע ע"י הגדלת או הקטנת כניסת הדלק למערכת (GAZZ). לכל מערכת כזאת יש אפשרות גם להעלות סיבובים במצב "סרק". המעבר מה- THROTTLE לידיית ויסות דלק והילוכים נעשה ע"י מוט דק וגמיש הנמצא בצינור מיוחד (אדום) ומתחבר לכל קצה (ראה איור למטה).

כיבוי המנוע נעשה ע"י משיכת ידית דרך מעביר (דומה לאלו של ה- THROTTLE) וסוגר את הדלק למשאבת ההזרקה (בלי אפשרות לאויר להיכנס), בחלק מהמנועים (בדרך כלל גדולים) יש כיבוי חשמלי (ע"י מוט מופעל באלקטרומגנט) אבל עם זאת לחרום נותר עדיין גם כיבוי ידני.

חלקי המערכת לשליטה וכיבוי

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. ידיות השליטה (THROTTLE) | 5. ידית כיוון הילוכים |
| 2. "כבל גז" – הגברת פעולה לידיית דלק | 6. ידית כיבוי |
| 3. לידיית ויסות דלק | 7. "כבל כיבוי" |
| 4. "כבל גיר" – העברת פעולה לידיית הילוכים | 8. ידית סגירת דלק. |



יד. בדיקות משתמש בטרם התנעת ותחילת הפלגה למנוע בספינה

- | | |
|--|---|
| 8. לבדוק שאין חבלים או ניילונים סביב הספינה במים. | 1. לבדוק ויזואלית (ו-/או) במגע אם אין משהו חריג או משוחרר. |
| 9. לסובב את מתג ההפעלה ולבדוק שמנורת אתראת לחץ שמן דולקת והזמזם מזמזם. | 2. לבדוק גובה נוזל קירור. |
| <u>עכשיו אפשר להתניע את המנוע</u> | 3. לבדוק גובה שמן באגן |
| 10. לבדוק יציאת מים מהפליטה. | 4. רצוי לבדוק גם גובה שמן ב-GEAR (בדרך כלל בדיקה תקופתית) |
| 11. לבדוק יציאת עשן מהפליטה. | 5. לבדוק פילטר מים אם הוא נקי. |
| 12. לשלב מנוע קדימה ואחורה ולבדוק שילוב ורעידות. | 6. לבדוק שברז מים פתוח. |
| | 7. להעביר את ידית השליטה THROTTLE לקדימה אחורה ולאחור לוודא שהיא נעה בצורה תקינה. |

הפלגה נעימה !

ט.ו. תקלות

בתיאור מערכות השונות של המנוע יש התייחסות לפעולות מניעה ושמירה על פעולה תקינה של המנוע. בתיאור מערכת השמן יש התעכבות גם לבעיות שנובעות מחוסר שמן. בקטע זה ההתייחסות היא לתקלות שלא נדונו גם כאלו שאפשר לגלות בעזרת לוח בבקרה וגם אלו שניתן לגלות בעזרת ראייה או שמיעה. את רובן יכול גם מי שלא מכונאי לגלות (לפי הפרוט שלהלן) לא את כולן ניתן לתקן בים, אבל חלק גדול מהן גם משתמש שמכיר את המערכת יכול להתמודד איתן.

עשן בצבעים שונים יוצא ממערכת הפליטה

עשן פליטה כחול

א. טבעות בוכנה שחוקות
תפוסות או ששבורות.
ב. לוע הצלינדר שחוק
ג. שסתום דביק ונוגע בוכנה
ד. מיסבי המנוע שחוקים
ה. גל ארכובה רופף
ו. רוח רופף בין הבוכנה לצלינדר.

עשן פליטה לבן

א. מים בדלק
ב. דלק עני בקטן (חומר בעירה העיקרי בסולר)
ג. תזמון משאבת הזרק גרוע או יחס דחיסה נמוך

עשן פליטה שחור

א. מנוע בעומס יתר (או מדחף מלוכלך מאוד)
ב. פילטר אויר סתום
ג. משאבת הזרקה מספקת יותר מידי דלק.
ד. מזרקים לא תקינים

המנוע מתחמם

תקלות במערכת נוזל קירור

א. מכסה המיכל פגום
ב. גובה הנוזל נמוך
ג. תרמוסטט פגום – לא נפתח
ד. התרופפות הרצועה המפעילה את המשאבה

תקלות במערכת מים מלוחים

א. סתימה בכניסת מים
ב. סתימה בפילטר מים
ג. תקלה במשאבת מים
ד. סתימה או תקלה בצינוריות שבמחליף חום.

סיבות נוספות

א. מנוע מועמס מידי
ב. גובה שמן נמוך מידי
ג. תזמון משאבת הזרקה לא נכון

3 תקלות דומות מסיבות זהות
מנוע מניע קשה או לא מניע כלל
המנוע לא עובד בצורה תקינה
המנוע חלש לא מחזיק עומס

תקלות במערכת הדלק

- דלק לא נכון (איכות ירודה)
- אוויר במערכת הדלק
- דלק נמוך במיכל.
- מסנן דלק סתום עם מים או לכלוך.
- תפקוד לקוי של משאבת הדלק.
- מרססי הדלק במצב גרוע.
- בעיה טכנית הגורמת לתפקוד לקוי של משאבת ההזרקה.
- תיזמון לקוי של משאבת ההזרקה.

תקלות מכאניות שונות

- יחס דחיסה נמוך
- כיוון שסתומים לקוי
- הגבלות במערכת הפליטה
- מכשול על המדחף.

תקלות אויר וחשמל

- פילטר אויר מלוכלך או תקלה אחרת במערכת יניקת אויר
- בהתנעה – מהירות סיבוב נמוכה עקב מתח נמוך.

דפיקות במנוע

- תיזמון לא נכון
- גוף זר בצלינדר
- חופש במיסב פין הטלטל

עוד תקלות אפשריות והסיבות להן

המנוע עובד אין תגובת מדחף

- תקלה בגיר או ב"טרוטל"
- ה"מקשר הגמיש" בין המנוע וה-GEAR נשבר.
- הציר ניתק מה-GEAR
- שגם המדחף נגזר
- המדחף אבד

מים בשמן

פגם באטם ראש מנוע - היוצר פתח בין מעברי המים למעברי השמן

דלק בשמן

- נזילה ממשאבת הדלק
- במנוע עם משאבת הזרקה פנימית נזילה מאחד המזרקים

שילוב בית

צימוד

הגיון

מחשבה

למציאת הפיתרון לתקלה!

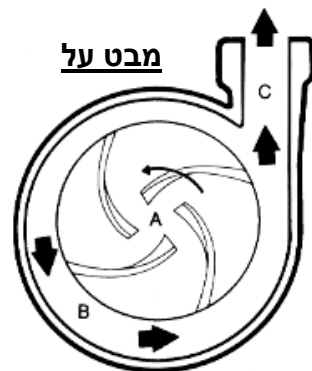
המשאבות הם האביזרים שנמצאים ברוב המערכות המכניות בספינה. על המנוע עצמו (דיזל) יש 4 משאבות שונות: דלק, הזרקה, שמן, נוזל קירור ומי ים. בתוך ספינה לצרכים אחרים יש לנו לפחות עוד שלוש משאבות שונות: שיפוליים חשמלית, שיפוליים ידנית ומים מתוקים (חשמלית או ידנית). המשאבות מתחלקות לשתי קטגוריות ראשיות: משאבות זרימה (סיחור) ומשאבות שינוי נפח, כאשר צורת הפעלה וישום מגדיר את תת הקטגוריה של המשאבה. גם משתמש שאינו מכונאי צריך להכיר ולדעת איך לטפל בחלק מהמשאבות.

א. משאבת זרימה (סיחור)

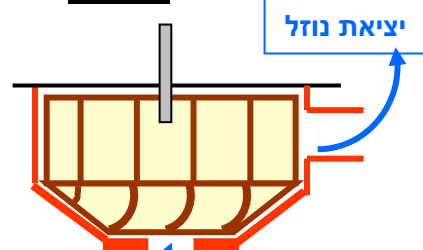
משאבה זו בנויה על סיחור מהיר מאוד של טורבינה בתוך נוזל ועל ידי כוח צנטריפוגלי שיוצרת הנוזל שנכנס למרכז (מסומן ב-A) מסתחרר לתוך מעין תעלת סחרור (מסומנת כ-B וניפלט החוצה (היציאה מסומנת כ-C)).

