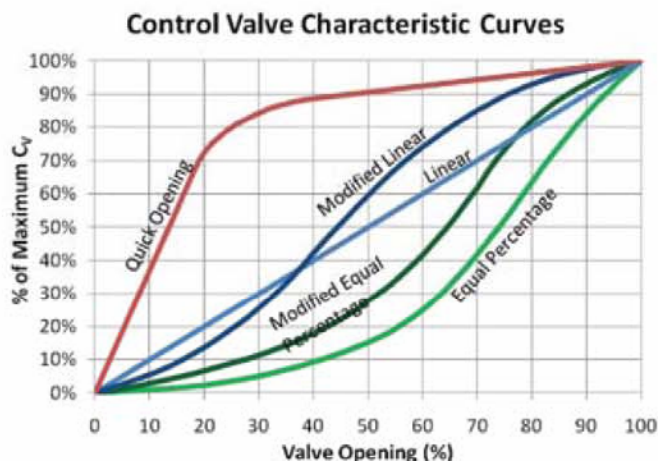


אופן שילובו של שסתום הבקרה באפליקציית הבקרה והתהליך



ניתן להגדיר גם כחוליה המכאנית המקשרת בין Plug שסתום הבקרה לבין מעגל הבקרה. נקודת הקישור בין ציר השסתום והממקם מוגדרת כמסדר התזוזה היחסית המאפשרת את העברת משב מיקומו של ה- Plug לצורך תיקון מהלך השסתום, יחסית לתהליך. הממקם האמור דורש מקור אספקת אוויר חיצוני אשר יסייע למפעיל הפנאומטי להתאים את הכוח הדרוש לשליטה על התהליך.

בחירה לאנכונה של השסתום תגרום לבקרה ולשליטה גרועים על הנוזל וכן לבלאי מואץ של חלקי המכלול "הרטובים" דוגמת סגר ותושבת המוגדרים כ- Trim שמשמע הגבר K גבוה. שסתום גדול מדי לספיקה יעביר את מלוא הספיקה במהלך קטן יחסית ובכך יקטין בהרבה את תחום הויסות



Globe 21000 Masonellan

של השסתום. התוצאה תהיה שחיקה גבוהה ובלאי מואץ של הסגר אל מול התושבת וכן תנודתיות תהליך הויסות. לעומת זאת שסתום קטן מדי לספיקה יצריך פתיחה מלאה של השסתום, פתיחה שתגרום להפרש לחצים נמוך יותר ואפשרות אובדן יכולת הבקרה.

תפקידו של הממקם (POSITIONER)

בתהליכים המחייבים הכטנה של זמני הפיגור וההשהיה (תגובה דינאמית מהירה) והגברת כוחות כנגד החיכוך הקיים באטם הציר, ישולב מעגל הבקרה עם ממקם השסתום. את הממקם

שמואל לסמן*

הגישה המסורתית לחישוב גודלו של שסתום הבקרה מסתמכת על מספר רב של משתנים עליהם ניתן את הדעת במאמר זה.

מבנה השסתום

את שסתום הבקרה ניתן לחלק לשלושה רכיבים עיקריים: גוף השסתום, מפעיל פנאומטי וממקם-Positioner.

גוף השסתום ומכלול האיטימה (Valve Trim) מוגדרים כגורם הישיר לוויסות ולשם שליטה על מעבר הזורם דרך חתך התושבת. המפעיל הפנאומטי יזוהה כממיר אות הבקרה Output Signal המגיע מהבקר לכוח הדרוש לסגירת השסתום או לצורך קירוב/הרחקה של הסגר הצורתי Plug Valve.

הגדרתו המדויקת של שסתום הבקרה תהיה: המרה של אות הבקרה הנשלח מן הבקר Controller לכוח הפעלה לשם שליטה או בקרה לאורך זמן בצורה קבועה וללא שינוי. ובנוסף משמש שסתום הבקרה כאביזר אוגר ומשחרר אנרגיה בהתאם לדרישה לפי עיקרון של שינויי הפרש לחצים. בתכנון מערכת הבקרה על זורמים, בחירה נכונה של השסתום תהיה לעיתים הבעיה הקשה והמורכבת ביותר.

