

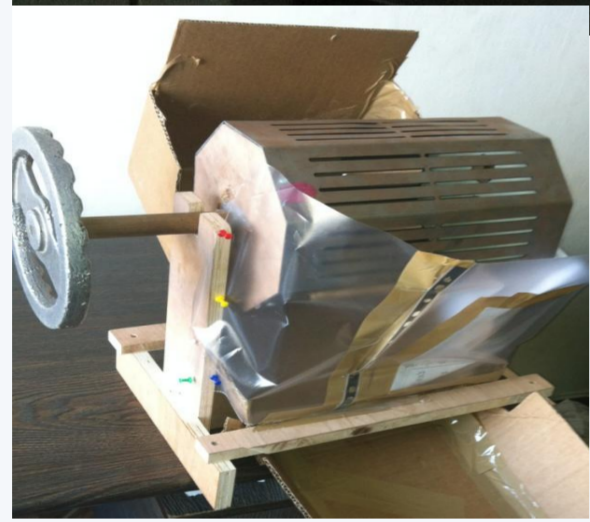
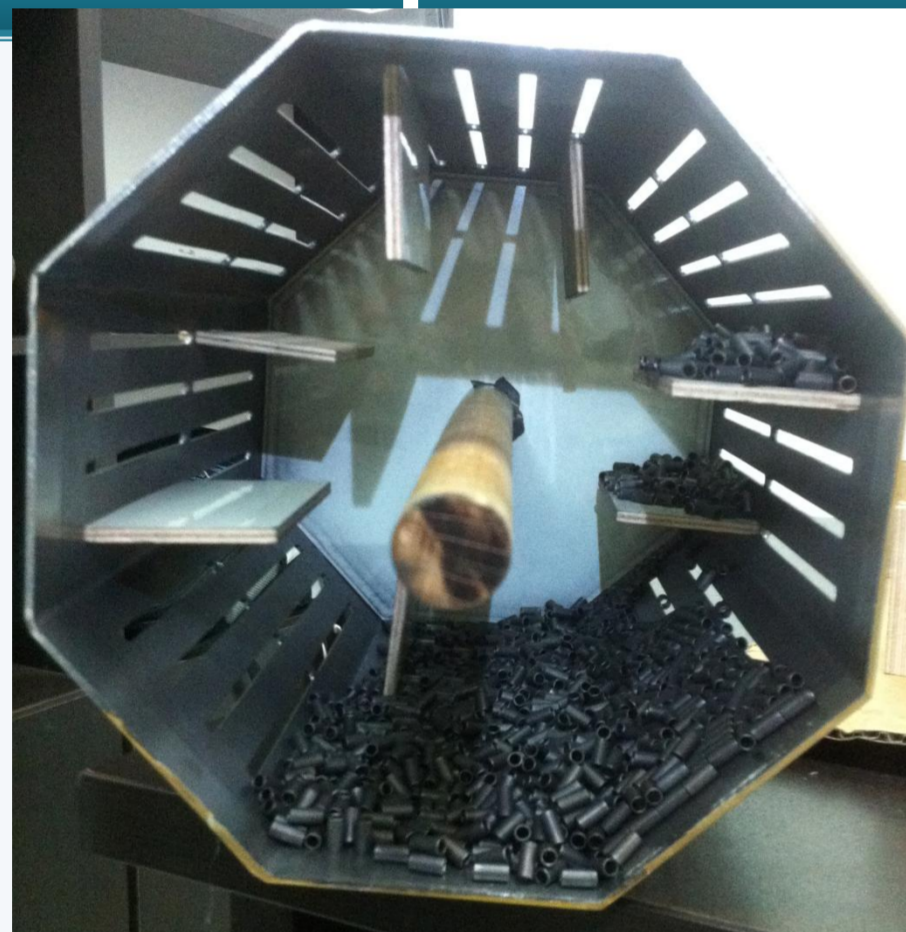
תיאור מתקן הסינון