יתרונה של משאבה זו שהטורבינה אינה נוגעת או יוצרת מגע עם המעטפת שלה אם אין נוזל היא תסתובב רגיל בלי נזק וגם אם יש עודף לחץ הטורבינה תמשיך לנוע (רק כושר הדחיפה שלה ירד).

החסרון שמשאבות אלו חייבות להיות מלאות נוזל על מנת לשאוב, או שהטורבינות שלהן טובלות במים (כמו משאבת נוזל קירור במנוע ומשאבת שיפוליים הטובלת במקום נמוך), או שמותקן להן מיכל איתחול מיוחד להתחלת שאיבה במקום נמוך. בספינות נמצא אותן על המנוע (משאבת נוזל קירור) בשיפולי הספינה (משאבות טבילה) ומשאבות קירור למזגן. לא יכולות לשאוב נוזלים צמיגיים.

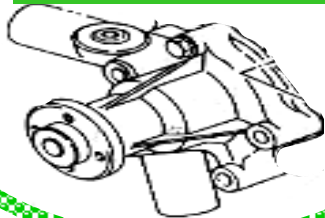


מבט על



כניסת נוזל

משאבת נוזל קירור למנוע



פקק מילוי

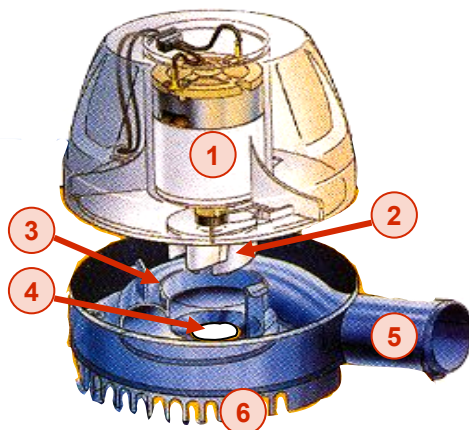


משאבת סיחור ניידת

למשאבה זו יש מנוע משלה. לשם תחילת שאיבה יש למלא את המיכל מים לאתחול.

המיכל

משאבת שיפוליים טבילה (חתך)



1. מנוע המשאבה (אטום למים)
2. בטורבינה של המשאבה
3. תעלת סיחור
4. פתח כניסת המים
5. פתח יציאת המים (לצינור).
6. מסנן גס.

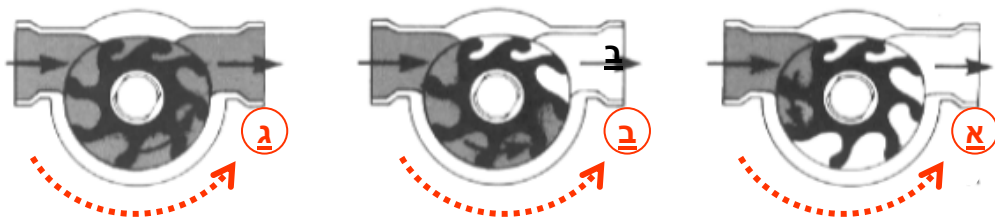
ב. משאבות שינוי נפח

משאבות אלו עובדות על שיטה שבו תא (או תאים) של שאיבה מתכווצים ומוציאים – תוך פליטת מה שבתוכם (אוויר או נוזל) ולאחר מכן מתרחבים וע"י כך יוצרים וקום שלתוכו שיותר את השאיבה. היתרון של משאבות אלו שאינן צריכות לטבול בנוזל, גם במצב יבש יכולות להתחיל לשאוב ולהכניס נוזל למערכת. משאבות שינוי נפח קימות בכמה צורות, כאן יש התייחסות רק לארבע סוגים הנפוצים בספינות.

1. משאבת אימפלור גמיש (כינוי ג'בסקו)

משאבה זו בנויה על תאים קטנים בין כנפי האימפלור שבשלב מסוים מתכווצים ואחריו מתרחבים, זה בזמן שהאימפלור יוצר סיבוב מהיר והפעולה נשית במהירות אין סוף פעמים.

בשלב א המשאבה יבשה או יש בה מעט נוזל והיא למעשה דוחפת אוויר היוצר וקום, **בשלב ב** היא כבר מתילה להתמלא בנוזל **ובשלב ג** יש שאיבה סדירה. הגליל בו מסתובב האימפלור בחלקו העליון הוא "מכווץ" (בדרך כלל עם תותב מתפרק) כך שהכנפים מתקרבות לציר ותאי הנפח מתכווצים. סיבוב המשאבה הוא בכיוון הפוך לזרימה.



משאבות אלו משמשות בספינות כמשאבת מי ים לקירור מחליף החום במנוע, בחלק מהן גם כמשאבת שיפוליים ראשית (או שאיבות אחרות) בספינות גדולות להספקת דלק למיכל היומי, או ריקון שמן להחלפה (שואבות כל נוזל).

יתרונות משאבה זו שהיא קטנה וקלה ביחס להספק שלה. אפשר להרכיב אותה על מנוע חשמלי (תמונה משמאל) או על המנוע (ישיר או ע"י רצועה).

משאבה זו אין לה שסתומים ומחזיקה לחץ סביר גם בשאיבה לגובה. הבעיה החשובה היא לשמור על האימפלור, הפעלתו ללא נוזל הרבה זמן שימוש ארוך מידי או כניסת גוף זר למשאבה גורמים לכנפיים להיקרע (ראה תמונה משמאל). אך קל לבצע את ההחלפה (חובה לדעת פעולה זו:

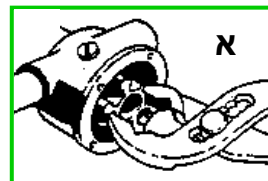
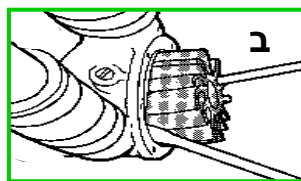
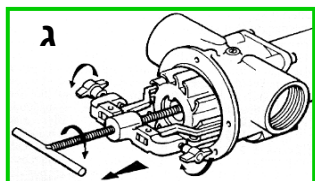
1. מפרקים את הברגים של המכסה.

2. מחלצים את האימפלור הישן (או הפגום) יש 3 צורות לבצע זאת:

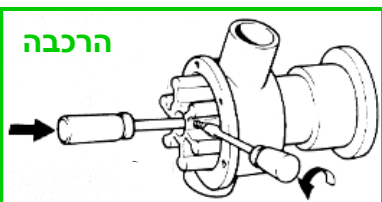
א. באימפלורים קטנים עם מלקחיים מתאימות

ב. באימפלורים בינוניים או גדולים אם אין כלי עבודה אחרים עם שני מברגים.

ג. באימפלורים בינוניים וגדולים עם חולץ מתאים.



הרכבה

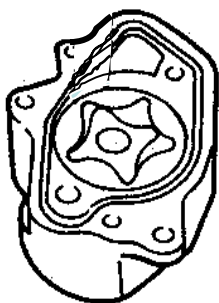


בהרכבה של האימפלור יש להקפיד לגרז את המשאבה על מנת שהאימפלור בתחילת פעולתו ינוע בסביבה חלקה. ההכנסה צריכה להיעשות בעדינות כחלק מהכנפיים מכופפות וחור האימפלור ממורכז.

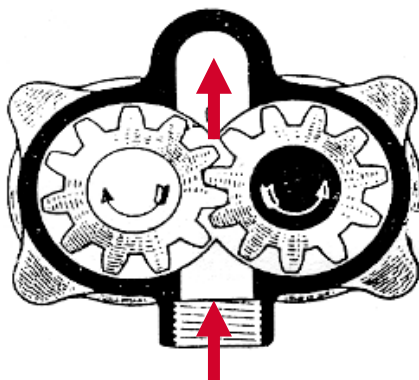
2. משאבת גלגלי שיניים (גג"ש)

משאבה זו נועדה לשאיבת שמנים ויצור לחצים גבוהים. היא בנויה על שני גלגלי שיניים המסתובבים אחד ליד השני (איור א) או אחד בתוך השני (איור ב) כשליד פתח היניקה שיני הגלגלים מתרחקים אחד מהשני ויוצרים ע"י כך וקום הגורם ליניקה וליד פתח הפליטה השיניים סוגרים נפח ודוחקים את השמן החוצה. צמיגות השמן יוצרת רמת אטימה גבוהה בין גלגלי השיניים ופנים המשאבה. משאבות אלו במנוע מפעילות את מערכת השימון במנוע (אפשר לראות בברור באיור של מערכת השימון) ששם יש חובה להחזיק לחץ הם מפעילות גם מערכות אחרות המבוססות על לחץ שמן (ברוב היכטות מגודל מסוים ההיגוי הוא מערכת הפועלת על לחץ שמן) חיוני לדעת – על משאבת גג"ש יש ברז ויסות לחץ ושסתום שיחרור וברגע שהלחץ עולה מעל מידה מסוימת משחרר שמן למיכל השמן לא להעמיס לחץ מיותר על המערכת.

