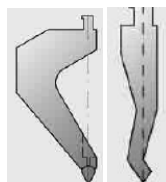


כלי כיפוף

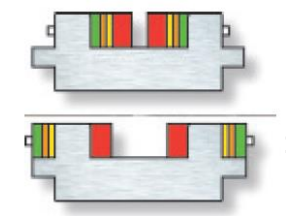
בכתבה זו אפרט מספר מאפיינים המשותפים לכלל כלי הכיפוף מתוך כוונה לתת לכם הקוראים הרוצים להיכנס לתחום כיפוף הפח ואלה שכבר נמצאים בו מעט רקע על תחום זה ועל חשיבות מאפיינים אלו בכלי הכיפוף.

כלי הכיפוף מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות:

1. מקב (סכין)
2. מטריצה



מקב "ל"



מטריצה מתכווננת

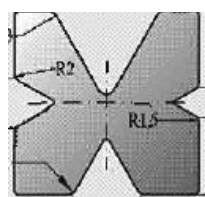
כל קבוצה כזו מתחלקת למספר תת קבוצות נוסף:

1. מקב:

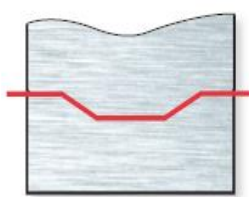
- 1.1 מקב ישר
- 1.2 מקב "ל"
- 1.3 מקב עם "קרן"
- 1.4 מקב לגיהוץ
- 1.5 מקב צורתי
- 1.6 ועוד

2. מטריצה:

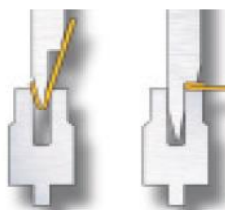
- 2.1 מטריצה אוניברסאלית
- 2.2 מטריצה רגילה
- 2.3 מטריצה ל-"גיהוץ"
- 2.4 מטריצה מתכווננת
- 2.5 מטריצה צורתית
- 2.6 ועוד



מטריצה אוניברסלית



מקב ומטריצה צורתיים



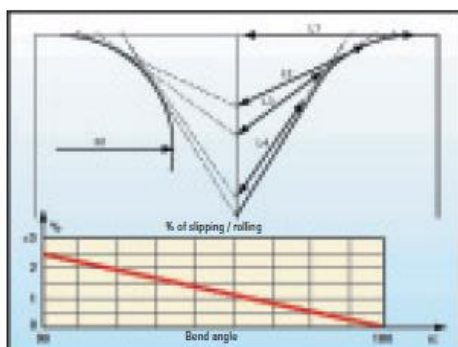
מטריצה ומקב לגיהוץ

הבדלים נוספים ניתן למצוא גם בשיטות דפינת הכלים למכונות. השיטה הנפוצה ביותר כיום במכונות החדשות היא שיטת "WILLA" המתבססת על פינים קפיציים המאפשרים הכנסת והוצאת כלים מהירה ובטוחה. נעילת הסכינים בשיטה זו מתבססת על פינים הנמצאים בקורה או בשולחן ועל ידי הנעתם קדימה או בצורה מכאנית או על ידי לחץ הידראולי נכנסים לחריצי זנב סנונית הנמצאים במקב מעלים אותו כלפי גב הקורה ונועלים אותו שם, או לוחצים על לשון במטריצה הממוקמת בחריץ הקיים בשולחן המכונה ונועלים אותה.

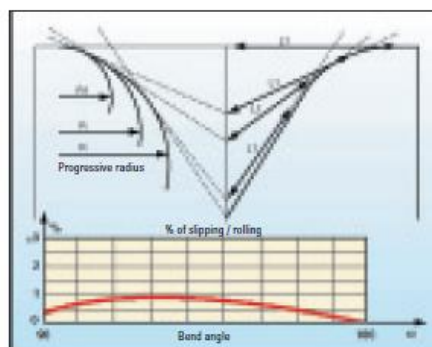
שיטות נוספות לנעילת מטריצה לשולחן המכונה הן:

1. בורגי הלן העוברים דרך שולחן המכונה עד לחריץ הנמצא בשולחן בד"כ במרכזו.
2. כאשר שולחן המכונה שטוח או כאשר עובדים עם מטריצה אוניברסאלית או מטריצה בשיטת "AMADA" יש צורך בלוחיות מיוחדות וברגים כדי למרכז את המטריצה אל מול המקב ולדפון אותה לשולחן המכונה.

