

בדיקת שמן מנוע - הסבר לתכונות הנבדקות

הערות כלליות:

- ערכי התרעה משתנים בהתאם: לסוג הציוד, ההתנהגות הספציפית של המנוע, איכות דלק ושמן, תחזוקה ודרך השימוש של מפעיל המערכת.
- ערכי התרעה אבסולוטיים חשובים פחות מאשר מעקב אחרי הערכים כפונקציה של זמן / מרחק / שעות עבודה (לדוגמא שינוי חריג בזמן קצר משמעותי יותר, מאשר הערך האבסולוטי אליו הגיע הנתון).
- המידע המתקבל מדוגמה בודדת הינו בעל ערך מוגבל, לכן חשוב להסתכל על שינויי הערכים לאורך זמן במספר דוגמאות עוקבות.
- הערכת מצב המנוע ותקינות השמן מסתמכות על שקלול כלל ממצאי הבדיקות (ולא על תכונה אחת בלבד) ונתונים נוספים הקשורים לדגימת השמן כמו: זמן השימוש בשמן, היסטוריה של תקלות וכדומה.
- גבולות ההתרעה במסמך זה הנם ערכים המובאים לצורכי הדרכה ומידע ללקוח ואינם מהווים המלצה או הנחייה (הערכים המובאים במסמך מסתמכים על ניסיונו המצטבר).
- יש לפנות ליצרן המערכת כדי לקבל הנחיות ספציפיות. במקרים בהם תוכן מסמך זה שונה מגבולות התרעה/פסילה של יצרן המערכת הספציפי, יש להיצמד להמלצות היצרן.

צמיגות (Viscosity)

- הגדרה – צמיגות הנה מדד לכושר הזרימה של נוזל: נוזל הזורם לאט הנו בעל צמיגות גבוהה (נוזל סמיך) ונוזל הזורם מהר הנו בעל צמיגות נמוכה (נוזל דליל). הצמיגות משפיעה על עובי שכבת השמן הנוצרת בין חלקים בתוך המנוע.

| דרגת צמיגות של השמן | ב-40°C (mm ² /s) | ב-100°C (mm ² /s) |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| SAE 20W50 | 130 - 115 | 21.9 - 16.3 |
| SAE 15W40 | 110 - 90 | 16.3 - 12.5 |
| SAE 10W40 | 105 - 90 | 16.3 - 12.5 |

- ערכים טיפוסיים -

- ערכי התרעה -

- תרחישים אשר יכולים להביא לעלייה בצמיגות שמן מנוע: (1) התחמצנות השמן, (2) חדירת מזהמים לשמן (כגון: מים), (3) חדירת שמן מסוג אחר למנוע (כגון: שמן גיר).
- תרחישים אשר יכולים להביא לירידה בצמיגות שמן מנוע: (1) דילול השמן בדלק (כגון: עקב מרססים דולפים), (2) גזירת השמן (שבירת מולקולות השמן עקב מאמצים מכניים), (3) הוספת שמן מסוג אחר למנוע.

מספר חומציות (Acid Number - AN)

- הגדרה – מדד לכמות המרכיבים החומציים בשמן, וכן למידת התחמצנות השמן. במהלך שימוש רגיל בשמן מנוע, מספר החומציות עולה.

| שמן חדש | ערכים טיפוסיים - |
|------------------|-------------------------|
| שמן למנועי בנזין | 1.5 - 2.5 מ"ג KOH / גרי |
| שמן למנועי דיזל | 2.0 - 3.0 מ"ג KOH / גרי |

- ערכי התרעה -

- נהוג להתריע על אי-תקינותו של שמן מנוע כאשר: (1) ערך החומציות כפול מערכו ההתחלתי של השמן החדש או (2) כאשר ערך החומציות גבוה מערך הבסיסיות (ראה בהמשך).