שיטה ב' נפוץ במנועים חדשים בגלל חיסכון במיקום ונוחיות הרכבה.



שיטה א' נפוץ במנועים ישנים ומשאבות של הגאים הידראוליים



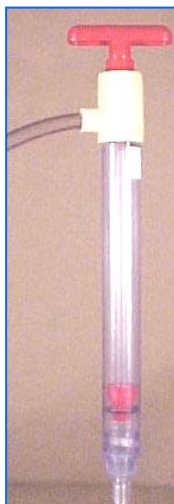
3. משאבת בוכנה

משאבה זו מורכבת מבוכנה אטומה כלשהי הנעה בתוך צינור (צלינדר) עם שסתום יניקה הנפתח עם יניקת הנוזל ופליטה הנפתח עם פליטתו. יש משאבות ששסתום הפליטה נמצא על הבוכנה אחרים הם בחלק מסוים של המשאבה עיקרון שינוי הנפח נשאר זהה. במנועי ספינה שיטה זו מיושמת בתוך משאבות הזרקה טוריות ויש גם משאבות ריקון שמן דומות מנחושת (לאילו שבאיור א'). ניתן למצוא גם משאבות כאלו מפלסטיק לשאיבת מים או דלק (איור ב') ובמשאבות שירותים (איור ג') ששם בצינור אחד ובוכנה בודדת יש בפועל שתי משאבות: הצד העליון של הבוכנה שואבת מי ים ובזמן הרמת הידית שוטף את האסלה, הצד התחתון של הבוכנה מרוקן את האסלה בירידה למטה לתוך הים (או מיכל אגירה).

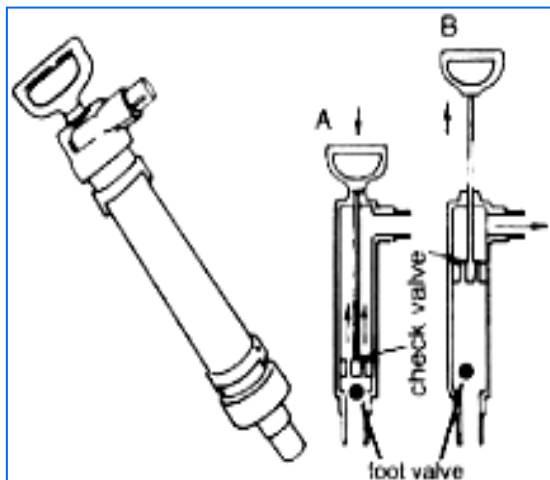
ג. משאבת שירותים ידנית



ב. מפלסטיק



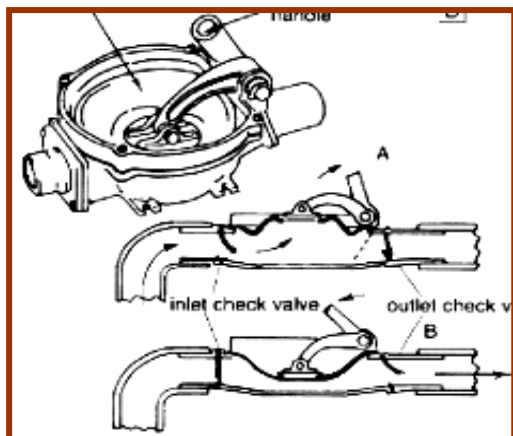
א. חתך משאבת בוכנה למים שמן או דלק



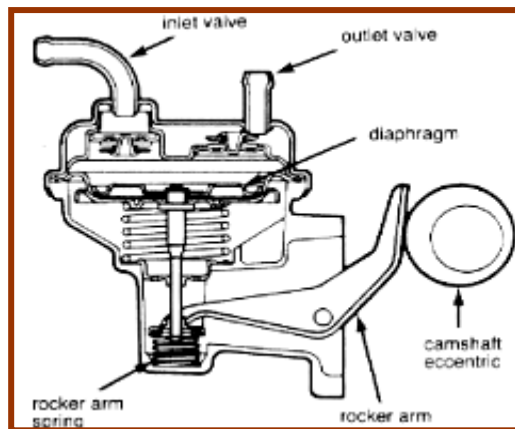
4. משאבות דיאפרגמה

משאבה זו בדומה למשאבת בוכנה משנה את ניפחה ע"י פעולה קווית לשינוי נפח. במקרה זה הדיאפרגמה הגמישה מקטינה נפח ומגדילה אותו, כשפעם נפתח שסתום יניקה ופעם שסתום פליטה. משאבה כזאת בספינות משמשת כמעט בכל המנועים כמשאבת דלק, כמשאבת שיפוליים ידנית, כמשאבת מים מתוקים, כמשאבת ריקון מי מקלחת ולפעמים אף כמשאבת שיפוליים חשמלית.

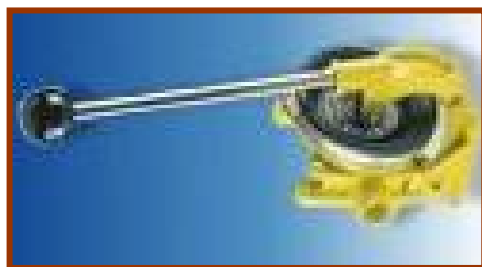
פעולת משאבת דיאפרגמה ידנית



חתך של משאבת דלק על המנוע



משאבת דיאפרגמה ידנית



משאבת מים מתוקים



ג. הכרת אביזרים חיוניים

שתומי שיחרור תת לחץ VACUUM VALVE

בראש המכשיר קיים שסתום חד כיווני, כשיש לחץ של דחיפה השסתום סגור אך אם יש תת לחץ (שעלול להחזיר מים הפוך) השסתום ניפתח ומחדיר אויר לצנרת למנוע שאיבה לכיוון לא רצוי. נמצא על מנועים נמוכים יחסית לגובה פני הים ועל משאבות שירותים.



מעברי גוף (SEA COCKS)

כל צינור יניקה או פליטה מתחת למים יהיה עם ברז כדורי לסגירה מהירה בשעת חרום.

1. מעבר יניקה עם מסנן גס
2. מעבר גוף לפליטה (אלו שמעל קו המים יכולים להיות מחומר פלסטי ובל ברז).



ד. מערכת מים מתוקים בספינה

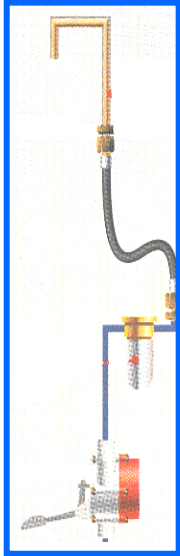


זאת מערכת בסיסית עם מיכל אחד המיכל חייב פתח מילוי. פתח אוורור (נשם) ופתח יציאה, רצוי שיהיה גם פתח ניקוי. המים מהמיכל נשאבים ע"י משאבה חשמלית עם מפסק לחץ (הסבר מפורט בהמשך) רצוי שיעברו דרך פילטר משם למיכל אגירת לחץ ולבסוף לברזים השונים. ניתן לבנות מערכת עם יותר ממיכל אחד ו-או משאבה אחת, אפשרי להוסיף דוד מים חמים עם צנרת נוספת אפשר גם לשאוב מים במשאבה מופעלת רגלית או ידנית בסופו של דבר שואבים מים ממיכל מסוים לברז יציאה.

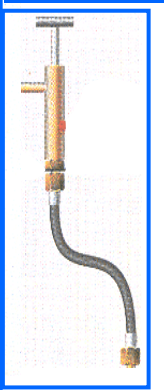
אוגר לחץ – ACCUMULATOR (הידרופור)

מיכל עם אויר בתוכו שכאשר המשאבה יוצרת לחץ המים נכנסים למיכל ודוחסים את האויר כלפי מעלה. בזמן פתיחת ברז כלשהו האויר דוחס את המים לפני שהמשאבה מתחילה לפעול (עד ירידת הלחץ) בפתיחות ברז קצרות הוא חוסך איתחולים והפסקות רבות של פעולת המשאבה ושומר על לחץ קבוע במערכת

משאבת מים מתוקים רגלית



משאבת מים מתוקים ידנית



הפילטר
 יש שני סוגים, אחד גס לחסימת אבנית וגרגירים והשני פחם שמטהר גם את המים.