כל המטריצות של כל יצרני הכלים מיוצרות עם רדיוס בקצה מפתח ה-"V" כדי לאפשר לחומר "לזרום" לתוך המטריצה בזמן הכיפוף. עם הזמן המטריצה נשחקת ונוצרת בקצה מפתח ה-"V" עקומה המאפשרת לחומר לזרום בצורה המיטבית ושחיקת המטריצה כמעט ונפסקת לחלוטין. חברת "LVD" למדה את התהליך ואת העקומה שנוצרת והוציאה על עקומה זו פטנט כינתה אותה בשם "STONE" וכיום כל המטריצות מתוצרתה מגיעות עם עקומה זו בקצה מפתח ה-"V".



רדיוס רגיל



עקומת STONE

עקומה זו שהיא אוסף של רדיוסים מקטינה את סימני הכיפוף על החומר בצורה מאד משמעותית וכאמור מעריכה מאד את אורך החיים של המטריצה.

נתון משמעותי נוסף בכלי הכיפוף הוא סוג וצורת חיסום הכלים.

החיסום הטוב ביותר הוא החיסום האינדוקציוני הנעשה רק בקצוות ה-"עובדים" בכלי הכיפוף: במטריצות קצוות המפתח של ה-"V" ובמקבים קצה המקב הבא במגע עם חומר הגלם. כל שאר הכלי אינו מחוסם!! דבר המאפשר לו לספוג רעידות וזעזועים ולא להיסדק או להישבר.

מי שעובד רק עם חומרים רכים יכול להזמין גם כלי כיפוף ללא חיסום, הדבר יגרום לשחיקה מהירה יותר של הכלים והצורך בהזמנת כלים חדשים בתכיפות גבוהה יותר.
ככלל לא מומלץ להזמין כלים לא מחוסמים

בכלי כיפוף שסופקו ללא השחזה ניתן לראות את האזורים המחוסמים לפי הבדלי הצבעים. ניתן להזמין כלים לא מושחזים אולם יש לקחת בחשבון שסימני הכיפוף יבלטו וייתכנו אף שריטות על גבי החומר המכופף.

שיטה נפוצה מאד להקטנת ואף העלמת סימני הכיפוף היא הנחת פס פוליאוריתן על גבי המטריצה ואז בזמן ביצוע הכיפוף החומר נלחץ לתוך המטריצה אך אינו בא עימה במגע.

תהליך בחירת כלי הכיפוף

תהליך הבחירה אינו כל כך פשוט יש להביא בחשבון מספר גורמים:

1. סוג החומר המכופף
2. עובי החומר המכופף
3. רדיוס הכיפוף הנדרש
4. אורך הכיפוף
5. צורת החלק המכופף

חמשת גורמים אלו ישפיעו על ההחלטות הבאות:

1. גודל וחוזק המכונה
2. סוג וצורת המקב בכל כיפוף
3. גודל המטריצה
4. מספר תחנות הכיפוף

כל כלי כיפוף יכול לשאת בעומס מסוים ברגע שנעבור עומס זה הכלי עלול להתעקם, להיסדק או להישבר. במקרה של שבר עלולים לעוף רסיסי מתכת מהכלי בעוצמה רבה ולגרום לפציעות קשות ולנזקים לסביבה.

בטבלה 1 ניתן לראות את גודל המטריצה "V" המומלץ על פי עובי החומר "S" ורדיוס הכיפוף "R" הנדרש וכן אורך הרגל "B" המינימאלי במטריצה הנתונה. כאשר התחום הצבוע בכחול הוא התחום המומלץ. הערכים בטבלה הינם לאורך כיפוף של 1 מטר.

כל הנתונים בטבלה 1 מתאימים לחומר בעל חוזק של $420 \div 480 \text{ N/mm}^2$ והם ביחידות של קילו ניוטון למטר.

