

# איבחון תקלות בגלגלי שיניים

שלמה ש. על פי פרסומי המכון הטכנולוגי ב-NY Latham

**מה זה בלאי? ההגדרה של בלאי בגלגלי שיניים היא: "תופעה שבה שכבות של מתכת, נעלמות בצורה אחידה, משטחי המגע בין השיניים" להלן נציג כאן צורות שונות של בלאי, הסיבות להן ואיך אפשר למנוע אותן.**



## בלאי מועט

גם בלאי זה נוצר בגלל חומר סיכה דליל מדי, אשר כולל גם לכלוך מוצק ופעולה במהירות נמוכה. התרופה היא להחליף את חומר הסיכה בחומר נקי ובעל חוזק גזירה רב יותר.



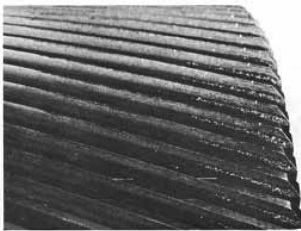
## בלאי רב

כאן נראה שהרבה מאוד חומר נעלם מן השיניים. העובדה שלא מנעו את הבעיה בתחילתה, גרמה לבלאי חמור עד כדי כך, שהמסרה רועשת ונשחקת במהירות. התרופה, כמו במקרה הקודם, שימוש בשמן סיכה נקי, שמתאים לעומסים ולמהירות העבודה.



## ליטוש

הליטוש הוא תהליך של בלאי איטי מאוד. השטחים נהיים חלקים ומבריקים. הסיכה היא מגע קל בין השטחים. במהירות נמוכה, טריזו הסיכה ההידרודינמי, אינו מספיק לחצוץ בין השטחים המתכתיים. התרופה יכולה להיות הגדלת המהירות, או שימוש בחומר סיכה בעל צמיגות גבוהה יותר.



## התחלת גימס

תופעה זו, מתחילה בגומות זעירות בקוטר שבין 1/32 ל- 1/64 אינש. אלה מופיעות באיזור שבו קיים עומס יתר על השיניים. הסיבות יכולות להיות אי-התאמה של פרופיל השיניים בשני הגלגלים, הצבה לא נכונה של הגלגלים, שגורמת לאי-הכוונה בין השיניים ועומס שאינו מחולק שווה לכל אורך השן. הפיתרון כולל שימוש בגלגלים מתאימים, עם הקפדה על הכוונה נכונה בין הגלגלים, ומניעת עומסי יתר.



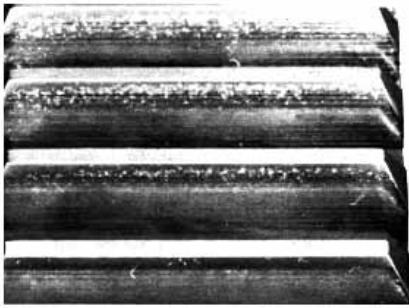
## בלאי מחומר שוחק

בלאי חמור זה, נגרם מגררים קשים של חומר מוצק, כמו פירורי פלדה או נתזי ריתוך חשמלי, שהיו בתוך שמן הסיכה. מובן שגלגל כזה אינו שמיש יותר. אפשר למנוע תופעה זו על ידי ניקוי יסודי של התיבה וחלקיה, התקנת מסנן ושימוש בשמן בעל צמיגות גבוהה היותר.



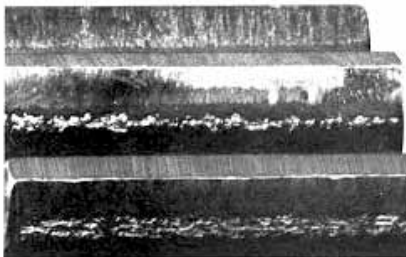
## בלאי משיתוך

תופעה זו נגרמה על ידי כימיקלים תוקפניים. חומרים חומציים שהשתחררו מתוספי לחץ גבוה בנוכחות מים, איכלו את פני השטחים. לפעמים גם אוויר מזוהם יכול לגרום לקלקול של שמן הסיכה. אפשר למנוע תופעה זו, על ידי שימוש בשמן שמתאים לתנאים הספציפיים והחלפתו בחדש לעיתים מזומנות.



### סימני "קפיאה"

נקודות פגומות אלה, כוללות גימום שטחי, שעמקו לא עולה על 0.0001 אינטש. הן נראות כאילו שהן קפואות, למרות שהן נוצרו דווקא כתוצאה מחום, שנוצר במהלך השילוב וגזר את חומר הסיכה. פיתרון לבעיה לא נפוצה זו, צריך להיעשות תוך "הרצה" של המכלול במהירות ובעומס מופחתים. במקרים רבים, פעולה בתנאים נכונים, מחליקה את הפגמים, מלטשת אותם ומעלימה אותם לגמרי.