המשאבה ומפסק הלחץ

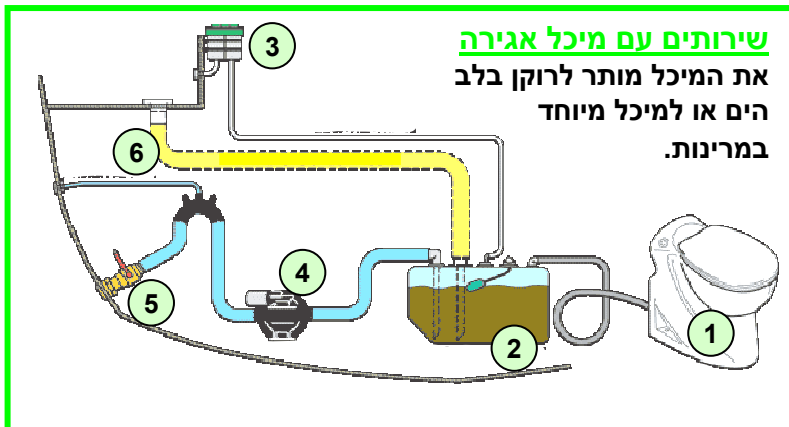
מערכת מפסק הלחץ
 המפסק החשמלי

משאבת המים המתוקים החשמלית היא משאבת דיאפרגמה (או שנים) מופעלת חשמלית. למשאבה מחובר מפסק המנתק את זרם החשמל עם עלית לחץ המים ללחץ המבוקש ומשחבר את זרם החשמל עם ירידת הלחץ במערכת (כמו פתיחת ברז).

ה. מערכות של שירותים מקלחות וכיורים



שירותים ימיים
סטנדרטים
אסורים לשימוש
בתוך מעגנות



שירותים עם מיכל אגירה
את המיכל מותר לרוקן בלב
הים או למיכל מיוחד
במרינות.

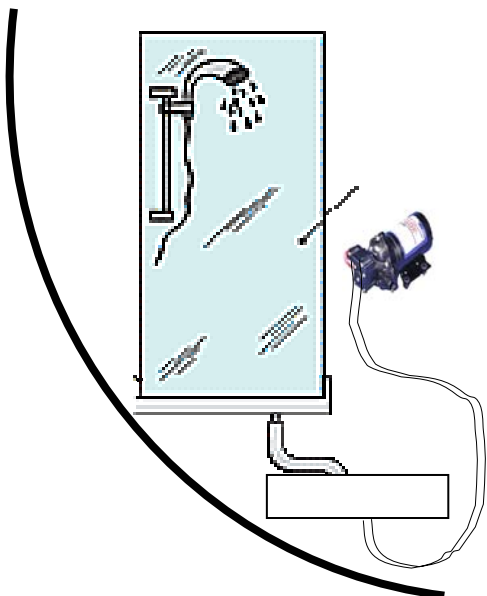
1. אסלה ימית רגילה
2. משאבה ידנית (חלק עליון מים נקיים חלק תחתון מים מלוכלכים).
3. שסתומי שחרור תת לחץ, שיכול להיווצר בים גלי ולשאוב מי ים פנימה.
4. מעבר גוף ופתח יציאת מי שירותים, צריך להיות רחוק מפתח יניקת מי שטיפה על מנת לא לינוק לכלוך חזרה
5. מעבר גוף ופתח כניסת מי ים לשטיפה

בשירותים אלו (משאבת ריקון אסלה חשמלית) ריקון המים המלוכלכים נעשה למיכל אגירה שמרוקן במקום מותר. השיטה הופכת לנפוצה גם ביטטות קטנות עקב הגברת שמירה על איכות הסביבה במימי החופים, הרי פרוט החלקים הנוספים:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. אסלה עם משאבה | 4. משאבת ריקון (ידנית או חשמלית) |
| 2. מיכל האגירה | 5. פתח ריקון לים מתחת למים |
| 3. פתח אוורור עם מסנן סופג ריחות | 6. פתח שאיבה לחוף |

מקלחת ימית

במקלחת ימית בסיסי - המים שיורדים לניקוז נאגרים במיכל קטן מתחת לרצפת המקלחת ונשאבים החוצה במשאבה ידנית או חשמלית. בחלק מהספינות הם נשאבים למיכל אגירה. במקום שמיכל האגירה נמוך מהמקלחת הם יורדים ישר למיכל.



כיור ימי

נמצא בדרך כלל מעל פני הים ובצינור היציאה מתחת למים עם ברז כדורי שסוגרים בים גלי או בצד שיש בו הטיה גדולה. אפשרי גם לחבר למיכל אגירה ואז אין חשיבות למיקום הכיור ביחס לגובה פני הים.



שאיבת שיפוליים

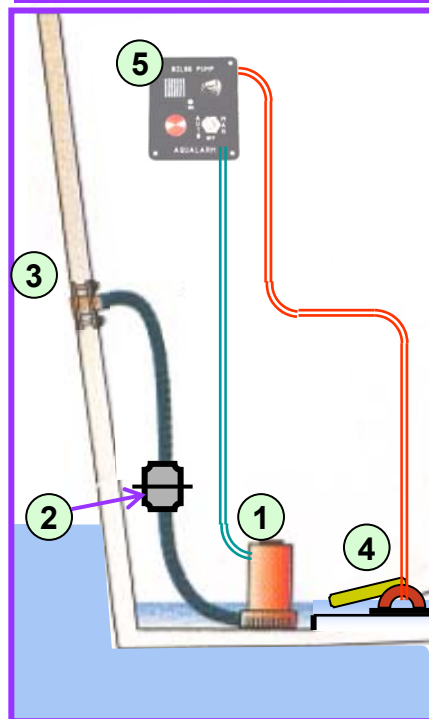
יכולת שאיבת השיפוליים במספר שיטות היא דבר חיוני ביותר לשמירת בטיחות כלי השייט. ספינה רגילה זקוקה לפחות שתהיה בה לפחות שלש שיטות שאיבה ומערכת התראה על עליית מפלס המים בשיפולי כלי השייט.

א. **מערכת שאיבה חשמלית משולבת עם ההתראה** (כמו באיור מימין) יכולה לשאוב בעזרת משאבת טבילה או משאבת שינוי נפח (אימפלור או דיאפרגמה) מרחוק. בים מפסק האזעקה חייב להיות מחובר אוטומטית להפעלת המשאבה. חשמל למערכת זו יבוא ישירות מהמצבר – עצמאי מלוח הכללי.

ב. **מערכת שאיבה ידנית** – מבוססת על משאבת שינוי נפח (בדרך כלל דיאפרגמה) כגיבוי למערכת החשמלית. יש עדיפות לכך שהמשאבה תהיה באזור תא הפיקוד עם גישה קלה. (ראה איור למטה)

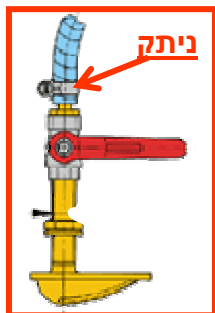
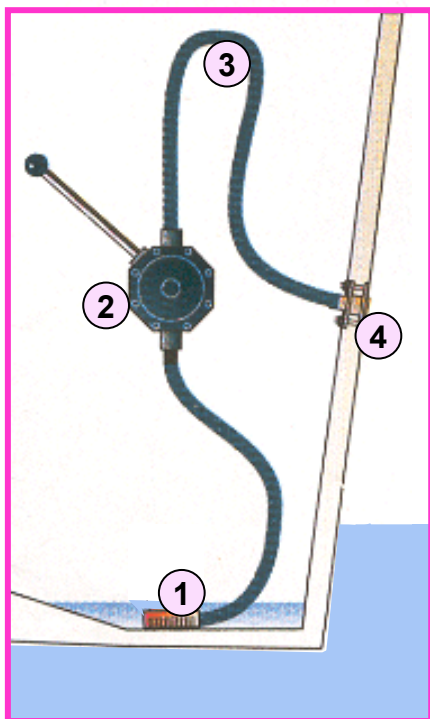
ג. **מערכת שאיבה בעזרת המנוע** – למנוע יש משאבת אימפלור חזקה מאוד השואבת מים מהים, סוגרים את ברז (איור הברז למטה) ומטבילים את הצינור בשיפוליים הדולפים ואז המנוע שואב את מי הקירור מהשיפוליים החוצה. שיטה זו - **רק בחרום!**

חשמלית עם משאבת טבילה



1. משאבת טבילה - במקום נמוך ביותר
2. שסתום אל חוזר למניעת כניסת המים (מהצינור או מהגלים) חזרה לכלי השייט.
3. פתח יציאה רצוי גבוהה מעל פני הים.
4. מצוף עם מפסק חשמלי שמפעיל את האזעקה (ובים את השאיבה האוטומטית עם עליית המים).
5. לוח בקרה עם אזעקה קולית מנורת ביקורת של המערכת.