* הכותב הינו מנהל שיווק והנדסה תחום שסתומים ובקרה בקונטאל אוטומציה ובקרה

- מים וחקלאות - מתקני טיהור וניטור נתרן וכלורידים
- שפכים ומכני טיהור - טיהור שפכים תעשיית וניטור מלחים

שוק שסתומי בקרה בישראל - רשימה חלקית

שסתומי הבקרה מהווים חלק בלתי נפרד מהתעשייה. נוכל לזהותם בתעשיות העיקריות:

- תעשייה כימית ופטרוכימית
- אנרגיה חברת חשמל
- תעשיית נייר
- מתקני התפלת מים
- הולכה והפחתת לחצים - מערכות גז טבעי
- מזון מחלבות מפעלי משקאות קלים

בחירת שסתום הבקרה

לצורך בחירת שסתום הבקרה יש לאפיין את הנתונים כמובאים מטה:

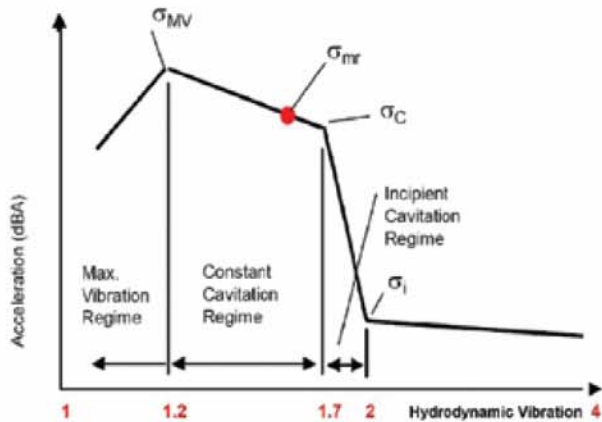
א. קביעת נתוני התהליך:

מהו הזורם (נוזל, גז, דו פאזי?)
לחצי הכניסה והיציאה (הפרש לחצים)
טמפרטורה.

ספיקה מבוקשת - יחידות מדידה

משקל סגולי - צפיפות MW, molecular weight

שסתומי בקרה



(Sigma Valve and Piping) σ_V - Valve Sigma
 σ_S Service (Sigma Service)
 σ_i Incipient Cavitation
 σ_C Constant Cavitation
 σ_{MV} Maximum Vibration Cavitation

סיכום

כל שסתום בקרה יותאם באופן פרטני לצורך עמידותו של מכלול האטימה והוויסות (Valve) בתנאים כדוגמת: שחיקה, טמפרטורה, קורוזיה, הבזקה (Flashing) ובתנאי קוויטציה בנוסף יש להתייחס לדרישות דרגות האטימה לפי סטנדרט FCI 70-2.

קביעת גודלו של שסתום הבקרה והתאמתו לתהליכי הבקרה הדרושים תשפר מאוד את טיב הוויסות, תחסוך בעלותו הראשונית ותמנע בלאי מואץ של מכלול השסתום (Trim) ושאר החלקים הרטובים.

קביעת נתוני התהליך וקביעת נתונים לבחירה סופית של שסתום הבקרה הינה אבן דרך חשובה לאין שיעור בהתאמתו ואופן שילובו של שסתום הבקרה באפליקציית הבקרה והתהליך. ■

קיימים מספר רב של אופייניים כאשר הנפוצים ביותר: Linear and Equal Percentage. התרשים המובא מטה מדגים את המגוון הרב העומד לרשות המתכנן.

עמידות בתנאי הקוויטציה

את הקוויטציה נגדיר כמעבר של חלק מהזורם המוגדר כפאזה נוזלית אל פאזה האדים תוך האצת המהירות דרך חתך תושבת השסתום. רתיחת הנחל

(vena contracta) תגרום להופעת בועות אדים אשר יקרסו במורד הזרם בעת חזרתם לפאזה הנוזלית תוך הפעלת לחץ נקודתי גבוה שיגרום לבלאי גבוה, מטרדי רעש ורעידות במכלול האטימה. כמובא בתרשימים מטה.