- מכלולי המתקן (ראה ציור):
 - מכלול תוף מתומן מסתובב בעל פאות מחורצות ומכסים המכסים מאפשרים לקבוע את פאת החריצים הפעילה לשלב סינון ספציפי.
 - מכסה בטיחות המיועד להגן על המפעיל בזמן סיבוב התוף.
 - מגש לספייסרים הנפלטים מהתוף בשלב סינון.
 - מכסה הגנה של מכלול רצועת ההנעה הכולל גם שני גלגלי רצועה.
 - מנוע + ממסרת גלגלי שיניים.
 - מנגנון מתיחת רצועה.
 - שילדה מרותכת ומעובדת המיוצרת מפרופילי פלדה תקינים.
 - גלגלי הסעה עם אפשרות בלימה.



תוצאות הניסויים והשלכותיהן

סמ	מספר ר	n	V [rpm]	t [sec]
1	1	9	25	21.6
2	1	1.6	24.6	3.9
3	1	3	24.3	7.4
4	1	1.5	20.5	4.4
5	2	2	22.2	5.4
6	2	3	24.7	7.3
7	2	2	25	4.8
8	2	4	25.5	9.4
9	3	5	23.8	12.6
13	3	8.5	20.2	25.3
14	5	7.5	25.6	17.6
15	5	4.5	22.9	11.8
16	5	4	23.8	10.1
17	5	6.5	23.8	16.4
18	8	4.8	23	12.5
19	8	6.5	26	15
20	8	4.5	24.5	11
21	10	4.5	27	10
22	10	8.5	25.5	20
23	10	13	24.4	32



אב-טיפוס:

כדי לחקור את טיב הקונספט שנבחר, נבנה תוף מתומן שנועד לטפל בקבוצה האדומה (רוחב חריצים 4.2 מ"מ למניעת מעבר ספייס בקוטר 4.5 מ"מ). משמאל - תמונת התוף עם ספייסרים.

תוצאות הניסויים:

הניסויים הוכיחו שקונספצית "תוף חריצים" מוצלחת מעבר למצופה: אמינות הסינון בכל הניסויים היתה 100%, וזמן הסינון היה קצר ביותר (ראה טבלת תוצאות משמאל).

קביעת מימדי התוף:

המינימום התברר שהפרמטר שקובע את מימדי התוף האופטימלי הנו "מפלס הספייסרים", כלומר, גובה מצבור הספייסרים כשהוא מפוזר ע"פ פאה אופקית במצב סטטי. הגובה האופטימלי הוא כ- 20 מ"מ, ולכן עבור נפח 2 ליטר, הוחלט לבחור בפאה בגודל 190X525 מ"מ.

חישוב מומנט האנרגיה של התוף:

חישוב מומנט האנרגיה של פאה נתונה ע"י הנוסחה:

חישוב הספק המנוע: חישוב ההספק התבסס על ההנחה שנדרש להאיץ את התוף ממצב מנוחה למהירות של 20 סל"ד (ראה טבלת תוצאות) בתאוצה קבועה, תוך שתי שניות, כאשר משקל הספייסרים הוא 5 ק"ג, וכולם מרוכזים בפינת התוף (מקסימום עומס). החישוב נותן הספק של 28.5 וואט, שזהו ערך מאוד נמוך, אבל עקב גודל המערכת ותנאי העבודה הוחלט לבחור במנוע בן חצי כוח סוס (372 וואט), מהירות 1500 סל"ד.