מערכת שאיבה ידנית

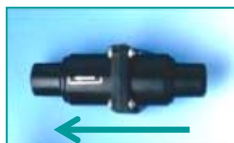


1. פתח יניקה עם מסנן בשיפוליים
2. המשאבה
3. הגבהה של הצינור למניעת כניסת מים בים גלי.
4. פתח יציאת המים.

אביזרים חיוניים במערכת החשמלית

שסתום אל חוזר

מאפשר זרימת מים רק לכיוון אחד

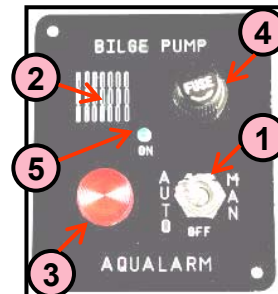


מצוף עם מפסק חשמלי

מחובר בחוטי חשמל ללוח הבקרה ומפעיל את מאזעקה, במצב אוטומטי – גם את המשאבה.



לוח הבקרה



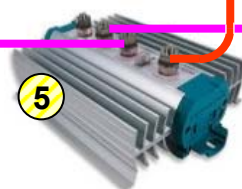
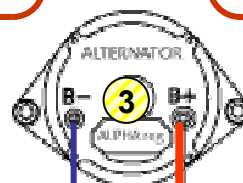
1. מפסק שלשה מצבים: ידני – אזעקה בלבד – אוטומטי
2. צופר אזעקה הצפה
3. מנורת אזעקת הצפה
4. נתיך של המערכת
5. מנורת ביקורת חשמל

ז. מערכת חשמל של הספינה

מערכת החשמל של ספינה בסיסית מבוססת על זרם ישיר של 12V בספינות קטנות ובינוניות (עד כ-45 רגל אורך) ושל 24V בספינות גדולות יותר. זרם הישר מסופק ממצברי הספינה וטעינתם נעשית ממטען (כאשר קשורים לחוף ומחברים למתח חוף) מהאלטרנטור כאשר המנוע עובד וניתן לטעון אותם מקולטי שמש מיוחדים או גנראטור המופעל ע"י רוח (נפוצים בספינות המפליגות מרחקים). יש ספינות עם גנראטור זרם חילופין (220V או 110V) זה להפעלת צרכנים "כבדים" כמו מזגנים משאבות מקררים גדולים.

במערכת הבסיסית של זרם ישיר נמצא:

1. לוח חשמל עם מפסקים לכל הצרכנים כמו: בקרה על אורות הניווט והתורן, בקרה על מכשירי הניווט ועל התאורה. לכל קו יש נתיך לבטיחות, בלוחות המודרנים המפסק הוא נתיך אוטומטי.
2. מטען מצברים המופעל ע"י זרם חילופין מהחוף או מגנראטור (אם קיים) עם יכולת טעינה נפרדת לכל מצבר (המטענים הימיים).
3. אלטרנאטור שעל המנוע מטעין מצברים בזמן עבודת המנוע.
4. מפסק ראשי ובורר מצברים לפי בחירת המשתמש.
5. מפריד טעינת מצברים, מכשיר המפקח על רמת טעינה בכל מצבר לפי צריכה ומחלק בהתאם את הטעינה מזרם שמקבל מהאלטרנטור.
6. מצבר שרות (אחד או יותר) המספק את הצריכה לצרכני הספינה חוץ מהתנעה אך יכול לשמש כגיבוי לכך (רצוי שיהיה מסוג "פריקה עמוקה" לצרכים שהוא משמש).
7. מצבר התנעה של המנוע משמש כגיבוי להפעלת מכשירים בחרום (יכול להיות מכל סוג בתנאי שהגול שלו מתאים למנוע).
8. כבל למנוע מהקוטב החיובי (+)
9. הקטבים השליליים (-) בכלל הספינה מחוברים ביחד גם למנוע ולהארכה.
10. במידה ויש זרם חילופין עם צרכנים רבים לזרם חילופין (בדרך כלל בספינה עם גנראטור) יש לוח חשמל נפרד לזרם זה.



צבעי כבלי החשמל באיור

אדום (עבה) – קווי מתח חיובי עם זרם חזק
אדום (דק) – יציאת זרם ישיר (+) מהאלטרנטור
שחור – קו (-) ראשי (למנוע ולהארכה)
כחול כהה – חיבור ה- (-) לצרכנים שונים
סגול – קווי הטעינה הנפרדים של המצברים מה"מפריד".
חום – קווי טעינה נפרדים מהמטען.



חלק שלישי: בטיחות

א. שרפה ואמצעי כיבוי



1. מהי שרפה?

שרפה זה מצב שחומר כלשהו פולט גז אשר ברמת חום מסוימת (השונה לכל חומר) עם כמות חמצן מספיקה הוא נדלק. למצב זה אנו קוראים :

משולש השרפה

על מנת ליצור אש יש צורך בשלשה גורמים :

1. **חומר בעירה** – אי קיומו או סילוקו יכלה את האש.
2. **חמצן** – בלעדיו האש "נחנקת".
3. **חום** – בהעדר מקור כזה שרפה לא תתפתח.

2. מהם גורמי שרפה הנפוצים ביכטות

- חוץ מפגיעה ישירה ונדירה של ברק כמעט כל הסיבות נובעות מאי נקיטת אמצעי זהירות מספיקים :
1. **בישול** – ברוב הספינות מבשלים על כיריים גז, שימוש לא זהיר בשמן יכול לגרום להצתתו, נזילת גז יכולה ליצור הצטברות גז בחללים נמוכים והצתתו כתוצאה מגורם נוסף.
 2. **עישון** – בתוך הספינה יכול להביא את האש לחומרים רגישים כמו בגדים שמיכות ואלכוהול .
 3. **אי אורור ספינה** (במיוחד המרחבים למטה) יוצרת עם הזמן הצטברות כל מיני גזים שאם גורם חום כלשהו יצרו תנאים מתאימים להיווצרות השרפה.
 4. **מערכת חשמל** – לא מטופלת יוצרת התחממות חוטים וניצוצות שהם גורמים שעם סיבות נוספות מהווים גורם משמעותי לשרפה.
 5. **פח הזבל** – מקור בלתי אכזב להתפתחות שרפות, חומרים מסוימים בריאקציה מסוימת יכולים להתלהט מעצמם (כמו צמר גפן עם משחות מסוימות במקום לא מאורר), חוץ מהמרבה שיירי מזון שעם הזמן מפיצים גזים (במיוחד בתוך שקיות אטומות).

3. פעולות מניעה

- כוללות הכנה וטיפול נכון של הספינה והתנהגות נכונה של האנשים :
1. אין אנו יכולים לסלק את חומרים דליקים כמו : עץ בגדים וכלי מיטה, אך ניתן להצטייד בסוגים הפחות רגישים לחום נמוך (לדוגמא רצוי לצבוע בצבעים עם רגישות נמוכה לחום גבוהה). כל אלו אינם נדלקים אם אין מקור חום מתאים, וככל שרגישותם נמוכה סכנת השרפה מצטמצמת.
 2. גורמי השרפה בגז בישול או דלק הם ניצוצות. גז בישול (כבד מאורר) נדאג לאחסן בחוץ עם אורור כך שגם נזילתו יגרום לזליגה מחוץ לכלי השייט. בתוך הספינה רצוי לבדוק שאין נזילות כולל התקנת גלאי גז. כי זליגה והצטברות הגז בתחתית ע"י ניצוץ קל יכולים לגרום לשרפה או פיצוץ .
 3. דלק צריך להיות מאוחסן כך שגם בפתח האורור תהיה רשת הגנה מניצוצות. בזמן תדלוק למנוע כל עישון או שימוש באש בחשמל ולדאוג לאורור הכלי שייט.
 4. למניעת שרפות כתוצאה מחשמל, יש לבצע תחזוקה ובדיקה ע"י איש מקצוע ולמנוע מגעים גלויים ולא מהודקים היכולים לגרום לניצוצות או חום גבוה בסביבתם.
 5. רצוי למנוע עישון בתוך הספינה ויש לאסור לחלוטין לעשות זאת בתאי השינה. גם במקומות מותרים לדאוג שהבדלים יוטלו לתוך קופסה חסינת אש. זה אחד הגורמים הראשיים בשרפות בכלי שייט.
 6. לדאוג לאורור וניקיון בשיפולי הספינה כולל מניעה של הצטברות נזילות של שמנים דליקים או שאריות מזון המהווים ביחד מקור להתפתחות שרפה בתנאים מסוימים.
 7. לא להחזיק זבל בתוך הספינה מעל זמן מינימאלי אלה לאכסנו במקום מאורר על הסיפון.

