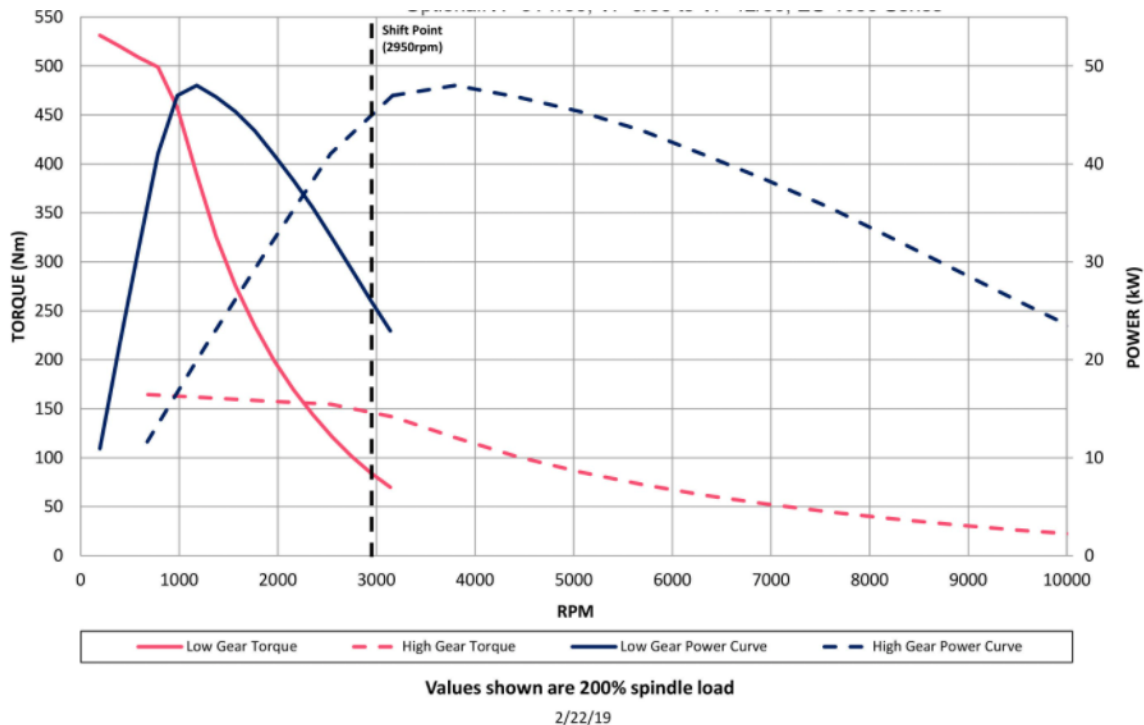


העלאת היצוריות תוך אופטימיזציה של טווחי עבודת הספינדל

רצוי לדעת איך לבחור טווחי עבודת ספינדל נכונים ולהבטיח שמרכזי עיבוד שבבי בכרסום וחריטה יתפעלו בטווחים האופטימליים.

אין זה משנה האם אנחנו מתפעלים מכונת כרסום CNC בה הספינדל מסובב כלי חיתוך או מחרטת CNC בה הספינדל מסובב את החומר המעובד, למכונות CNC יש טווחי תפעול ספינדל מרובים. סיבובי ספינדל נמוכים מספקים כוחות גבוהים יותר לעומת הסיבובים הגבוהים שמאפשרים מהירות גבוהה יותר. זה קריטי בחשיבותו לוודא שהעיבוד נעשה בטווח של מהירות ספינדל נכונה להשיג יצוריות אופטימלית. אני מביא כאן חמישה רמזים (טיפים) לבחירת טווח העבודה המתאים.