בחירת יחסי תמסורת מנוע - תוף:

יחס הפחתה של ממסרת גלגלי שיניים: 1:25

יחס הפחתה של גלגלי הרצועה: 1:3

מהירות התוף: 20 סל"ד

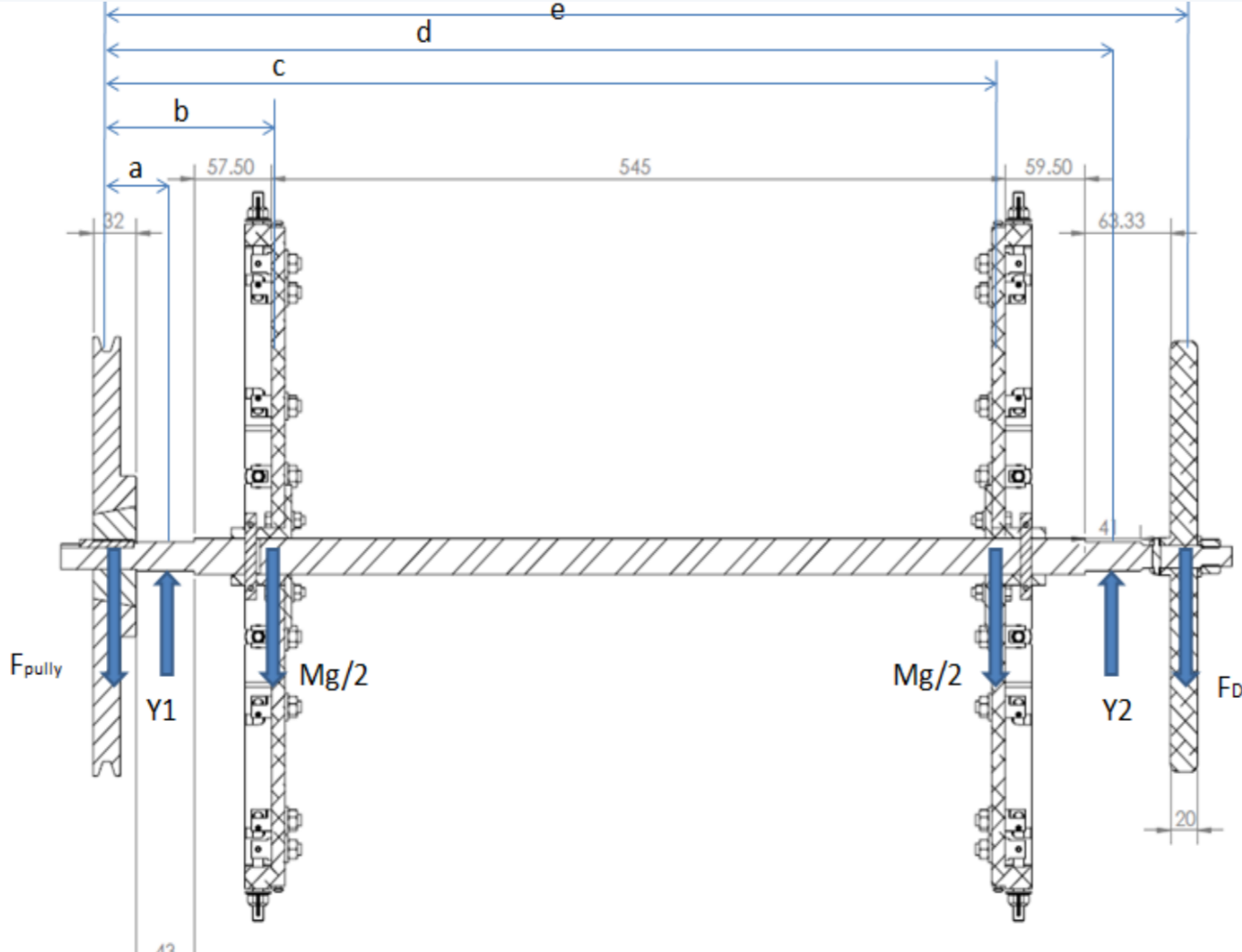
$$P = T_{total} \cdot \omega = 13.61 \cdot 20 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} = 28.5 [Watt]$$

$$= \frac{28.5}{745.7} = 0.03826 [HP]$$

$$\omega = 20 [rpm]$$

$$[rpm] \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} = \frac{rad}{sec}$$

תכן התעייפות לציר התוף:



התקבלה התאמה בין הסימולציה שביצענו בתיב"ם לבין החישוב שעשינו עבור התעייפות הגל. חשבו גם כוחות ריאקציה לצורך בחירת מיסבים לגל התוף.

