

## כמה שווה ממיר קטליטי משומש?

ירון רוזנברג, CTO, חברת ר.ב.מ. בקרה ומיכון בע"מ\*.

ממירים קטליטיים מותקנים היום בכל הרכבים המודרניים, בין שהם מונעים בדיזל ובין שהם מונעים בבנזין. תפקידם של הממירים הקטליטיים הוא להפחית את פליטות הגזים הרעילים הנוצרים בתהליך השריפה של המנוע לגזים ידידותיים יותר לסביבה, וזאת באמצעות תהליכים כימיים מזורזים (קטליזה). בממיר מותקנת "כוורת" שבה עוברים הגזים. היא מצופה בשכבה דקה של מתכות יקרות ואצילות המשמשות כזרזים (קטליזטורים). הן מאיצות את התגובות הכימיות מבלי שהן עצמן יתכלו בתהליך. מכאן, שמעבר לחשיבותם לאיכות הסביבה, ממירים אלה יכולים להיות שווים הן בגלל תכולת מתכות יקרות אלה.

הממירים הקטליטיים מכילים 3 מתכות יקרות: פלטינה Pt, פלדיום Pd ורודיום Rh. הריכוזים האופייניים של מתכות אלה בממיר הם:

- **פלטינה Pt** - 0-3,000 חל"מ ויכולים להגיע גם לריכוזים של 12,000 חל"מ (חלקים למיליון ppm). בערכים כספיים נכון לתאריך 09.07.2026 המחיר של פלטינה הוא כ- 51 דולר/גרם.
- **פלדיום Pd** - 0-3,000 חל"מ ויכולים להגיע גם לריכוזים של 15,000 חל"מ. בערכים כספיים נכון לתאריך 09.07.2026 המחיר של פלדיום הוא 40-45 דולר/גרם.
- **רודיום Rh** - 0-400 חל"מ, כלומר ממיר יכול להכיל עד 400 מיליגרם/ק"ג רודיום. בערכים כספיים נכון לתאריך 09.07.2026 המחיר של רודיום הוא כ- 263 דולר/גרם.

כיצד נדע מהי תכולת המתכות היקרות בממיר?

כדי לבצע בדיקה של תכולת המתכות בממירים קטליטיים יש לבצע פעולות הכנה:

1. הסרת הזיוד המתכתי שעוטף את הכוורת שבממיר.
2. טחינה של הכוורת לחלקיקים בגודל של לא יותר מ-200 מיקרון.
3. ביצוע הומוגניזציה (הפיכת החומר לאחד) של החומר הטחון.

קיימות 2 שיטות לבדיקת תכולת המתכות היקרות בממירים קטליטיים:

1. השיטה המדויקת ביותר שבה רמת הגילוי (LOD) היא הטובה ביותר היא באמצעות מכשיר ICP. החסרון הגדול של שיטה זו הוא הצורך בהמרת החומר הטחון לפאזה נוזלית והרצת סטנדרטים לפני הבדיקה. בשל כך עלות כל בדיקה בשיטת ICP נעה בין \$100-200. בשל מורכבות השיטה והעלות הגבוהה לכל בדיקה, היא משמשת לבקרה (לפי הצורך) של האנאליזות שמבוצעות בשיטת XRF – ראה בהמשך. משך הכנת הדוגמא, ההמרה לפאזה נוזלית והאנאליזה עצמה ארוך משמעותית מבדיקת XRF שהוא 30-60 שניות. השימוש בטכנולוגיות ICP מצריכה מיומנות גבוהה של המפעיל.

2. שיטת XRF: השיטה המהירה ביותר לביצוע אנאליזה של החומר הטחון. בשיטה זו לוקחים את החומר הטחון לאחר הומוגניזציה, מכניסים אותו לכוסית לבדיקת XRF ומבצעים אנאליזה ללא הכנות נוספות. חברת ThermoFisher Scientific - NITON מובילה את שוק מכשירי ה-XRF הניידים, ביניהם 2 דגמים המומלצים לבדיקת ממירים קטליטיים:

- 2.1 Niton XL3t GOLDD+ : מכשיר אמין ומוכח המציע גלאי רגיש במיוחד (GOLDD+) המאפשר זיהוי מדויק ומהיר של ריכוזי פלטינה, פלדיום ורודיום גם ברמות נמוכות, ומספק תמורה מעולה למחיר.

## 2.2

## טבלה השוואתית בין 2 דגמי XRF נייד של NITON

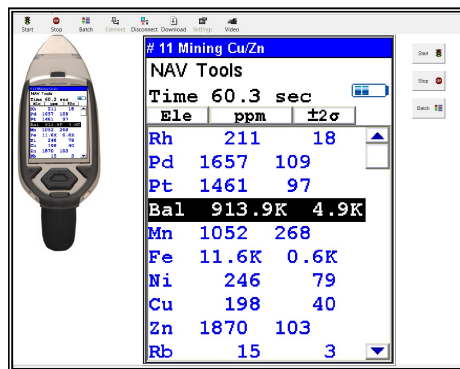
ולהדפסת דוחות.



III

## XL3t 951 GOLDD+ מודל

רודיום  
פלדיום  
פלטינום



### מסך תוצאות בדיקת XRF של ממיר קטליטי

לסיכום: כמה שווה ממיר קטליטי משומש?  
התשובה תלויה בתכולת המתכות שבממיר ולכן משתנה מממיר לממיר.  
שימוש במכשיר XRF נייד מאפשרת למשתמש לדעת תוך 30-60 שניות מה תכולת המתכות היקרות בכוורת הממיר- פלטינה, פלדיום ורודיום, לדעת את ערך החומר שלפניו ולהימנע מהפסדים.

\* ירון רוזנברג הוא המנכ"ל הטכני של חברת ר.ב.מ. בקרה ומיכון בע"מ, נציגת חברת ThermoFisher-NITON בישראל, מפתחת ויצרנית מכשירים ניידים בשיטת XRF.