אמצעים לכיבוי שרפה בספינה

אמצעי הכיבוי שיש לנו בספינה תפקידם להפריד בין חומר הבערה לחמצן וע"י כך האש נחנקת. קודם כל יש מטפים:



1. **מטפי אבקה** – הזולים והיעילים מתאימים לכל סוגי שרפה שיכולים להתפתח בספינה. החיסרון שאחרי השרפה בלוחות חשמל ובמנוע נותרת שכבת ציפוי על אזור השרפה שמקשה על הפעלתם שוב.

2. **מטף אבקה אוטומטי** – הנפתח ברגע שהחום בתא המנוע עובר את הטמפרטורה של 68°C ומכבה לבד את השרפה. במידה וזאת אבקה הנזק למנוע גדול.

3. **שמיכת כיבוי אש** – לחניקת שרפות מקומיות, יעילה בשרפה על כיריים או כאשר אש אחזה בבגדים של איש צוות. במקרים מסוימים ניתן להרטיב שמיכה במי ים ולזרוק אותה על אזור השרפה המצומצם.

4. דליי מים חיוניים ויעילים בשרפת מוצקים מוגבלת, אין לשפוך מים על דלק או שמנים בוערים.



5. **מטפי גז – ידידותיים לסביבה**:

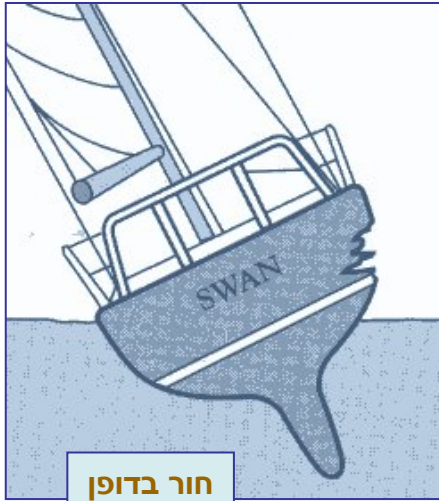
א. **מטפה נ- CO_2** מתאים מאוד לכיבוי שרפות חשמל אינו משאיר נזק אך פחות יעיל בשרפה במרחב.

ב. **ההלוטרון** - רב תכליתי (מחליף במידת מה את **ההלון 1211** היעיל – שנאסר לשימוש עקב נזקו לאוזן). פעילותם יעילה עקב איזושהי ריאקציה כימית בין הגז לאש אינם משאירים נזק במנועים או לוחות חשמל החיסרון - שמחירים גבוה מאוד.

הערה: לקרא היטב הוראות שימוש שעל כל מטפה הן לצורך תחזוקה נכונה והן לשימוש נכון בזמן שרפה.



ב. בקרת נזקים בספינות (הצפות)



בקרת נזקים – כללי

הצלחת מניעת הצפה (או צמצומה) תלוי בכמות וצמת כניסת המים ובמבנה כלי השייט. יש יכטות ממודרות ששם במקרה של הצפה במדור אחד אם סוגרים את דלתות האטימה כלי השייט לא יטבע, זמן התגובה והטיפול יהיה פחות קריטי. יש יכטות וסירות שממולאות בחללים שונים חומר מציף וגם שם הבעיה פחותה. רוב היכטות הן מדור אחד ויכולות להתמודד רק עם הצפה בעצמה. חלשה יחסית לאמצעי השאיבה והאטימה שעל היכטה.

סיבות שונות להצפות

1. בגלל התנגשות (בגוף זר) חור בדופן או תחתית.
2. בגלל עליה על שרטון חור בתחתית כלי השייט.
3. צינור כניסת או יציאת מים נקרע או ברז מעל מעבר גוף נשבר.
4. אטם ציר מדחף דולף או שבור. או אטם ציר ההגה (נדיר).
5. חלון שבור, או דליפה חזקה מלמעלה.

האמצעים לעצירת או מניעת הצפות

הם מעטים בכלי השייט בכלל וביכטת פרטיות בפרט חוץ מהמשאבות (בפרק שאיבת שיפוליים) חומרי האטימה כוללים דבקים שונים הפועלים בתוך המים (איור 1) כמו אפוקסי דו רכיבי (הנפוץ ביותר) דבקים פוליאוריטניים הנדבקים גם בתוך המים (מתאים למקצועיים) או מלט קרישה מיוחד (נמצא יותר בשימוש צבאי). ציוד הנפוץ ביותר הם "קונוסים" מעץ מכל מיני גדלים (איור 2). רצוי להשאיר אחד כזה ליד כל מעבר – קשור בחוט אבטחה למקרה של בעיה באותו מעבר (דרישה של כמה חברות ביטוח אירופאיות). אביזר היותר נדיר הוא "מזרון התנגשות" (איור 3) זהו ברזנט אטום למים עם 4 טבעות חבל בקצותיו שעם 4 חבלים אפשר להביאו מול הפירצה. מעבר לזה אפשר להשתמש בכל מה שאפשרי בספינה. למשל החומר שבתוך אפודות ההצלה (אם יש מיותרת) גם גמיש וגם אטום למים הכנסתו לחור יעילה.

ביצוע עצירת ההצפה

- ראשי לעצור את כלי השייט לאתר במהירות האפשרית את מקום הדליפה להכין צוות לנטישה ואז לפעול:
1. במידה שהחור הוא בתחתית וגדול מיכולתיני לצמצם את הדליפה ולנטוש (חוץ מספינה ממודרת), בחור קטן להשתמש בקונוסים סמרטוטים ודבק. במידה שהחור בדופן ליצור הטיה (ראה לעייל) ולכסות אותו במזרון ההתנגשות או לאלתר כזה מברזנט כלשהו ולסתום בסמרטוטים מבפנים.
 2. במידה ויש דליפה על שרטון לצמצם אותה ככל האפשר עם סמרטוטים או חומר אחר אך לא לנסות להוריד את כלי השייט ללא עזרה.
 3. צינורות או מעברי גוף לסתום עם קונוסים עגולים.
 4. אם אטם ציר דולף ללא יכולת תיקון ובצורה מסוכנת אין להפעיל מדחף ולאטום את הרווח שבין הציר לבין הצינור עם סמרטוטים או דבק אפוקסי. (להקפיד לנעול את הציר שלא יסתובב בשייט מפרשים).
 5. כל דליפה מלמעלה או מחלונות ניתנות לעצירה או צמצום ע"י כיסוי מתאים והפלגה שלא תוך "לחימה" בים.



ג. טיפול במנועי עזר

בטיחות בשימוש במנועי עזר המופעלים ע"י מנועי בנזין, יש לה חשיבות לבטיחות כלי השיט. רוב המנועים לצורך זה הם מנוע חיצון לדינמי וגנראטור נייד. מנוע חיצון רצוי שיהיה מאוחסן בחוץ, אך אם מאכסנים אותו בתוך הספינה חייב להיות ללא דלק ומערכת הדלק יבשה ללא אדי דלק. גנראטור הנייד רצוי שיאוכסן בתוך תא אכסון חיצוני בו יש אוורור מתאים או ריק מדלק בפנים. בנזין במיכלים יש להחזיק בחוץ או בתא מאורר מאוד מקום שם אין שום חוט חשמלי כלשהו, בזמן הטיפול בו (תדלוק) יש להרחיק כל אש ורצוי לעשות זאת באוויר הפתוח ובמקום שהרוח תרחיק את אדי הדלק מהספינה החוצה (מתחת לרוח). דלק במיכלים ומיכלי מנועי העזר במזג אוויר חם חייב שיהיה מאורר (גם אם חלקו יתאדה). בנזין סגור בתוך מיכל סגור בתוך תא חם יכול **להתפוצץ מעצמו!**



