

מאי 2004

תיכון מערכת הזנת חומר אבקתי מחביות לתוך ריאקטור

תקציר לספר הפרוייקטים

פרוייקט גמר

הכין: תומר חשמונאי

מנחה: מיכה דביר

מקום ביצוע הפרוייקט: מפעל אביק, טבע



נושא הפרויקט ומטרתו

נושא הפרוייקט : תיכון מערכת הזנת חומר אבקתי מחביות לתוך ריאקטור.

מטרת הפרוייקט : תיכון מערכת שינוע והזנת אבקת דילטיאזם גולמי אל ריאקטור התהליך כתחליף לאופן הזנתו כיום. בתיכון המערכת יושמו דגשים על צורת השינוע, התאמת המערכת לדרישות המפעל, עמידה בתקני FDA ו-CEMA, בטיחות מירבית ועלויות סבירות.

מהות העבודה

תקציר הבעיה :

במפעל "אביק" קיים ריאקטור כימי אליו מוזן חומר אבקתי מסוג Diltiazem Hydrochloride Crude המגיע בתוך שקיות הנמצאות בחביות סטנדרטיות. כיום תהליך ההזנה מתבצע בצורה ידנית בעזרת מנוף עם גלגלת אשר באמצעותם מועברת החבית עד לפתח הריאקטור ומשם מתבצעת ההזנה ע"י עובדי המפעל. לאור הסכנות הכרוכות בתהליך זה (החשמל הסטטי באבקה בתוספת נוזל ה-IPA עלולים להידלק וליצור שריפה) קיים צורך בתיכון מערכת שינוע והזנת האבקה ישירות לריאקטור באופן יעיל ובטיחותי. בפרוייקט זה תיערך סקירת השיטות השונות לשינוע חומרים גרגריים וניתוחן, הצגת חלופות, וכן תיכון מערכת אשר תאפשר שינוע והזנת החומר לתוך הריאקטור תוך עמידה בדרישות המפעל ובתקנים שונים עבור חומרים פרמצבטיים.

מפרט הדרישות

1. המערכת תאפשר שינוע האבקה בספיקה של 425 ק"ג בכל 16 שעות. במידה ויהיה צורך להרים את החבית, המערכת תעמוד בעומס של לפחות 125 ק"ג (משקל החביות עם האבקה).
2. עקב היותו של נוזל ה-IPA דליק וכן עקב היותה של אבקת הדילטיאזם בעלת חשמל סטטי, המערכת תמנע אפשרות של מקור הצתה שעלול לגרום לפיצוץ או דליקה.
3. האבקה המשונעת משמשת לייצור תרופות ועל כן חשוב למנוע מגע של זיהומים חיצוניים עם האבקה. במיוחד חשוב למנוע מגע עם מים (אשר בשילוב עם האבקה יוצרים "בוץ") וחומרים העלולים ליצור תגובות שונות עם חומרי הגלם.
4. שטח קומת הריאקטור קטן יחסית ובעל מעברים צרים. עקב זאת, מימדי המערכת צריכים להתאים למגבלות המקום.
5. המערכת תורכב ברובה ממתכת (למשל נירוסטה למניעת חלודה) אשר תאפשר הארקה של החשמל הסטטי הקיים באבקה. כל חלקי המערכת הבאים במגע עם האבקה (חביות, צינורות, דליים, מסועים, וכו') יהיו עשויים מנירוסטה.
6. המערכת צריכה להיות קלה לניקוי משאריות אבקה ומחומרי הגלם העלולים להצטבר במשך הזמן. חוסר ניקיון לא רק פוגע באיכות האבקה אלא גם מפריע לתהליך השינוע התקין.
7. המערכת תהיה כדאית מבחינה כלכלית ביחס למערכות אחרות הקיימות בשוק.
8. המערכת תהיה קלה ונוחה לתפעול עם עלויות תחזוקה סבירות.
9. מרכיבי המערכת יעמדו בתקנים פרמצבטיים (FDA).

תכונות האבקה

דילטיאזם מצוי בתרופות המיועדות למחלות לב שונות. זו אחת מהתרופות העיקריות הנמכרות בעולם המערבי וחשיבותה הכלכלית רבה מאוד.