מספר בסיסיות (Base Number - BN)

– הגדרה – מדד לכמות המרכיבים הבסיסיים בשמן. מרבית חומרי הניקוי (הדטרגנטים ודיספרסנטים) בשמן מנוע הנם בעלי הגבה בסיסית. כאשר פעילותם של חומרים אלו יורדת, יורד גם מספר הבסיסיות. לכן BN מהווה גם מדד לעתודת התוספים הפעילים בשמן.

| שמן חדש | ערכים טיפוסיים |
|----------------------|------------------|
| 8 - 6 מ"יג /KOH גרי | שמן למנועי בנזין |
| 12 - 8 מ"יג /KOH גרי | שמן למנועי דיזל |

– ערכי התרעה – נהוג להתריע על אי-תקינותו של שמן מנוע כאשר: (1) ערך הבסיסיות יורד למחצית מערכו ההתחלתי של השמן החדש או (2) כאשר ערך הבסיסיות קטן מערך החומציות.

תכולת מים

– שמן חדש ותקין אינו מכיל מים. מים מהווים מזהם טיפוסי בשמן.
 – מקורות טיפוסיים למים בשמן מנוע: (1) עיבוי (במנועים שעמדו ולא הופעלו לפני הוצאת דוגמת השמן ממנו), (2) דליפה ממערכת הצינור לתוך מערכת השימון, (3) דליפה ממקור חיצוני לתוך המנוע.

– ערכי התרעה – ריכוז מים/לחות בשמן מנוע מעל 1500 חלקים במיליון (0.15%) דורש התייחסות.

תכולת צורן (Silicon)

– קיימים 3 מקורות עיקריים ליסוד צורן בשמן מנוע: (1) תוסף מדכא קצף הקיים בשמני מנוע, (2) אבק וחול החודר לשמן (בדרך כלל דרך מערכת יניקת האויר), (3) תוסף נגד חלודה בנוזל קירור לרדיאטורים (אנטי פריז) החודר לשמן עקב דליפה ממערכת הצינור.

– ערכי התרעה – שמן מנוע חדש בדרך כלל מכיל ריכוז צורן בין 4 - 15 חלקיקים במיליון.
 – ריכוז צורן מעל 30 חלקים במיליון דורש התייחסות.

תכולת פיח (Soot)

– הגדרה – פיח מתייחס למשקע השחור הנוצר במנועים עקב שרפה לא מלאה של הדלק (בעיקר במנועי דיזל). הרכבו הכימי של הפיח דומה להרכבו של פחם.

- הפיח מדווח על ידינו בסקלה חצי כמותית, כלהלן:
 - 1 – אין פיח בדוגמא – תוצאה טיפוסית לשמן מנוע חדש (שלא עבר שימוש).
 - 2 – רמת פיח נמוכה – רמה טיפוסית לשמן ממנוע בנזין ונמוכה מהמקובל לשמן ממנוע דיזל.
 - 3 – רמת פיח בינונית – רמה טיפוסית לשמן ממנוע דיזל וגבוהה מהמקובל לשמן ממנוע בנזין.
 - 4 – רמת פיח גבוהה – רמה גבוהה מהמקובל לשמן ממנוע דיזל וגבוהה מאד לשמן ממנוע בנזין.
 - 5 – רמת פיח גבוהה מאד – תוצאה טיפוסית לשמן הרוויי בפיח ו/או לשמן שכבר אינו מסוגל לשמור על הפיח בצורה מומסת.

תכולת מתכות

- **הגדרה** - מקור רוב המתכות בשמן הנו ממוגע בין חלקי המתכת במנוע: בכל מגע כזה משתחררים חלקיקי מתכת זעירים. ריכוזי המתכות בשמן עולים במהלך השימוש בשמן, ולכן הערכים הטיפוסיים תלויים במשך השימוש בשמן במנוע (כלומר: בשמן שפעל במנוע זמן קצר בלבד צפוי למצוא ריכוזים נמוכים יותר של מתכות בהשוואה לשמן שפעל תקופה ממושכת במנוע דומה).

