



Tolerances & Fits

שיעור מס' 6 – סבולות ואפיצויות

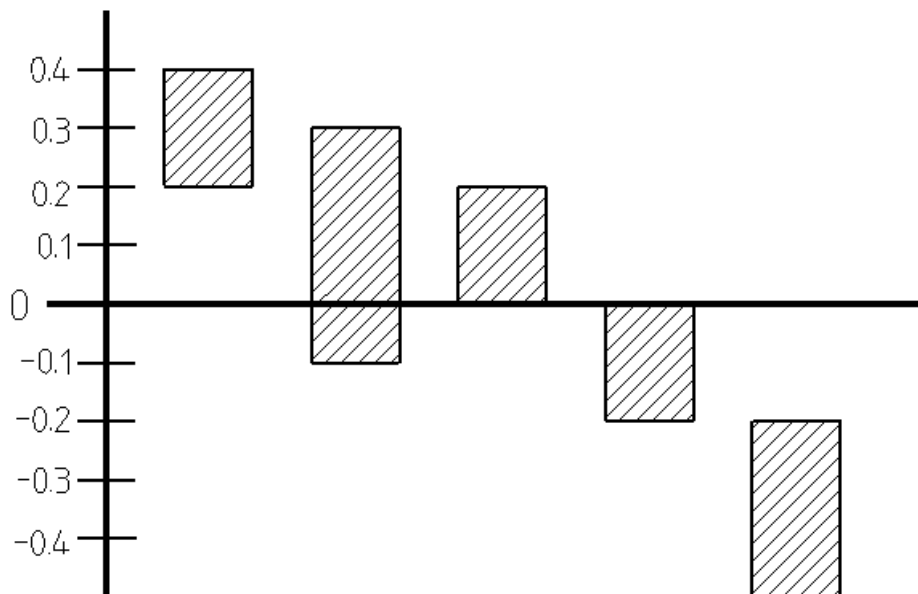
Tolerances חלק א' - סבולות:

כידוע, אין מידות בדיוק מוחלט. כאשר אנו נותנים ליצרן חלק לייצר ונותנים לו מידה כלשהי עלינו להוסיף את תחום הטעות המותרת לכל מידה ומידה.

מכאן הצורך בהגדרת הסבולות. סבולת מידה היא למעשה טווח הסטייה למידה אותו אנו מאפשרים ליצרן בבואו לייצר את החלק שאנו מבקשים ממנו לייצר.

נגדיר כעת שדה: שדה הוא טווח הסטייה ומחשבים אותו על ידי חיסור הסבולת התחתונה מהסבולת העליונה – $0.05 = (-0.01) - (+0.02)$. הסבולת העליונה לא חייבת להיות חיובית והתחתונה לא חייבת להיות שלילית.

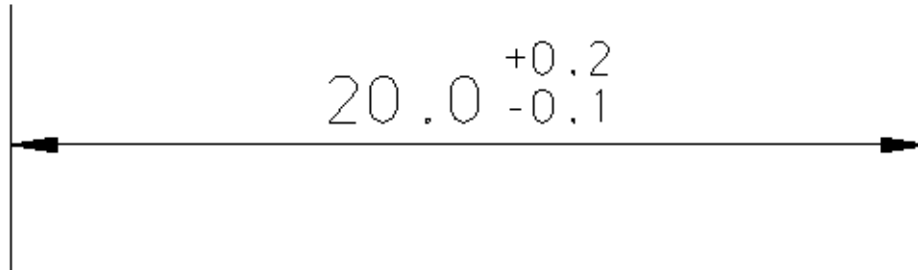
בדוגמה הבאה המידה הנומינלית היא 90 ואנו רואים את השדות השונים של המידות הבאות (משמאל לימין):



1. $90^{+0.4}_{+0.2}$, 2. $90^{+0.3}_{-0.1}$, 3. $90^{+0.2}$, 4. $90^{-0.2}$, 5. $90^{-0.2}_{-0.5}$

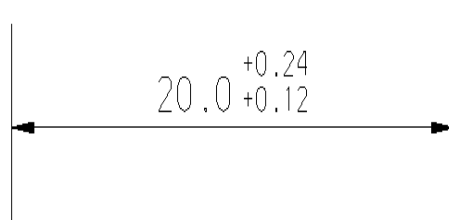
(pic-D1a)

הסבולת עצמה צמודה בצד ימין של המידה, בצורה הבאה:

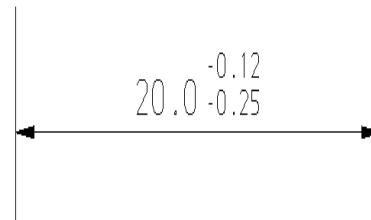


(pic-D1)

חשוב לזכור: הסבולת העליונה לא חייבת להיות חיובית תמיד והסבולת התחתונה לא חייבת להיות שלילית תמיד. יכולים לקרות גם המצבים הבאים:



(pic-D3)