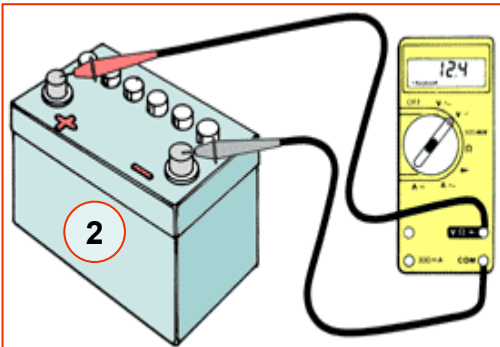
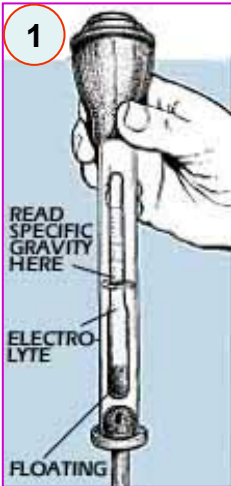
ד. מצברים - טיפול ושימוש

טיפול במצברים

ביום נתקלים בהרבה סוגי מצברים: החל ממצברים יבשים (מאוד יקרים) דרך מצברי "ג'ל" או מצברים אטומים ללא טיפול. כל אלו הבדיקות והטיפולים בהם רק חיצוני. מצברים עם נוזל (מים מזוקקים עם פעם עם חומצה) יש לבדוק מדי עם בעזרת הידרומטר (איור 1) בכל התאים בנפרד. יש להיזהר מנזילת חומצה ורצי לעשות זאת עם כפפות גומי. הוספת מים מזוקקים (במידה וחסר) תעשה עד ס"מ 1 מעל לוחות העופרת בתאים אז להטעין ולבדוק שוב עם ההידרומטר. בהעברת המצבר רצוי לנתק את כל הכבלים ולמנוע כל מגע בין הקטבים עם כבל או מכשיר מתכת כלשהו, מגע כזה יכול ליצור ניצוץ חזק במקרה הקל ובמקרה הגרוע יפוצץ את מעטפת המצבר עם התזת חומצה. הרכבת המגעים צריכה להיעשות על קטבים נקיים בלי חץ ורק אחרי ההרכבה לסגור את החיבורים חזר ולגרז עם גריז מתאים. במידה של הופעת אבקה לבנה סביב הקטבים לשטוף במים ליבש ולגרז שוב.

חלוקת הצריכה

להנעת המנוע רצוי לשמור מצבר נפרד, שישמש גם לחרום במידה ומצבר (או מצברי) השרות לא תקינים. יש שתי גישות למצברי שרות מצבר גדול אחד (או שנים קטנים מחוברים) תמיד בשימוש, או שניים קטנים יותר שמוחלפים לסירוגין. לא משנה מה תפיסת האחזקה של המצברים, בים בזמן שהמנוע לא עובד יש לעקוב אחרי רמת המתח שח מצבר (או מצברי) השרות כשהם מפעילים צרכנים שונים (כמו: אורות ניווט מקרר הגה אוטומטי וכו...), אם הפריקה מהירה מידי לצמצם צרכנים או להפעיל מנוע בתדירות גבוהה יותר. אם אין VOLT METER קבוע בלוח הבקרה. רצוי מדי פעם למדוד בתדירות קבוע לבדוק עם מודד ידני. חשוב במיוחד במצברים שאינם מצברי פריקה עמוקה (אותם ניתן לנצל עד מתח נמוך). מצבר רגיל שהרבה פעמים נפרק מתחת ל- 10V אורך "חיי תפקוד" שלו מתקצרים ביותר.



בטיחות כללית וטיפול נכון

ה. בטיחות כללית וטיפול נכון

רוב נושאי הבטיחות הקשורים במערכות הספינה הוזכרו בפרקים הקודמים דף זה מהווה תקציר וסיכום המחבר את הגורמים ביחד. רוב הבעיות המכניות והבטיחותיות במערכות הספינה אינם גלויים לעין, חלק מהם אפילו קשה לגישה לכן המשיט אמור להקפיד ולבדוק את המערכות כך שיחסוך לעצמו "הפתעות" בלתי נעימות במקומות הפחות צפויים.

חשיבות בדיקות שגרתיות

- 1. מסננים –** הספינה עמוסה מסננים : דלק, מי ים, מים מתוקים משאבות שיפוליים ואויר למנוע. כל סתימה של מסנן משבית או מוריד מתפקוד של מערכת שהיא חיונית לתפקוד הספינה. בדיקה יסודית ושגרתית תצמצם את הסיכוי מנזק למערכות אלו.
- 2. תקינות ברזים –** כמו מעברי גוף ברז מים מתוקים וברז דלק חייבים להיות תקינים לפני יציאה לים. ברזים אלו צריכים להיות חיוניים במקרים כמו :
א. **ברז מים מתוקים** דולף וכול לגרום ל"בריחת" מים חיוניים,
ב. **ברז במעבר גוף** - בלי יכולת לסגור אותו במקרה של קרע בצינור יגרום להצפה בספינה,
ג. **סגירת ברז דלק** - יצמצם את חומר בעירה לשרפה במקרה של שרפה במנוע ונזילות במקרה של דליפות בצנרת.
- 3. ציוד כיבוי אש –** לוודא שהוא במקום ותקין, רצוי שהמטפים יהיו כך שאש במקום אחד בספינה תאפשר לנו לגשת למטף באזור ללא אש ולהיעזר בו.
- 4. צוות –** חשיבות הדכה ובדיקה שהצוות מכיר את הדברים הבסיסיים בספינה חשוב ביותר!

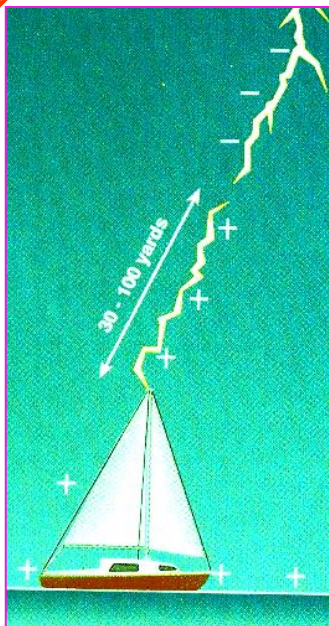
בטיחות בתדלוק

- במקרה זה אנו מבקשים להיזהר משלשה גורמים : שרפה החלקה על הסיפון וזיהום הים. לכן יש :
1. להדמים מנוע לבדוק שאוורור מיכל הדלק תקין ולדאוג שאיש לא יעשן או ידליק אש בסביבה.
 2. להכין סמרטוטים על הסיפון סביב פתח התדלוק ורצוי גם סבון כלים (ידידותי לסביבה).
 3. במקרה של נזילה (על הסיפון) לאסוף את הסולר עם הסמרטוטים לתוך שקית ניילון (או פח זבל) לשטוף עם סבון ומים כך שלא ייזל לים וגם וכל זה לפנות לפח מתאים.

