

קריטריונים לבחירת אל-חוזר



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

קריטריונים לבחירת אל - חוזר

תוכן עניינים:

3.....	השוואת תכונות וביצועים בין שסתום אל חוזר.
9.....	קריטריונים לתכנון ולבחירת שסתום אל חוזר.
17.....	תכונות דינאמיות של שסתום אל חוזר CHECK - VALVE.
27.....	הפחתה של צריכת אנרגיה על ידי בחירת השסתום.
37.....	קויטציה בשסתומים.
41.....	שסתום אל חוזר עם כרית שמן.
45.....	שסתום אל חוזר SWING - FLEX.
55.....	דו"ח בדיקת שסתום אל חוזר.
59.....	דו"ח בדיקה להוכחת ביצועים של שסתום אל חוזר.



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

השוואת תכונות וביצועים בין שסתום אל חוזר Val-Matic® Swing-Flex® לבין שסתומים אל חוזרים קיימים

www.iml.co.il



מבין השסתומים האל חוזרים, שסתום אל חוזר מאליו מסתובב (Swing Check Valve) (עם או ללא משקולת קפיץ ומנוף) הוא השסתום הנפוץ ביותר בשימוש בתעשייה שלנו. הטכנולוגיה של שסתום זה נוצרה כבר במאה ה-19 ושורשיה נעוצים באקוודוקטים הרומיים המוקדמים. מאה שנות קידמה טכנולוגית הביאו את אור החשמל, המכונות, הטלפון ואת השסתום האל חוזר מאליו המתקדם Swing-Flex®. התכנון ותכונות הביצועים המעולים של Swing-Flex® מציבים את Swing-Flex® כבחירה המובנת מאליה ליישומי מים וקולחין ברשויות עירוניות ובתעשייה. השסתום מומלץ בביטחון לשימוש בבוצה, מים עכורים, חומרים מאכלים, שוחקים וליישומי זרימה אנכית.

השוואה בין תכונות התכנון של שסתום אל חוזר מאליו מסתובב קיים לבין שסתום אל חוזר מאליו Swing-Flex® מפורטת להלן:

- שני השסתומים הם מסוג שסתום אל חוזר מאליו מסתובב.
- שני השסתומים מסוג גוף מלא בעל אוגן.
- שני השסתומים כוללים שטח זרימה בלתי מוגבל של 100%.
- שני השסתומים מציעים יכולות זרימה לאחור. שסתום האל חוזר מאליו המסתובב הקיים מנצל את המנוף שבו לפעולות זרימה לאחור. הזרימה לאחור מתבצעת על ידי תמיכת המנוף בלוח, במוט וכדומה. שסתום Swing-Flex® מצויד בהתקן זרימה לאחור המתוכנן במיוחד למטרה זו.
- שני השסתומים מציעים חיווי מצב פתוח/ סגור.

שסתום האל חוזר מאליו המסתובב הקיים מציע חיווי חזותי באמצעות המשקולת/ קפיץ ומנוף שבו. באם השסתום אינו מצויד במשקולת/ קפיץ ומנוף, אין כל חיווי חזותי. שסתום Swing-Flex® מציע חיווי פתוח/ סגור מכאני וכן מתג איתות תואם SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) (פיקוח בקרה ורישום נתונים).

עד לנקודה זו, שני השסתומים דומים למדי, אך מנקודה זו ואילך, קיימים הבדלים משמעותיים. שני השסתומים מצהירים על פעולת סגירה ללא טריקה השיטות בהן כל שסתום משיג את הסגירה ללא טריקה שונות בתכלית, כמו גם ההשפעות הנובעות מכך על הסגירה ועל יעילות הזרימה.

■ פעולת הסגירה של שסתום אל חוזר מאליו מסתובב קיים בעל מנוף ומשקולת.