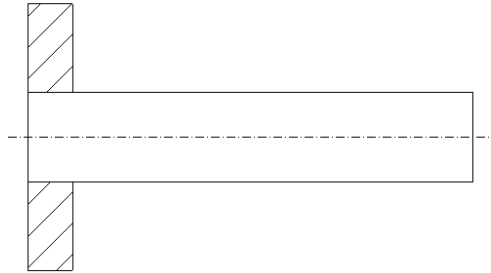
(pic-D2)

ישנן מספר אפשרויות לתת סבולת לגוף בשרטוט ייצור והן:

1. לתת סבולת פרטית לכל מידה ומידה שאנו נותנים.
2. לרשום סבולת כללית ולהוסיף סבולת פרטית למידות מיוחדות. סבולת כללית – כל המידות באותה סבולת (בדרך כלל פלוס-מינוס 0.1) למעט מידות מסוימות עליהן הסבולת שונה.
3. מתן סבולת לפי טבלה – מגדירים טבלה עם מספר ספרות אחרי הנקודה ומוסיפים סבולת לכל שורה. כל מידה ללא סבולת פרטית תקבל את הסבולת שלה מתוך הטבלה הנ"ל.

חלק ב' – הסבר כללי – אפיצויות – Fits

אפיצות למעשה מצינת התאמה בין שני חלקים מורכבים. כאשר אנו מדברים על אפיצות אנו בעצם מדברים על התאמה (חיבור רופף, חיבור בלחץ). האפיצות קובעת למעשה האם החיבור יהיה רופף, לחוץ, בין לבין, וכו'. מתי זה יכול להיות חשוב?
בואו נגיד שיש לנו איזה גל בתוך גלגל:



(pic-D4)

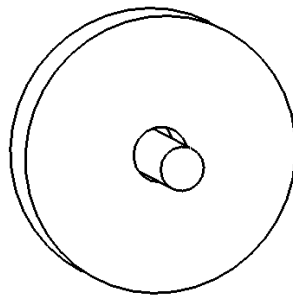
אנו רוצים שכשנסובב את הגל, גם הגלגל יסתובב. מן הסתם, אסור שהגלגל יישב בצורה רופפת על הגל כי אז הגל פשוט יסתובב במקום בלי שום השפעה. אז כאן נכנס הנושא של אפיצויות. בדפים שחולקו לכם, יש טבלה של אפיצויות ומייד נלמד איך לקרוא אותה ואיך להתמודד איתה. אך לפני כן, הסבר על שתי שיטות למתן אפיצות:

1. שיטת הגל האחיד: בשיטה זו, ישנם מספר גלים בעלי גדלים (קטרים) סטנדרטיים, וכשאנו רוצים להתאים לגל זה מיסב כלשהו או טבעת/דיסקה עם קדח, עלינו להתאים את הקדח לגל. עם שיטה זו יש מספר בעיות שכן בגלל האופן בו יוצרים קדחים, יש הגבלה על הקוטר. יש בעיה ליצור קדחים מאוד קטנים בגלל גודל הסכין וחוסר הנוחות לעבוד איתה. הסכין אמורה כביכול לחצוב מבפנים את הקדח וזה מאוד לא נוח.
2. שיטת הקדח האחיד: בשיטה זו, ישנם מספר קדחים בעלי קטרים קבועים וכשאנו רוצים להתאים להם גל, עלינו לחרוט את הגל למידה הרצויה. דבר זה הוא כמובן הרבה יותר קל, מפני שהסכין נמצאת מבחוץ ואפשר בקלות להוריד עוד חומר אפילו לרמת דיוק מאוד גבוהה. על מנת לקבוע גדלים סטנדרטיים לקדחים יש מכשיר שנקרא מקדד. ישנם מקדדים רבים וכל אחד מהם מתאים לקוטר קדח אחר.

ישנן שלוש קטגוריות לאפיצות ובתוכן הן מתחלקות למספר רב של אפשרויות, בהתאם לדרישת המהנדס. והקטגוריות הן:

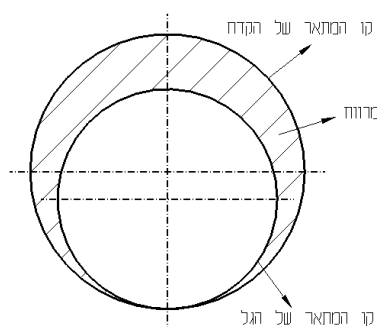
1. אפיצות מדחק – באפיצות מדחק נכנסות כל האפיצויות בהן שני חלקים מחוברים בצורה חזקה ביניהן על ידי לחץ (כמו במקרה של הגל והגלגל מקודם). אפיצות כזו אפשר להשיג או על ידי הכנסת חלק אחד לשני בעזרת פטיש כבד ובמקרים בהם רוצים לחץ ממש חזק, משתמשים בשיטת חימום/קירור.
2. אפיצות מעבר – אפיצויות מעבר כשמן כן הן. כוללות את כל האפיצויות בין מדחק למרווח.
3. ואחרונה, אפיצות מרווח – באפיצות מרווח, החלקים יושבים באופן שמאפשר תזוזה תמיד.