נוסחא כימית : $C_{22}H_{26}N_2O_4S$

צפיפות נפחית : $500 \frac{kg}{m^3}$

טמפ' האבקה : 25°C
גודל גרגירים : 1.6 – 75.9 μm
האנרגיה המינימלית הדרושה להצתת האבקה : 25-40 mJ
זווית גלישה סטטית : 15°
תכונות מיוחדות : האבקה מכילה חשמל סטטי, אין להרטיב האבקה במים.

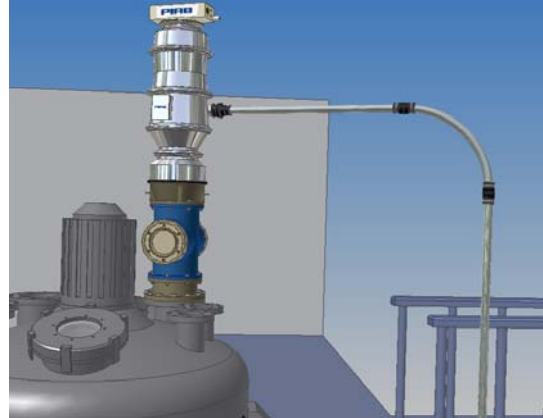
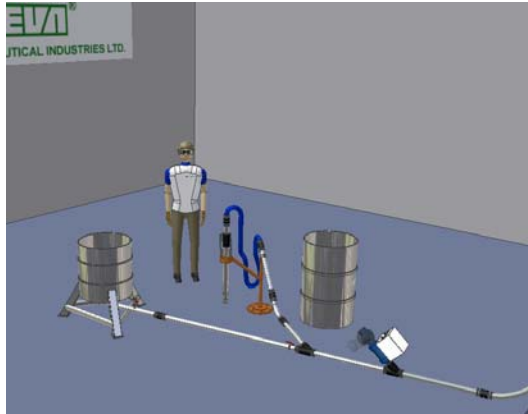
חלופות לתיכון המערכת

חלופה 1 – שינוע פניאומטי באמצעות משאבת וואקום. האבקה נשאבת בצינורות באמצעות משאבת וואקום עד לפתח הריאקטור.
חלופה 2 – שינוע פניאומטי בלחץ חיובי. זרם של גז חנקן היוצר לחץ בצינורות הגבוה מהלחץ האטמוספרי מאפשר שינוע האבקה בצינורות ישירות לתוך הריאקטור.
חלופה 3 – שינוע הידראולי דו-פאזי. ניצול משאבת ה-IPA וקו הצינורות הקיים לשינוע הנוזל אל תוך הריאקטור. זרימה תהיה דו פאזית נוזל-מוצק.
חלופה 4 – שינוע והזנה באמצעות מהפך חביות. מתקן הרמה פניאומטי עם תפסן מיוחד לחבית המאפשר הפיכת החבית ב-180° והרמתה עד לגובה פתח הריאקטור.

שיקולי בחירה : כל החלופות עשויות פלדת אל-חלד ומוארקות לאדמה לצורך פריקת החשמל הסטטי.
חלופה 1 מתאימה למרחקי שינוע נמוכים. מרחק השינוע הנדרש במפעל אביק מתאים לסוג שינוע זה. בעת הזנת האבקה אל הריאקטור יתכן ואדי IPA יעלו ויחדרו למיכל האיסוף. על כן יש לדאוג להזרמת חנקן לניקוי שאריות האבקה ומניעת כניסת אדי סולבנט.
חלופה 3 היא הפשוטה ביותר מבחינת תיכון וכן הזולה ביותר עקב שימוש במשאבה וצינורות קיימים. מערכת זו מנצלת את שינוע והזנת ה-IPA ובכך חוסכת הוספת צינורות נוספים. קיימת בעיית בקרת איכות נוזל ה-IPA בחלופה זו שכן בדיקת ריכוז המים באלכוהול מתבצעת בתוך הריאקטור.
חלופה 2 מחייבת אספקת חנקן מתמדת בהתאם לקצב השינוע. בנוסף, אבקת הדילטיאזם במצבה הגולמי הינה רעילה. במקרה של כשל באחד מצינורות השינוע, אבקה תפלט לאויר וקיימת סכנה בריאותית לעובדי המפעל. זו הסיבה העיקרית להעדפת שינוע פניאומטי בוואקום של חומרים רעילים מאשר שינוע בלחץ חיובי. עלותה של חלופה 2 הינו בסדר גודל זהה לזו של חלופה 1.
בחלופה 4 יהיה צורך לוודא ולשמור על ניקיון החביות. חלופה 4 מצריכה רכישת מספר חביות המתאימות לגודלה של המערכת.
מכל החלופות שהוצגו, חלופה 4 דורשת את המרחב הרב ביותר בסביבת הריאקטור. מהשיקולים שהוצגו לעיל נבחרה חלופה 1 לשינוע והזנת אבקת הדילטיאזם. בנוסף, יוצגו פרטים כללים על חלופה 4 כבסיס למערכת חלופית.