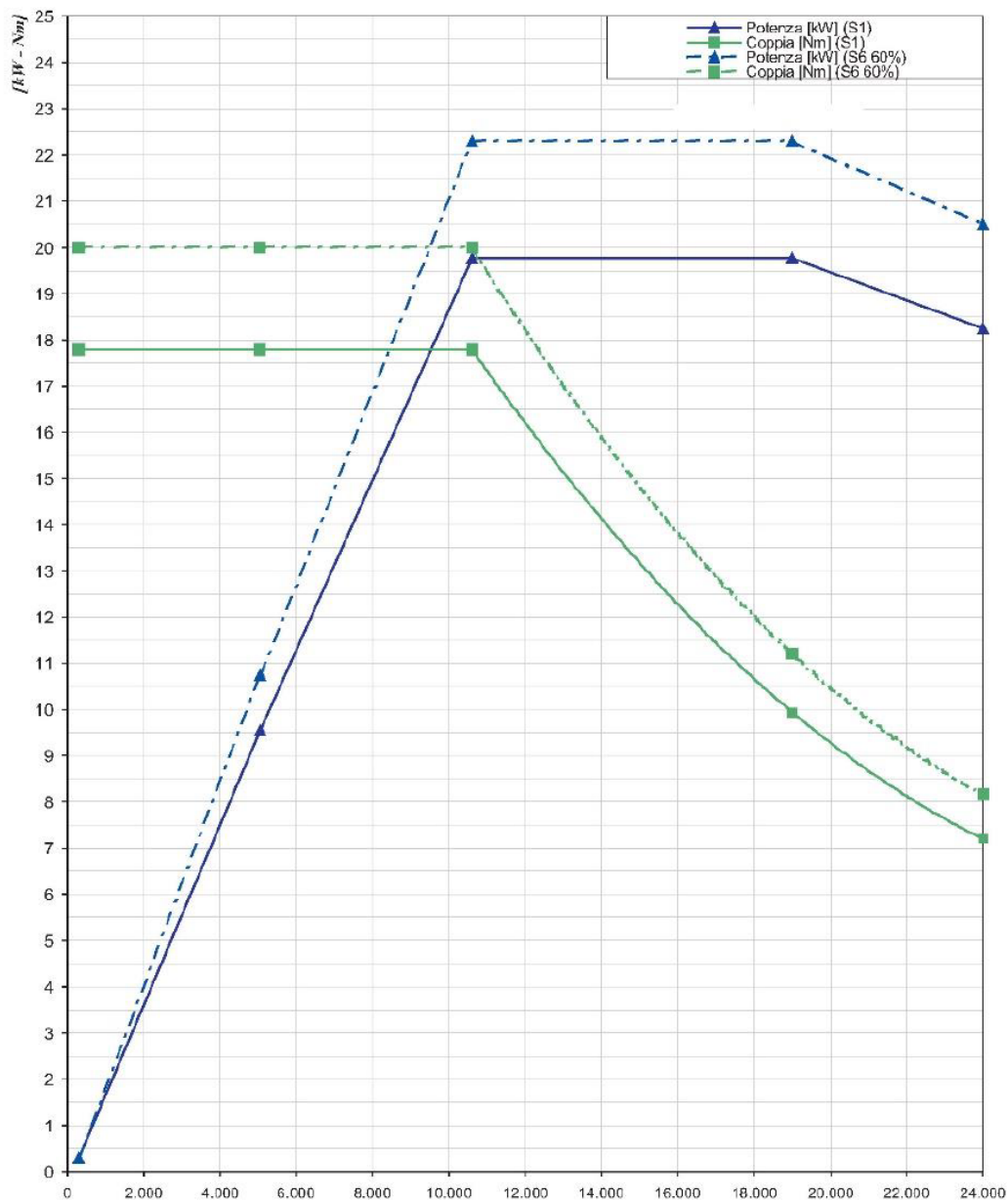


1. הבנת תכונות ההספק/פיתול והמהירות של הספינדל. יצרני המכונות מפרסמים את

תכונות הספינדל שלהם ברישומי הוראות ההפעלה. אפשר למצוא שם את ה RPM הגבוהה והנמוך לכל טווח עם נתונים לכמה כח ומומנט לצפות במהלכי ה RPM בטווח. במידה ולא נחשפנו למידע החשוב הזה, כנראה זמני המחזור שלנו בשיבוב לא יהיו אופטימליים. גרוע מכך, יתכן מצב שמאמצים מוגזמים יופעלו על מנוע הספינדל ולעיתים אף נדומם אותו. שקידה על המדריך תאפשר לנו ללמוד במדויק על תכונות הספינדל ותעזור לנו לעבוד בתנאים אופטימליים תוך שיפור היצוריות.

העלאת היצוריות תוך אופטימיזציה של טווחי עבודת הספינדל

2. להבין, כמה זמן לוקח לשנות טווחי ספינדל. יש שני סוגי מערכות שינוי של טווחי ספינדל : אלו עם מנועי ההנעה של הספינדל המשלבים פיתול ואלו המשלבים את מערכת התמסורת (טרנסמיסיה) המכנית. הטווחים משתנים אלקטרונית בהתאם לרמת הפיתול שהמנוע מפתח. השינויים הללו כמעט מידיים. מערכות עם תמסורת מכנית -בטווחים הגבוהים הם בכינון ישיר (direct drive) ומשתמשים בתמסורת האטה בטווחים הנמוכים של ה RPM. שינוי טווח יכול להמשך מספר שניות, בעיקר כאשר הספינדל חייב לעצור במהלך התהליך.