תודות

תודה רבה לד"ר יורם קירזון שהנחה ועזר לנו לאורך כל הדרך בצורה יוצאת דופן.

תודה רבה לאנשי ישקר, מר גבי ברום, מר דורון שחר, ומר ערן אברהמי, שתמכו ועזרו לנו לבצע את הפרויקט.

תודה רבה לד"ר חגי במברגר על ההרצאות המכוננות והעשירות במידע חינוכי לסטודנטים, ועל פרויקט פלא שמקרב את הסטודנטים לזירת העבודה שחסרה לכל סטודנט.

הקדמה

במפעל ישקר נעשה שימוש בשיפודים עליהם מושחלות שימות מסוגים שונים (סכיני חיתוך ממתק"ש), כשביניהן ספייסרים (מרווחנים). לכל סוג של שימה מותאם ספייסר ספציפי השונה מהאחרים במידותיו. השחלת השימות והספייסרים על השיפודים מתבצעת ע"י מכונה אוטומטית, המוזנת ממיל בל נמצאים הספייסרים מהסוג המתאים. שרבו ספייסר שאינו מתאים למיכל (טעות אנוש), יגרם לעצירת המכונה ולהפסקת תהליך ההשחלה. כדי למנוע תקלה מסוג זה, נדרש לפתח מתקן סינון שתפקידו יהיה להבטיח שהמכונה האוטומטית תזון רק בספייסרים מתאימים, ע"י סילוק אלה שאינם מתאימים, באמינות של 100%.



דרישות הלקוח

Call No	D=0.05d ±0.001	Av1	M	d1
000450	3.2	2.2	8	0.430
001144	3.2	2.2	12	0.430
000455	3.6	2.6	8	0.245
000457	4.5	3.3	9	0.245
001043	4.5	3.3	18	0.245
001042	4.75	2.9	8	0.145
000456	5.6	4.5	8	0.245
000013	5.6	4.5	16	0.245
000562	6.3	4.5	11	0.745
001046	6.35	4.5	20	0.245
000015	6.6	5.3	10	0.530
001263	6.6	5.3	20	0.530
001772	10.0	4.1	28	0.045
001775	9.3	5.5	16	1.045
002015	9.3	5.5	12	1.045