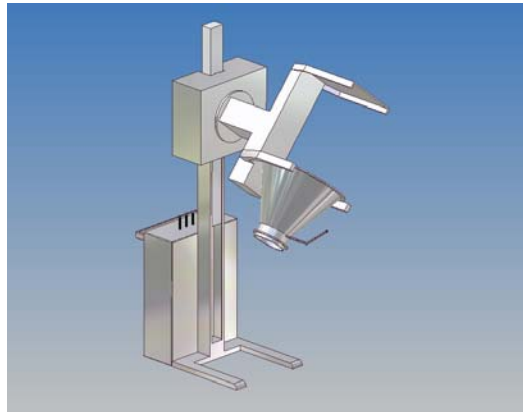
תיאור המערכות שנבחרו

- מערכת השינוע באמצעות וואקום מכילה את המרכיבים הבאים :
1. נקודת שאיבה – קיימות שתי אלטרנטיבות עבור נקודת השאיבה : שאיבה מתוך סילו נייה אשר בתחתיתו מחובר צינור השינוע וזרנוק הזנה אשר מאפשר הזנה מתוך חבית ניידת.
 2. צינורות הסעה – צינורות עשויים פלדת אל חלד מסוג ASTM 316L בקוטר 51 מ"מ. פניית קו השינוע ב-90° תעשה ברדיוס של 510 מ"מ. במערכת שתתאים למפעל אביק יש צורך בשתי פניות של 90° ופניה אחת של 45°.
 3. מיכל איסוף – כולל את יחידת החיבור בין המיכל לצינורות ושסתום תחתון לצורך פריקת האבקה אל הריאקטור.
 4. מסננים – נמצאים מעל מיכל האיסוף ומטרתם להפריד בין האבקה לזרם האויר המשנע.
 5. משאבת וואקום – לב המערכת. נמצאת מעל המסננים. המשאבה יוצרת לחץ שלילי בצינורות ומאפשרת זרימת הגז עם המוצק.
 6. מערכת בקרה – מבקרת את תהליך השאיבה ופריקת החומר.
 7. ציוד עזר – שסתומים, ווסתים, מכלי פריקה וכו'.



מערכת מהפך החביות מכילה את המרכיבים הבאים :

1. מנוף פניאומטי להרמת החבית והטייתה ב-180°.
2. חביות בנפח סטנדרטי עשויות פלדת אל חלד.
3. מערכת בקרה ושליטה על תנועת תופסן, הרמת החבית והפיכתה.
4. שסתום פריקת האבקה (Drum Funnel).
5. מתקן לתפיסת החבית בלחיצה.
6. גלגלים לניוד המערכת.



כדאיות כלכלית

למרות שמערכות פניאומטיות לרוב אינן יקרות ממרבית המערכות המכניות, עלות צריכת החשמל בתפעול המערכת עלול להיות גבוה. בעקבות זאת, חשוב להפעיל את המשאבה קרוב ככל האפשר לתנאים האופטימליים על מנת לאפשר צריכה מינימלית של חשמל. הקטנת מהירות השינוע מקטינה את צריכת האנרגיה אך חשוב לוודא שמהירות זו איננה נמוכה מהמהירות המינימלית המותרת.

מחיר המערכת הפניאומטית המוצגת בפרוייקט זה הוא בסדר גודל 30,000 יורו, מחיר הדומה למערכות פניאומטיות אחרות שהוצגו לפני-כן.

באופן כללי ניתן לומר שהמערכת הפניאומטית היא ברת יישום ותייעל את התהליך באופן משמעותי.