העלאת היצוריות תוך אופטימיזציה של טווחי עבודת הספינדל

3. הידע (know how) לבחור את טווחי העבודה של הספינדל. בספינדלים מתופעלי CNC

שינוי טווחים הוא שקוף היות ומהירות הספינדל מצויינת ב RPM, ה S-word המציינת מהירות (speed) גורמת למכונה לבחור את טווח העבודה היחסי של הספינדל. מכונות בטווח הנמוך במהירות 20-1500 RPM ומהירויות גבוהות יותר 4000-1501 RPM. או יותר. במידה ונציין $S\ 300 = S\text{-word}$ המכונה תבחר את הטווח הנמוך. כאשר נציין S2000 המכונה תבחר טווח עבודה גבוה יותר. מתכנת חסר הכשרה וניסיון יכול לגרום בלי משים לשתי בעיות – הראשונה, התוכנית יכולה לגרום לשינוי טווח לא נחוץ מכלי לכלי. עם תמסורת מכנית זה יגדיל את זמן המחזור, אך עשוי להישאר ללא תגובה, שכן רק כאשר כלים מסוימים לוקחים זמן רב יותר מאחרים. כלים הדורשים את אותו הטווח ברצף תפחית את זמן המחזור. הבעיה השנייה, חישוב מהירות הסיבובים של הספינדל לעבודה מאומצת (כרסום גס) יכולה להביא את הספינדל בקצה הנמוך של הטווח הגבוהה, היכן שהכח מוגבל. כך יופעל עומס יתר על מנוע הספינדל או יגרום למנוע להיעצר. מתכנת מנוסה יתפשר על מהירות הספינדל מעט כלפי מטה ויבחר מהירות גבוהה ביותר בטווח הנמוך, שם נמצא כוח רב יותר לביצוע פעולת העיבוד.

4. הידע, איך מהירות הספינדל תשפיע על זמן המחזור. אירוע זה מתאים למרכזי חריטה בלבד ולתהליכים שפועלים במהירות פני שטח קבועה. אם מהירות פני שטח קבועה, ה CNC יבחר בקביעות ב RPM מבוסס על מהירות המצויינת SFM שטח בפיט או מטר לדקה והקוטר המעובד. מהירות הספינדל היא ביחס הפוך לזמן כאשר אנחנו מכוונים את הקדמה לסיבוב (per revolution). במידה ואפשר הכפל את מהירות הספינדל, זמן הדרוש לשיבוב יחתך בחצי. כלל אצבע פופולרי לבחירת טווחי ספינדל מצביע בשיבוב גס על טווח נמוך ולעיבוד גימור על הטווח הגבוהה. זו הנחת עבודה טובה במידה שלספינדל יש כח מספק, זה פחות טוב בהתחשב במהירות. נסתכל על עובד בקוטר 1" שנדרש לחרוט אותו בשלבי גס וסופי. המהירות המומלצת היא SFM 500 לעיבוד גס שבקוטר הגדול ביותר 1" זה הופך ל RPM $(3.82 \times 500 / 1)$ 1910. קטרים קטנים יותר ידרשו אפילו RPM גבוהה יותר. במידה והתכמת יבחר את הטווח הנמוך כפי שמצויין חוק האצבע, הספינדל יגיע למגבלת RPM 1400. הפעולה של שיבוב גס תסתיים מהר יותר בטווח הגבוהה יותר בהנחה שהספק המכונה מספק.

העלאת היצוריות תוך אופטימיזציה של טווחי עבודת הספינדל



5. לדעת מתי לשנות את טווחי הספינדל. גם מופע זה מיוחס למרכזי חריטה ולפעולות חריטה גסה הדורשת מהירות פני שטח קבועה. תחשבו על חריטה גסה לציר בקוטר 4" שנדרש לעבד לו מספר קטרים, הקטן ביותר הוא 1". המהירות המומלצת היא 800 SFM. במצב 4" המהירות הנדרשת היא 764 RPM. הטווח הנמוך יספק את ההספק הנדרש. העיבוד הגס ממשיך, הקטרים הולכים וקטנים והRPM עולה. בגודל של $2\frac{1}{4}$ אינץ' העיבוד האופטימלי דורש יותר מ 1400 RPM, אבל הספינדל תקוע בטווח הנמוך וכל שבב נוסף יקח יותר זמן מהנדרש. יהיה זה נכון לעבור לטווח הבינוני בנקודה זו, במיוחד אם שינוי הטווח הוא מייד.

אתם יכולים להתנסות...ולספר לי.

העלאת היצוריות תוך אופטימיזציה של טווחי עבודת הספינדל