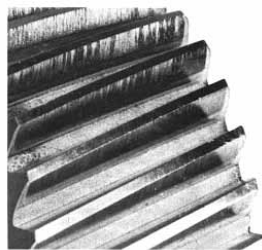
### פציעה חמורה

בתופעה זו, נראים כבירור קוים רדיאליים ברורים ועמוקים. לפעמים נראה גם שחומר ניתק ממקומו ועבר לכיוון הקצה. תופעה זו נגרמת בגלל מספר גורמים: מהירות יתר, חום רב ועומס מופרז עם סיכה גבולית בלבד. עקב החום הרב, ריתוך והעתקת חומר, הורסים את השיניים תוך זמן קצר. גם כאן צריך להקטין את המהירות והעומס ולהשתמש בשמנים עם תוספים ללחץ גבוה (EP).



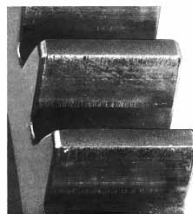
### קילוף עמוק

בתמונה זו, נראית סכבת של דיפרנציאל, שקטעי חומר גדולים ממש התקלפו ממנה. הסיבה האפשרית היא עומס רב, על גלגל שלא קיבל טיפול תרמי נכון. החומר אינו חזק וקשה, במידה מספקת לשאת את העומס מבלי להינזק.



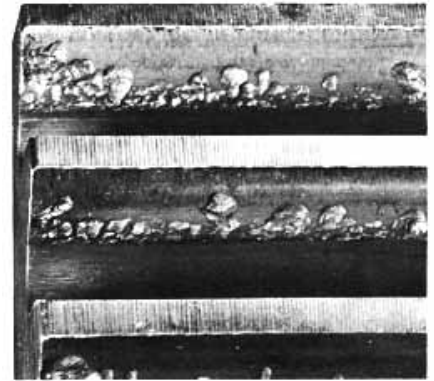
### חירוץ שטחי

קוים גסים נמשכים מן העקב על קצה השן. הסיבה היא כמו בסימני הקפיאה. חום של המגע בין השיניים. ש"גזר" את שמן הסיכה, אשר לעתים היה בעצמו חם מדי. הפיתרון יימצא בהקלת העומס, עם שימוש בשמן בעל תוספי לחץ גבוה (Extreme pressure).



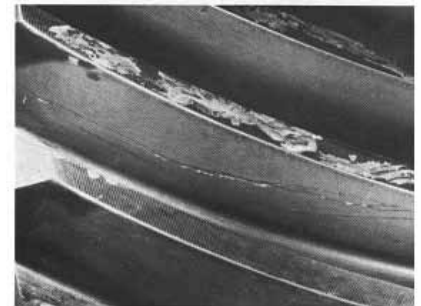
### התנגשות בין קצה השן לעקב

תופעה זו נגרמת מתכנון לא נכון של פרופילי השיניים, או מכך שהגלגלים קרובים מדי זה אל זה. הפיתרון מצוי רק אצל מתכנן המכונה היצרן שלה.



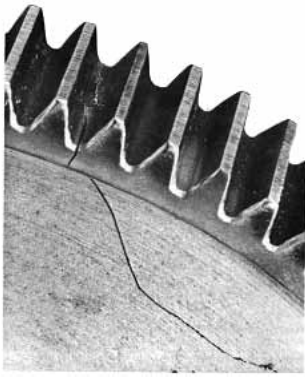
### גימום הרסני

גומות גדולות אלה נוצרו בגלל פעולה בעומס רב יותר ממה שפני שטח הגלגל יכולים לשאת. יותר ויותר חלקי מתכת נקרעים מפני השטח, עד שהגלגל מפיק רעש חזק ונהרס לגמרי. הדרך היחידה למנוע זאת, היא להקטין את עומס היתר בכל דרך אפשרית.



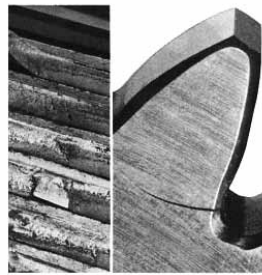
### התחלה של קילוף

על קצות השיניים מתחיל קילוף ובצד מתחיל סדק, שיכול להעמיק עד לשבירת השן. הסיבה לכך היא חיסום של פני השטח, במקום הקשיה לעומק החומר. לשכבה שעברה חיסום, אין תמיכה מספקת ולכן היא מתקלפת ונסדקת. הפיתרון לעניין זה צריך להיות ייצור מנתך פלדה אחר, או הקשיה לעומק גדול יותר.