דוגמה לאפיצות מרווח:



(pic-D4a)

אנו רואים שהגל אינו יושב בצורה הדוקה בתוך הקדח. אם נסתכל מקרוב נראה:



(pic-D4b)

ניתן לראות שיש מרווח מסויים בין הגל לקדח. מרווח זה נוצר בגלל ההפרש בין הסבולות השונות לגל ולקדח מה שמגדיר את האפיצות.



חלק ג' – סימון אפיצויות:

כיצד מסמנים אפיצויות?

באחד הדפים שחולקו לכם נמצאת טבלה ובה יש עמודה של שיטת הגל האחיד ושיטת הקדח האחיד.

1. תחילה נבחר באיזו שיטה אנו מעדיפים לעבוד (בד"כ קדח אחיד).
2. לאחר מכן, נבחר איזו אפיצות אנו רוצים. האפיצויות מסומנות באותיות מ-A ועד Z, כאשר ככל שמתקרבים ל-A אז החלקים מחוברים ביתר רפיון וככל שמתקדמים לכיוון Z החלקים מחוברים ביתר לחץ.
3. לאחר שבחרנו את האפיצות הרצויה, נסתכל על המידה של הגל/הקדח שאנו רוצים לייצר.
4. בדפים שחולקו לכם ישנה טבלה נוספת לקדחים ולגלים (Holes/Shfts).
5. נלך לטבלת הקדחים ונמצא את הקוטר המתאים. נלך לאורך השורה עד שנגיע לאפיצות הרצויה. שם נראה בדיוק מהי הסבולת המתאימה לקוטר שבחרנו.
6. שימו לב: אפיצויות של קדחים מסומנות באות אנגלית גדולה ואילו אפיצויות של גלים מסומנות באות אנגלית קטנה.
7. נלך לטבלת הגלים שלנו ונבצע את אותה הפעולה.

דוגמא:

נגיד שאנו רוצים להכניס גל שקוטרו 30mm לקדח מתאים. נתון שהאפיצות הרצויה היא אפיצות מרווח.

1. נבחר בשיטה – הפעם נבחר בשיטת הקדח האחיד. שימו לב, אם בחרנו בשיטת קדח אחיד, זאת אומרת שאחת הסבולות של הקדח תהיה 0. כנ"ל לגבי גל אחיד.
2. האפיצות שלנו נתונה ולכן נלך לטבלה ונראה מה זה אומר. בטבלה מסומנת האפיצות כ-H7/d6. בשבר המסמן אפיצות, המונה שייך לקדח ואילו המכנה שייך לגל.
3. המידה הנומינלית שלנו היא 30 מילימטר.
4. בטבלה שלנו לקדחים נמצא את אפיצות H7 ונצליב זאת עם העמודה בה כתוב 18-30 מילימטר. כתוב שם: סבולת עליונה +21 מיקרונים, סבולת תחתונה 0. נהדר.
5. נבדוק עכשיו את טבלת הגלים. נצליב את אפיצות d6 עם העמודה של 18 עד 30 מילימטר ונראה שכתוב שם: סבולת עליונה -65 מיקרונים, סבולת תחתונה -78. יפה.

אז עכשיו אנו יודעים איזו מידה לתת לגל, ואיזו מידה לתת לקדח.



שימו לב שבמידה והקדח יהיה הכי קטן שאפשר, קוטרו יהיה $0 + 30$ מילימטר ואילו הגל, אפילו אם יהיה הכי גדול שאפשר, קוטרו יהיה $0.078 - 30$ מילימטר – כלומר, עדיין הם בחופש.

חשוב מאוד!!! הסימון H7/h6 לאפיצות (דוגמא) יופיע רק בשרטוט הרכבה. בשרטוט ייצור נותנים את הסבולת. לא מוסיפים בדרך-כלל את האפיצות כי יש לנו רק חלק אחד אבל לפעמים מציינים אותה בסוגריים כתוספת לסבולת על מנת לסייע בבדיקת נכונות הסבולת.

שיטת העבודה בשיעורי הבית ובמבחן צריכה להיות הבאה: קודם בודקים מה החלק אמור לעשות. מתוך הפונקציונליות של החלק יש להחליט מהי האפיצות המתאימה (תוכלו להיעזר בטבלה או לזכור את האפיצויות השונות למרווח, מעבר ומדחק). לאחר שבחרתם את האפיצות המתאימה (כולל שיטת העבודה – קדח או גל אחיד) גשו לטבלה של האפיצויות ומיצאו של אם הסבולת המתאימה.

מידע: זוכרים שכשדיברנו על שיטת הקדח האחיד, הזכרנו מקדדים. ובכן, כאשר אנו משרטטים שרטוט ייצור שבו, כפי שציננו קודם, לא אמור להיות סימון לאפיצות (על ידי אותיות) ואנחנו עובדים בשיטת הקדח האחיד, אפשר להוסיף בסוגריים ליד הגוף את אפיצות הקדח (H7 למשל) וזאת מפני שמי שרואה את השרטוט יכול לחסוך לעצמו עבודה ולגשת ישר למקדד H7 בלי להסתבך עם הסבולות.