SIGMA - CAVITATION INDEX

לצורך אפיון וחישוב דרגות הקוויטציה ולהתאמת מכלולי השסתום פותח ערך ה-Sigma Cavitation Index באמצעות הנוסחה:

$$\sigma = (P_o - P_v) / (P_i - P_o)$$

כאשר P_o מגדיר את לחץ הציאה, P_i מגדיר את לחץ הכניסה, P_v מגדיר את לחץ האדים.

כמו כן נקבעו 5 דרגות עומק הקוויטציה כמובא מטה.

σ_{mr} - Manufacturers Recommended Sigma (Sigma Valve)

.Of rated Cv

במקרים מיוחדים ניתן לקבל את השסתום גם בדרגות אטימה Class V ומעלה עד ל - Bubble Tigh Shut Off

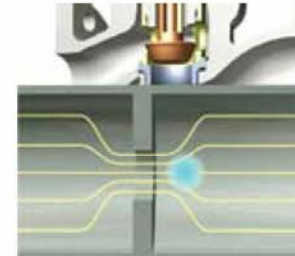
השסתום במערכת הבקרה CONTROL VALVE CONTROLLABILITY

קיימים מספר פרמטרים שרמת דיוקם תשפיע באופן ישיר על איכות הבקרה והם: Capacity, Variability, Dead Band, Stroking Time, Valve response time, Rangeability, Resolution, Gain, Characteristic.

הפרמטרים לבחירת שסתום הבקרה

הפרמטרים שייסיעו לנו לבחירת שסתום הבקרה מתייחסים ל: ספיקה, אופייני הזרימה והתייחסות לעמידות בתנאי קוויטציה.

בהתייחס לספיקה יש להגדיר את ערכי ה-Cv - קרי



קוטר צנרת כניסה וציאה צמיגות לחץ קריטי, לחץ האדים בחישוב לגזים יש להקליד בנוסף את הנתונים: Z, compressibility factor K, Ratio of specific heats

ב. קביעת נתונים לבחירה סופית של השסתום:

ערך ה-Cv המחושב (מקדם השסתום). אופייני מבוקש Equal Percentage, Linear ואחרים אחוזי מהלך פתיחת השסתום. מפלס גובה הרעש dBA

מהירות הזרם ביציאה מהשסתום (יחידות f/s or m/s) בעבור נוזל וביחידות Mach למדיום גז)

חשיבות רבה יש להקדיש לסעיף זה האחראי באופן ישיר לריסון ערך הרעש והקטנת השחיקה. מיקום ואוריינטציה של השסתום יחסית לצנרת.

אופי הזרם ביציאה מהשסתום (עמידות ה-Trim מול תופעות Flashing, חישוב ה-Sigma

עבור נתוני Cavitation ועוד)

התאמת סוגי השסתומים בהתאם לתנאי התהליך. בהתאם לתוכנת Valspeq Dresser Masoncilan.

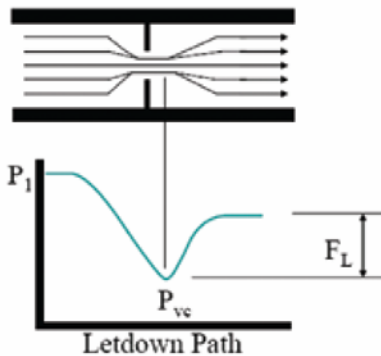
הגרסה האחרונה ניתנת להורדה ללא תמורה לפי הקישור; [Http://www.masoncilan.com](http://www.masoncilan.com)

אפיון אכיות שסתום הבקרה

כל שסתום בקרה יותאם באופן פרטני לצורך עמידותו של מכלול האטימה והוויסות (Valve) בתנאים כדוגמת:

שחיקה, טמפרטורה, קורוזיה, הבזקה (Flashing) ובתנאי קוויטציה בנוסף יש להתייחס לדרישות דרגות האטימה לפי סטנדרט FCI 70-2.

דרגת האטימה הסטנדרטית במרבית דרישות נתוני התהליך מוגדרת כ-Class IV או 0.01%



הטבעי תלי בצורתו הגיאומטרית של ה-Plug ומיקומו ביחס לתושבת ולשליטתו המושלמת על הספיקה.