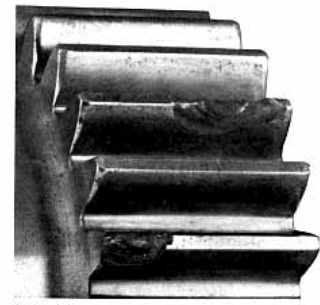
### סדק היקפי

סדק כזה מתחיל מנקודת ריכוז מאמצים בעקב השן, אך לפעמים במקום להמשיך לעומק השן, הוא ממשיך אל דופן הגלגל. גמישות יתר של הפלדה באזור ההיקפי, ויברציות חזקות או חורים בדופן הגלגל, עלולים לגרום לסדק כזה. הפיתרון יבוא על ידי היצרן, אשר ייצר דופן עבה יותר ובעלת תדר רעידה שונה.



### סדק בגלל עייפות החומר

הסיבות לתקלה זו, זהות לאלה של שבר מעומס יתר. העומס המופרז גרם לעייפות החומר בנקודות של ריכוז המאמצים. שם החל הסדק, שהביא בסופו של דבר לשבירה.



### שבר אקראי

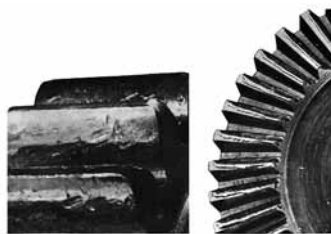
בתמונה נראה שקטעים שלמים מקצות השינים, פשוט נשברו והתנתקו מן השן. הסיבה היא שילוב לא נכון של הגלגלים, שגורם לנזק לאזור העקב, אך גם לקצה של השן. גורם נוסף הוא השחזה לא מדויקת של השינים, אשר גורמת למגע על קטע קטן בלבד, במקום על כל האורך. הקטע יהיה עמוס מדי וייכנע למאמצים המופרזים. גם גוף זר שייכנס בין הגלגלים, עלול לגרום לשבר כזה.



### "תלמים"

בתופעה חמורה זו, נראים בצורה ברורה קווים עמוקים, שנמשכים מעקב השן ועד לקצה שלה. תקלה זו קורית בגלל הזזה פלסטית, של החומר בפני השטח ומתחתיו. הגורם הוא לחץ רב מאוד, תוך החלקה של השטחים הסמוכים זה לזה. תופעה זו אופיינית לגלגלים בקשיות נמוכה, אם כי היא קורית לפעמים גם בכאלה בעלי קשיות יותר גבוהה. היא אופיינית בעיקר בתמסורות שבהן יש החלקה רבה, כמו ממסרות בודגיות והיפואידיות.

אפשר למנוע תקלה זו על ידי הפחתת העומס, שימוש בחלקים בעלי קשיות גדולה יותר, שימוש בשמן בעל תוספי לחץ גבוה (EP), והחלפה מזומנת של השמן.



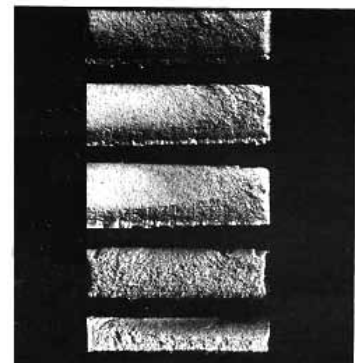
### זחילה קרה

התמונות מראות חומר שנמעך והרוז ממקומו, כאילו שהיה עשוי פלסטלינה. הסיבה היא מאמצים גדולים, עם החלקה בין השטחים, בעוד שהחומר איננו קשה מספיק. כאן הקטנת העומס בודאי תעזור, אך בנוסף לכך או במקום זה, על היצרן היה לייצר גלגלים עם קשיות גבוהה יותר.



### פני שטח גליים

הגורמים הם מאמצי לחץ מקומיים ומחזוריים, עם מהירות נמוכה, שאינה מאפשרת את יצירת טריז הסיכה. אלה יביאו ללישה וזחילה של החומר שמתחת לשטח החיצוני המוקשה.



### שבר בגלל עומס יתר

השבר מתפתח מסדק, אשר מתחיל כמעט תמיד ליד שורש השן. באזור זה, פועל המומנט המרבי על איזור של ריכוז מאמצים. פני הסדק בתחילתו הם די חלקים, עם סימני התעגלות קלה ואחר כך גסים, באזור השבירה הסופית. הסיבות לתקלה רבות. החל מעומס מופרז על שינים, שלא נועדו לשאת אותו וכלה בפגם בגלגל עצמו, כתוצאה מטיפול תרמי לא מושלם. פגם זה אמור להיות מטופל על ידי היצרן עצמו.