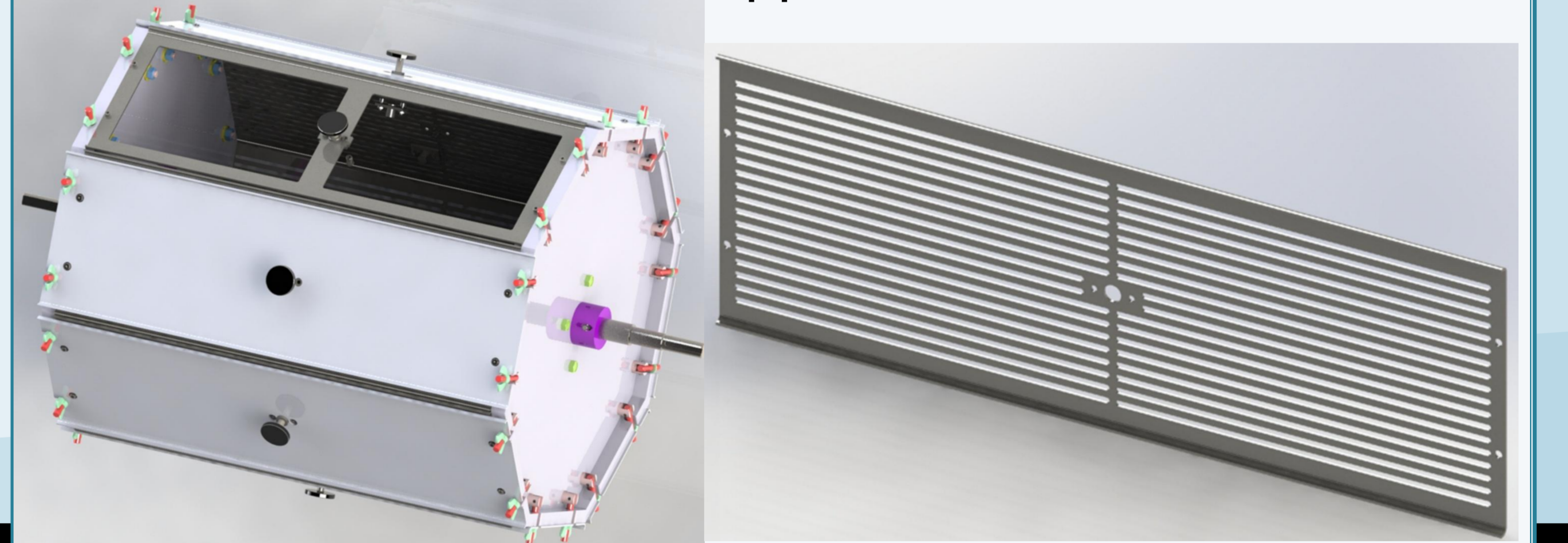
- מתקן הסינון צריך לאפשר סינון שישה סוגים של ספייסרים, המחולקים לשלוש קבוצות, כמפורט בשרטוט לפי צבעים. בכל קבוצה ספייסר אחד יכול להיות מוגדר כרצוי כשהשאר לא רצויים.
- יכולת סינון של קופסת ספייסרים בנפח 2 ליטר, כאשר 99% הם מהסוג הרצוי ו-1% מהסוגים האחרים הלא רצויים.
- אמינות סינון של 100%.
- זמן סינון 2 ליטר לא יעלה על 15 דקות.
- גודל המתקן לא יעלה על 1 מ' X 1 מ'.
- נדרשת בטיחות מירבית למפעיל.

עקרון פעולת הסינון

עיקרון השימוש בחריצים הינו אמצעי יעיל להפרדה בין סוגים שונים של ספייסרים, הנבדלים בקוטרם החיצוני. כדי למנוע לאפשר מעבר של ספייסר מסוים דרך מסננת חריצים, יש לקבוע את רוחב החריץ בהתאם לקוטרו, כמתואר באיור.



ליכיוסו דרישות הלקוח תוכנן תוף מסתובב (סביב ציר אופקי) בצורת מתומן: 5 פאות מחורצות ברוחב חריצים שונה, פאה אחת פתוחה לצורך הזנה או הרקה ושתי פאות סגורות לספייסרים עתידיים. "שלב סינון" מוגדר כסיבוב התוף כאשר פאה מחורצת אחת גלויה, וכל השאר מכוסות במכסים אטומים הניתנים להרכבה ופרוק קלים ומהירים.



האתגרים

גיבוש עקרון פעולה: נדרשנו למצוא עקרון פעולת סינון מקורית בגלל אי-מצאת מערכות סינון דומות בספרות. לבסוף התכנסנו על שכלול מתקן חריצים שקיים בישקר (תוף חריצים סובב במקום פלטה מחורצת אופקית המורעדת בכיוון אופקי). רעיון התוף נבדק ואומת ע"י ניסויים באב-טיפוס של תוף חריצים אשר יוצר לשם כך.

פרטי תכן: נדרשנו למצוא פתרונות פשוטים למתקן כגון: אופן הצמדת המכסים לפאות, מבנה השילדה, מערכת הנעה לתוף, מתקן מתיחה לרצועת הנעה, מכסי מגן ומגש אחסון.

עמידה בל"ז: משימה לא פשוטה בשל גורמים שונים כגון: חוסר ניסיון בתכן, זמן רב לגיבוש פתרונות, הכנת שרטוטים, אישור הפרויקט ע"י הלקוח, מגבלות קשר עם ספקים ויצרנים, ולחץ זמן בגלל קורסים אחרים.