ערכי התרעה

- חלק מיצרני המנועים מגדירים גבולות התרעה/פסילה ספציפיים למנועים שלהם, אשר מבוססים על מבנה המנוע ונתוני תפעול מכניים שלו. לעתים גבולות אלו שונים ממנוע למנוע.
- כמו כן, ערכי התרעה משתנים בהתאם למשטר עבודת המנוע, איכות הדלק והשמן ומערכי תחזוקה. תיתכן גם ההתנהגות הספציפית של המנוע.
- ריכוזים אבסולוטיים של מתכות חשובים פחות מאשר מעקב אחרי העלייה בריכוזים כפונקציה של זמן / מרחק / שעות עבודה (לדוגמא שינוי חריג בזמן קצר משמעותי יותר, מאשר הערך האבסולוטי אליו הגיע הנתון).
- הערכה לגבי מצב המנוע ותקינות השמן מסתמכות על שקלול ריכוזי כלל המתכות (ואינה מתבססת על ריכוז מתכת אחת בלבד). כמו כן, יש להתחשב בנתונים נוספים הקשורים לדוגמת השמן כגון: משטר עבודה, היסטוריה של תקלות וכדומה.
- הרכב מתכות הבלאי יכול לספק מידע אודות חלקי המנוע המתבלים.
- ריכוזים גבוהים של מתכות בלאי מצביעים על: (1) ניצול השמן (כלומר, השמן כבר אינו מונע שחיקה ובלאי במנוע ומומלץ להחליפו), (2) תקלה מכנית או שחיקה חריגה במנוע.
- הריכוזים בטבלה נקובים בחלקיקים למיליון (ppm) ומתייחסים לפרקי שימוש של 300 ש"ע או 15,000 ק"מ.

| המתכת | ערך טיפוסי בשמן למנועי בנזין | ערך טיפוסי בשמן למנועי דיזל | מקורות טיפוסיים למתכת |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| ברזל Fe | עד 80 | עד 100 | בלוק מנוע, שרוולי צילינדרים, בוכנות, טבעות, טלטלים, שסתומים, גלגלי שיניים, משאבות, מגדש טורבו, גל ארכובה, זיזים, צירים, ברגים |
| נחושת Cu | עד 30 | עד 35 | מסבים, מסבי החלקה, מסבי טלטלים, מסבי מגדש טורבו, משאבות, גלגלי שיניים |
| כרום Cr | עד 10 | עד 10 | טבעות, כלובי מסבים, שסתומים, אטמים מכניים, צירים |
| אלומיניום Al | עד 15 | עד 20 | בוכנות, טבעות, טלטלים, שסתומים, מסבים, מאייד |
| עופרת Pb | עד 30 | עד 40 | מסבים, מסבי החלקה |
| ניקל Ni | עד 5 | עד 15 | מסבים, תושבות שסתומים, שסתומים, זיזים |
| בדיל Sn | עד 15 | עד 15 | מסבים, תושבות שסתומים, שסתומים, זיזים |

- הערכים בטבלה מובאים לצורכי הדרכה ומידע ללקוח ואינם מהווים המלצה או הנחיה.
- הערכים בטבלה מבוססים על ניסיונו המצטבר.
- יש לפנות ליצרן המערכות כדי לקבל הנחיות ספציפיות.
- במקרים בהם תוכן מסמך זה שונה מגבולות התרעה/פסילה של יצרן המערכת הספציפי, יש להיצמד להמלצות היצרן

תכולת יסודות תוספים

– שמני מנוע מכילים מגוון של תוספים כימיים המיועדים לשפר את ביצועי השמן (כגון: מפחיתי בלאי, חומרי ניקוי ומונעי התחמצנות). הרכב התוספים שונה משמן לשמן, הנו "הסוד המסחרי" של יצרן השמן ומהווה "תעודת זהות" של השמן הספציפי. יסודות התוספים כוללים: סידן, מגנזיום, אבץ, זרחן, בורון, צורן ובריום.

| הערות | שמן למנועי דיזל | שמן למנועי בנזין | ערכים טיפוסיים - |
|--|-----------------|------------------|------------------|
| | 4000 – 2000 | 2500 – 1500 | Ca סידן |
| כשריכוז סידן נמוך בשמן צפוי ריכוז מגנזיום גבוה | עד 800 | עד 500 | Mg מגנזיום |
| | 1300 – 800 | 1000 – 700 | Zn אבץ |
| | 1100 – 700 | 800 – 600 | P זרחן |
| לא בכל שמן יש מוליבדן | | | Mo מוליבדן |
| לא בכל שמן יש בורון | עד 500 | עד 250 | B בורון |

ערכי התרעה -

– שינוי משמעותי בריכוזי יסודות התוספים בשמן מצביע בדרך כלל על הוספת שמן אחר.