בגלל המהלך הארוך של המדף, בין 65 – 90 מעלות, יש לשסתום אל חוזר מאליו מסתובב נטייה להיטרק. באם מניחים למדף של השסתום להיסגר מעצמו, המדף מעצם אופיו לא ייסגר לפני שתתרחש זרימה לאחור. זה גורם לגאוויות בקו הנגרמות על ידי ההפסקה הפתאומית של הזרימה לאחור בזמן שהמדף נטרק למצב סגור. הדרך לצמצם את הטריקה ואת הגאוויות הנובעות ממנה היא להעביר את המדף ממצב פתוח למצב סגור מהר ככל האפשר. זה תפקיד תנועות עצירת התנודה של המשקולת והמנוף. המשקל המוגבר מקצר את מהלך המדף בכך שאינו מאפשר למדף להגיע למצב פתוח לגמרי ומגביר את מהירות הסגירה של המדף. מהירות הסגירה המוגברת מקטינה את הזרימה לאחור ומצמצמת בכך את הים הים הנוצר על ידי העצירה הפתאומית של הזרימה לאחור.

■ תופעות לוואי שליליות של תכנון זה.

לתכנון זה שתי תופעות לוואי שליליות הנגרמות על ידי תכנון המשקולת והמנוף. ראשית, המשקל הנוסף מאלץ את המדף להיכנס בכוח לזרם ויוצר חסימה של נתיב הזרימה הטבעי, הגורם להטיית הנוזל סביב המדף. החסימה מגבירה במידה ניכרת את הפסד העומד הנוצר על ידי המערבולת המוגברת והקטנת אזור הזרימה. ההשפעה השלילית השנייה היא התנועה המוגברת של המדף. זו מופיעה מפני שהמשקל הנוסף אינו מאפשר למדף להגיע למצב פתוח לגמרי ולהתייבב כלפי מעצור הגוף. המדף נתון לתנועה בזרם, הגורמת לבלאי מוקדם ולכשל השסתום בסופו של תהליך.

■ פעולת הסגירה של שסתום אל חוזר Val-Matic Swing-Flex®

שסתום Swing-Flex® משיג סגירה ללא טריקה על ידי קיצור המהלך ללא כל תופעות לוואי שליליות מובנות. המהלך הקצר מתוכנן בתוך השסתום על ידי ניצול תושבת מוטה בזווית של 45 מעלות. המהלך בן 30 מעלות הנובע מכך קצר ואינו מגיע למחצית המהלך של שסתום אל חוזר מסתובב אופייני. גם מהירות המדף מוגברת על ידי פעולת זיכרון התנועה של המדף המחוזק הנתון במעטפת. תכונות תכנון אלה מספקות זמן סגירה מקוצר וסגירה ללא טריקה. ייצוב המדף מסופק על ידי מהלך מדף קצר וקימור גוף מוחלק, המבטיחים שהמדף ייוצב כלפי מעצור בגוף בכל זרימה, למעט זרימה חלשה מאד. ■ שסתום Swing-Flex® מציע תחזוקה נמוכה ואמינות

■ תחזוקת שסתום Swing-Flex®

קלות התחזוקה מתאפשרת על ידי ניצול חלק נע יחיד, המדף המחוזק הנתון במעטפת. אין צורך להתמודד עם פיני צירים מרכזיים, מיסבים, צירים מכאניים, מנגנוני קשירה, מילוי או פיני גזירה היות וקיים רק מדף Memory-Flex™.

■ אמינות Swing-Flex®

האמינות מסופקת על ידי ייצור מדף המכיל חיזוקי פלדה במרכז הדיסק וציר מרכזי ביחד עם חיזוק מעטפת ניילון כפולה לעבודה מאומצת בחלק המתנועע של המדף. בדיקה "להוכחת תכנון" של השסתום נערכה כדי לאשר את אמינות המדף. השסתום נבדק במחזורים של מיליון פעמים על ידי מעבדת בדיקה עצמאית. בסיום הבדיקה, מעבדת הבדיקה העצמאית אישרה, כי לא נמצאו כל ראיות לבלאי, היסדקות או קריעה במדף והשסתום נותר אטום ללא כל דליפות במשך כל הבדיקות ההידרוסטטיות (דו"ח הבדיקות יימסר לפי בקשה). בהתבסס על תכנון מוכח זה, חברת Val-Matic החילה אחריות ל-25 שנים על החלק המתנועע של מדף השסתום.