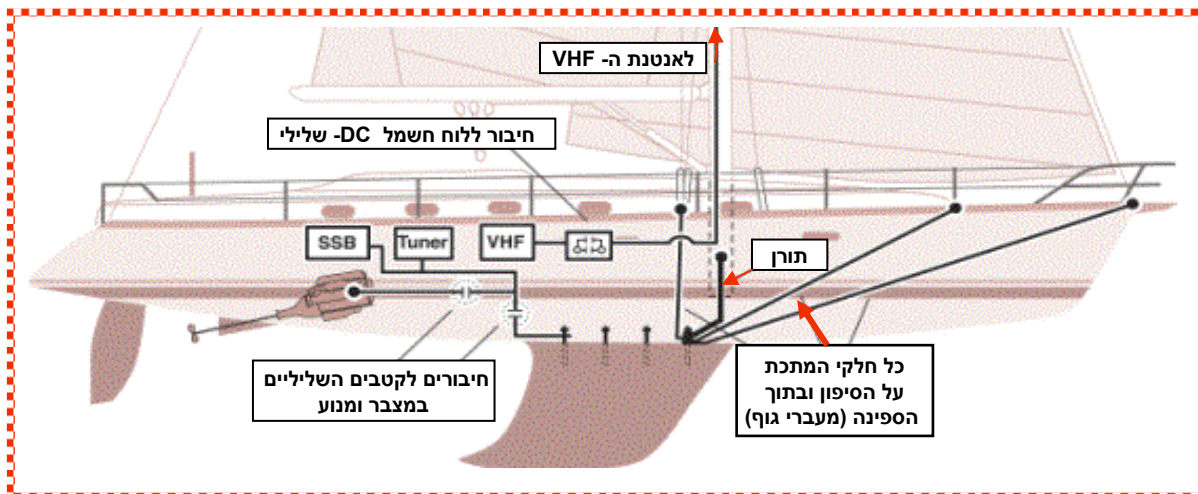
טיפול בשירותים בזבל ושמינים

1. בתוך המעגנות אין להשתמש בשרתים כלל, כמו כן לא בקרבת החוף (לפי הצעת חוק בינלאומית 4 מייל מהחוף). למי שיש בספינתו מיכל אגירה יוכל לרוקן אותו למתקן שאמור להיות בתוך מרינה או הרחק מהחוף.
2. זבל לא רצוי לזרוק לים בכלל. בהפלגה ארוכה הרחק מהחוף ניתן לזרוק שיירי אוכל במידת הצורך, כתוצאה מאילוצים נוספים ניתן לזרוק מתכות (קופסאות שימורים) או בקבוקי זכוכית. אבל החומר המזהם והמסוכן ביותר אלו מוצרי פלסטיק כמו בקבוקי פלסטיק ויותר מכל שקיות ניילון, אלו גורמים ל"חניקת" שטחי מחיה על קרקעית הים להרג דולפינים ונזקים למדחפים ומערכות קירור בספינות. רצוי לדחוס זבל לשקים חזקים ולקשור בירכתיים עד הגעה למרינה קרובה.
3. פינוי שמן ממנוע או מים מזוהמים מהשיפוליים יש לאסוף למיכלים (בשום אופן לא להזרים לים) ובתוך כל המרינה קיימים מיכלי איסוף למטרות אלו אליהם יש לשפוך את השמינים ומי שיפוליים מלוכלכים.

1. הארקה והגנה קטודית



חלק מכלי השייט עשויים מתכת וההארקה שם דרך גוף הספינה לים בעוד רוב היכטות בנויות מסיבי זכוכית (או עץ) יש להן לא מעט מתכות שונות. את כל המתכות יש לחבר ביחד לשם הארקה במקרה של ברק (או סופת ברקים) כשכל מחובר למתכת גלויה כלשהי מתחת למים. אנו גם רוצים להגן על המתכות בכלי השייט מקורוזיה (במיוחד לאור העובדה שהם נמצאים באזור לח ומלוח) לכן משתמשים בהגנב קטודית. ההגנה הקטודית מתבססת על כך שאם מחברים מתכות רכות לקשות הקורוזיה תתחיל ברכות ואם נחבר אותן לקוטב השלילי (קטודי) של מצברי זרם ישר היעילות של הקורוזיה תגבר במתכת הרכה בעוד שהקשה לא תפגע. לכן בתחתית כלי השייט לפי הצורך מחברים אנודות מאבץ (בכלי מתכת הרבה בפברגלס מעט) שמוחלפת כל תקופה. בכלי שייט שאין לו הרבה מכשירי קשר ואלקטרוניקה די גם באנודות להארקה. בכלים לא מתכתיים עשירים במכשירים מוסיפים **DYNAPLATE** מפליז (ראה צילום למטה) עפ מתכות אצילות בעל מוליכות גבוהה. שיוצר הארקה יעילה מאוד.

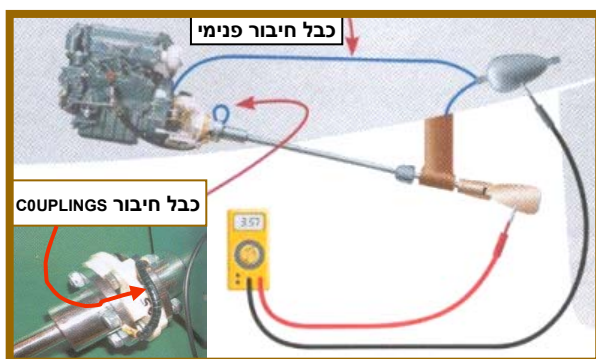


האמצעים להגנה קטודית והארקה

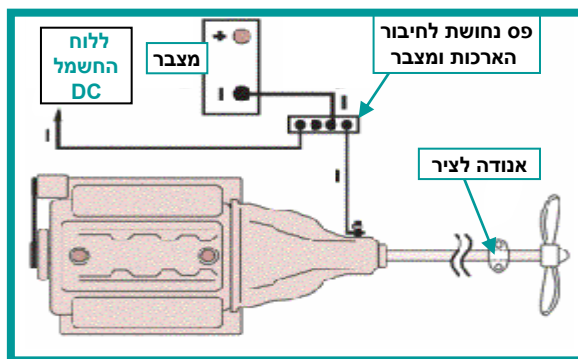
מימין – אנודות אבץ מסוגים שונים משמאל – לכלי שייט לא ממתכת **DYNAPLATE** – גוש של גרגורי מתכת מנחשת שמשפר הארקה



ניתן למדוד רצף בין האנודה למתכות מאורקות



ההתחברות בפנים



ניספח 1 הגדרות של מידות יחידות טכניות

מידות אורך

מידה אנגלית	מידה מטרי
0.39 Inch	1 סנטימטר
1 Inch	2.54 סנטימטרים
1 Foot = 12 Inch	30.48 סנטימטר
3.28 Feet	1 מטר

מידות משקל

2.205 Pound / Libra	← 1 קילוגרם
1 Pound / LB	→ 0.454 קילוגרם

מידות נפחים

0.22 UK-Gallon / 0.26 US-Gallon	← 1 ליטר
1 UK-Gallon	→ 4.546 ליטר
1 US-Gallon	→ 3.785 ליטר
220 UK-Gallon / 264.2 US-Gallon	← 1 קוב = 1000 ליטר

מידות לחצים

P.S.I. 14.3	← 1 אטמוספירה (= BAR 1.013)
P.S.I. 1	→ 0.07 אטמוספרות

יחידות הספק

HP 1.36 - כוח סוס	← 1 KW (kilowatts)
KW 0.735	← 1 HP (horsepower) - כוח סוס

הפיכת מעלות חום

$X^{\circ}\text{C} = 5/9(Y^{\circ}\text{F} - 32)$	מ- Celsius ל- Fahrenheit לפי הנוסחה
$X^{\circ}\text{F} = (Y^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32$	מ- Fahrenheit ל- Celsius לפי הנוסחה
$X^{\circ}\text{K} = Y^{\circ}\text{C} + 273$	מ- Celsius ל- Kelvin לפי הנוסחה

יחידות חשמל

מגדיר את גובה זרם החשמל (24V 12V או 220V)	Volt	וולט
מגדיר את עצמת הזרם החשמלי	Ampere	אמפר
מגדיר את התנגדות המערכת בה זורם החשמל	Ohm	אוהם

נספח 2 חלפים וכלי עבודה

חלפים חיוניים לספינה בהפלגה (לפי סדר העדיפות)

1. אלמנטים של מסנני (פילטרים) דלק - לראשי ולמשני.
2. מסנן שמן
3. רצועה לאלטרנאטור ומשאבת המים (במידה ויש יותר - רצועה חליפית לכל רצועה).
4. שמן לתוספת או החלפה
5. מים מזוקקים
6. פקק למחליף חום.
7. מזרק (מרסס) רזרבי.
8. תרמוסטט
9. צינורות לפי הפרוט :
 - א. צינורות דלק גמישות.
 - ב. צינורות מים שונים על המנוע.
 - ג. צינורות למים מתוקים.
 - ד. צינורות להחלפת צינור כניסות מי ים.
 - ה. צינורות מתאימים לתיקון או החלפה של צינורות יציאות כיורים ושירותים.
 - ו. צינור לתיקון קטעי פליטה ותיקון "אטם ציר".
10. מהדקי צינורות לכל הגדלים של הצינורות הקיימים הספינה.
11. ברגים מתאימים לכל שימוש בספינה הנדונה.

כלי עבודה ממומלצים לטיפול בספינה

1. מברגים בגדלים שונים שטוחים ו"צלב" (פיליפס).
2. פטיש בינוני
3. מפתח מתכוונן (שוודי)
4. מלקחות (פליירים) שונים : אף ארוך, רגיל ופלייר פטנטי (ג'בקה)
5. סט מפתחות פתוחים וטבעת לפי סוג המנוע (מילימטרי או אינצ'י)
6. סט של מפתחות "גביע" (בוקסות) עם ידיות מתאימות.
7. מפתח צינורות בינוני.
8. מד מרווחים (Feeler Gauge) – לכיוון שסתומים וקוויות ציר.
9. מד זחיה – למדידה של עובי צינורות ברגים וכו'...
10. רב מודד – (רצוי דיגיטאלי)
11. מקדחה/מברגה נטענת