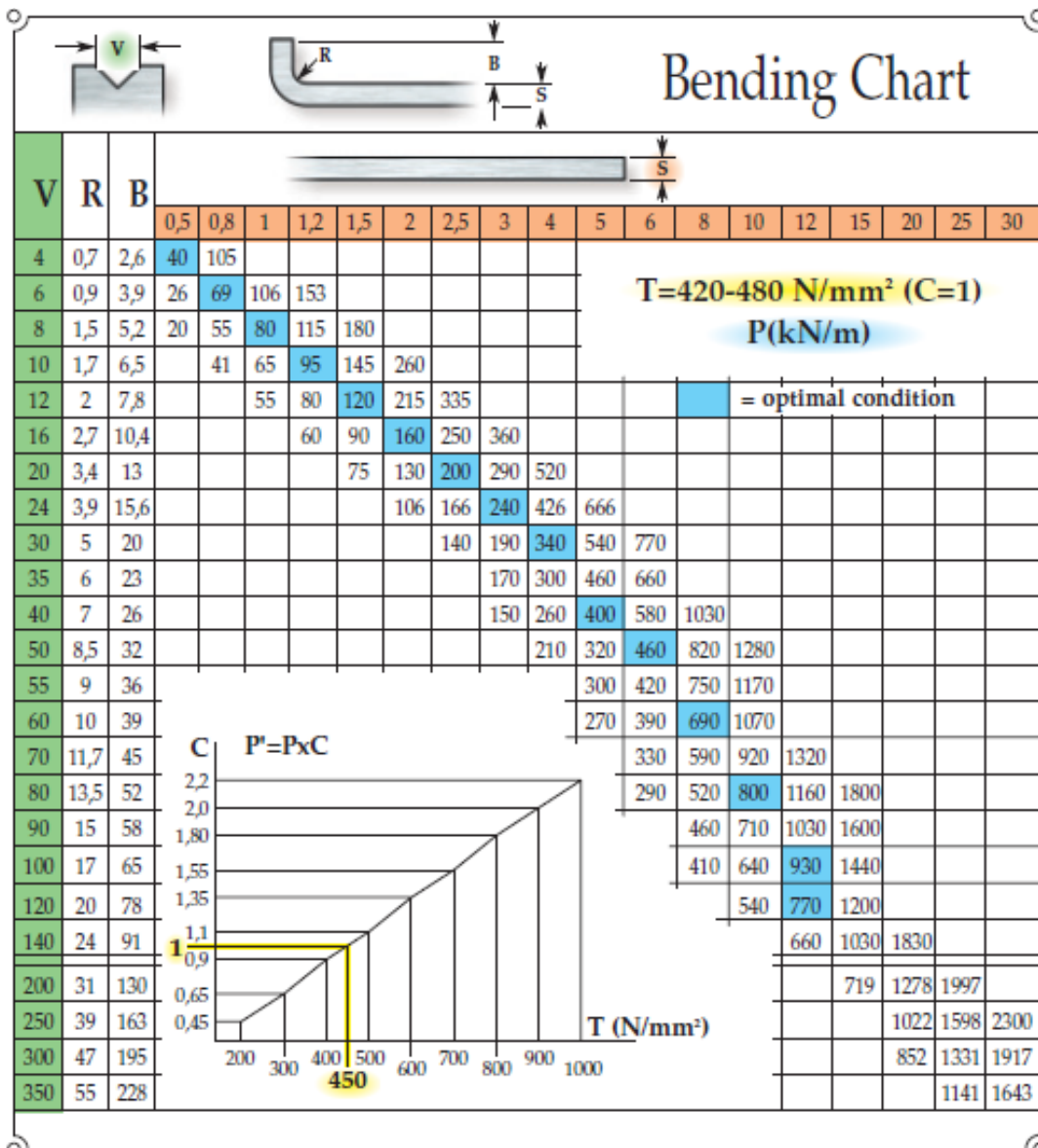
יש לשים לב ולא להפעיל כוח גדול על כלי קצר הדבר עלול לגרום מעבר לסכנת השבירה של הכלי גם נזק לתחתית הקורה אליה הכלי מוצמד(מקב) או נזק לשולחן המכונה (מטריצה). במקרה של נזק בתחתית הקורה בפעם הבאה כאשר נעבוד באזור בו נוצר הפגם כלי הכיפוף (המקב) עלול לא להיות ניצב לקורה וכתוצאה מכך:
1. הכלי יועמס בכיוון שלא תוכנן אליו ועלול יהיה להישבר. 2. הכיפוף לא יצא מדויק.
3. סימני הכיפוף יהיו מודגשים יותר. 4. יתכנו סדקים בכיפוף בפינה הנמוכה יותר של הכלי.

כאשר יש צורך בייצור מוצר ייחודי הדורש תכנון וייצור כלי כיפוף מיוחד (ראה תמונה)



רצוי בדך כלל לפנות לחברות המתמחות בייצור כלי כיפוף עבור כל יצרניות מכונות הכיפוף כגון חברת "FERRARI" האיטלקית כדי שיתכננו כלי כיפוף המאפשר לבצע את החלק במספר הכיפופים הקטן ביותר תוך התחשבות במכונה ובכוחות העומדים לרשותנו או אפילו לומר שבאמצעים הקיימים לא ניתן לבצע את החלק.

לשם כך חשוב לפנות ליצרניות הטובות והאמינות כדי לקבל מידע אמין שיכול לחסוך כסף רב.



טבלה 1

כתב וערך:

ישראל גרינברג מהנדס תעו"נ

סמנכ"ל בחברת ג'.א.מ.טי

גרינברג מכונות כלים בע"מ