■ שסתום Swing-Flex® מציע תושבת אטומה לחלוטין כתקן.

ניתן לספק שסתום אל חוזר מסתובב עם תושבת מתכת על מתכת (תקני) או תושבת גמישה (לפי בחירה). שסתומים אלה בנויים למלא דרישות תקן MSS Standard SP-71 או ANSI/AWWA Standard C508.

תקן MSS Standard SP-71 קובע בפסקה 7.3 את האמור להלן: 7.3 שיעור הדליפה המרבי המותר יהיה 40 מיליליטרים לשעה, לכל אינץ' של גודל שסתום נומינאלי.

תקן ANSI/AWWA C508 קובע בפסקה 5.2.2.3 את האמור להלן: 5.2.2.3 הדליפה המרבית המותרת תהיה 1 fl. Oz (30 מ"ל)/שעה/אינץ' של גודל שסתום נומינאלי או קוטר פנימי של טבעת התושבת בשסתומים הבנויים מתכת על מתכת. בפסקה 5.2.2.4 ממשיך תקן ANSI/AWWA Standard C508 לקבוע: 5.2.2.4 בשסתומים בעלי תושבת גמישה לא תופיע דליפה מעבר לתושבת. דרישה זו חלה על לחצים נמוכים (psi 43) וגבוהים (psi 200) כאחד. שסתום Swing - Flex® עולה על הדרישות החלות על תושבת מתכת על מתכת ותואם במלואן את הדרישות החלות על שסתום בעל תושבת גמישה של תקן ANSI/AWWA Standard C508, בלחץ גבוה ונמוך כאחד.

■ רק שסתום Swing - Flex® מציע ציפוי גומי המאפשר פעילות עם חומרים מאכלים. ציפוי גומי אינו אפשרי בשסתום אל חוזר מסתובב קיים בגלל מספר החלקים הנעים הכלולים בשסתום. שסתום Swing - Flex® תוכנן להכיל ציפוי. הגופים מברזל יציקה של השסתום האל חוזר הקיים ושל שסתום Swing - Flex® מתאימים להזרמת מי שתייה וקולחין של שירותים עירוניים ותעשייה. אך כאשר הנוזל המוזרם מאכל מאוד, נדרשת הגנה על ברזל היציקה. כאשר גוף שסתום Swing Flex® מצופה, הציפוי מחפה את כל החלק הפנימי ואינו משאיר כל מתכת חשופה. יכולת הציפוי בשילוב עם המדף המצופה כולו מספקים שסתום מתאים היטב ליישומים מאכלים.

■ רק שסתום Swing - Flex® מציע נתיב זרימה חלק וציפוי גומי להזרמת נוזלים מאכלים. הודות לנתיב הזרימה החלק בשסתום Swing - Flex® עמידות הגוף מברזל יציקה טובה בהרבה מגוף שסתום אל חוזר הקיים. עמידות זו הוכחה על ידי גורם עצמאי, בניסויי יישומים של אפר ארובות שוחק מאד כאשר שסתומים אל חוזרים Swing - Flex® ללא ציפוי החליפו שסתומים אל חוזרים מסתובבים קיימים (דו"ח של צד ג' יוצג לפי בקשה).

איפיון שסתום אל חוזר

שסתום אל חוזר Val-Matic Swing-Flex®

לעומת שסתום אל חוזר מסתובב קיים

שסתום אל חוזר מסתובב קיים	Val-Matic® Swing-Flex®	תכונה
לא ¹	כן	הפסד עומד/ סגירה ללא טריקה
כן	כן	יכולת זרימה לאחור
לא	כן	יכולת ציפוי בגומי
25-10	אחד	מספר החלקים הנשחקים
לא	כן	תחזוקה נמוכה
כן	כן	חיווי פתוח/ סגור
לא	כן	תואם SCADA
לא ²	כן	סגירה מוחלטת
כן	כן	מחיר תחרותי
לא	כן	בדיקה בלתי תלויה במיליון מחזורים
לא	כן	אחריות לדיסק למשך 25 שנים ³
כן	כן	יישום במים/ בקולחין
כן	כן	יישום בבוצה
לא ⁴	כן	יישום בחומרים שוחקים
לא	כן ⁵	יישום בחומרים מאכלים
לא	כן	יכולת זרימה אנכית
כן	כן	תואם תקן AWWA C508

4. חומרים שוחקים יגרמו בלאי ניכר לציפוי הארד ובעקבותיו לכשל מוקדם.
5. כאשר המפרט כולל ציפוי בגומי לפי בחירה.

1. העמסת משקל מספיק על המנוף, המקצרת את המהלך, מאפשרת השגת סגירה ללא טריקה. אולם, קיצור המהלך מציבה את המדף בתוך הזרימה וגורמת להגדלה ניכרת של הפסד העומד.
2. שסתום Swing-Flex® מסופק תמיד עם תושבת גמישה. עצירת התנועה מסופקת תמיד בתושבת מתכת על מתכת.
3. אחריות חברת Val-Matic® והתרופות הכלולות בה ניתנת ל- 25 שנים ומכסה את החלק המתנועע של המדף.

לקבלת מידע נוסף על שסתום אל חוזר מאליו Val-Matic® Swing-Flex®, עיינו בעלון Val-Matic® מס' 500. שסתום חוזר מאליו Val-Matic® Swing-Flex® לעומת שסתום חוזר מאליו כדורי זכויות יוצרים © Val-Matic Valve and Mfg Corp. שינוי גרסה: 16 באוגוסט, 2004 תאריך: 17 אוקטובר, 1991, שרטוט מס' SS-912 VAL-MATIC VALVE AND MANUFACTURING CORP.





ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

קריטריונים לתכנון ולבחירת שסתום אל חוזר

www.iiml.co.il

קריטריונים לתכנון ולבחירה של שסתומים אל חוזרים

1. הקדמה

"שסתום אל חוזר מסתובב (Swing Check Valve) מחזיק עדיין בנתח גדול של השוק, למרות שקיימים סוגים רבים נוספים של שסתומים המהווים שיפור לעומת השסתום הסובב."

Ronald C. Merrick P.E.,
מדריך לבחירה ולמפרט שסתום
(Valve Selection and Specification Guide)
(New York, Van Nostrand
Reinhold Press, 1991) עמ' 259

הצהרות ספורות בכתובים על שסתומים אל חוזרים נכונות או נכתבו בלשון המעטה כפי שניסח זאת מר מריק. מתכנן מפרט לפני שמונים שנים היה צריך רק לקחת מפרט של שסתום אל חוזר סובב תקני ולהוסיף אותו לתוכניות המערכת, ללא קשר ליישום. הביקוש הגובר כיום ליעילות ולתלות הדדית מחייב את המהנדס לנקוט משנה זהירות בבחירת שסתום מתוך המבחר הרחב הזמין. אך איזה שסתום יש לבחור ליישום נתון? האמור להלן פותח במטרה לסייע למהנדס לזהות ולהגדיר את הקריטריונים לבחירת שסתום אל חוזר.

2. הקריטריונים של הבחירה

יש להתייחס לארבעה נושאים בבחירת שסתום אל חוזר: מאפייני אי-טריקה, מאפייני הפסד עומד, עלות ויישום. בין שלושה הנושאים הראשונים קיים קשר גומלין הדוק. ניתן לבטא זאת כך:

קריטריונים לתכנון ולבחירה של שסתומים אל חוזרים נכתבו כדי לסייע למהנדס או למשתמש בבחירת שסתום אל חוזר ליישום מסוים. מאמר זה אינו דן בגורמים ובהשפעות של הלם אוויר, גאות או הפסד עומד. מאמרים וספרים מצוינים רבים מוצעים כיום ומכסים נושאים אלה. המסמך אינו מתכוון גם לשפוט איכות או ביצועים של סוג שסתום אל חוזר מסוים או יצרן של שסתום אל חוזר. מאמר זה מנסה לזהות קריטריונים שראוי לשקול ומסייע לקורא לאמוד את חשיבותם בבחירת שסתום אל חוזר.

תוכן עניינים

1. הקדמה

2. קריטריוני הבחירה

3. מאפיינים של אי-טריקה

א. זמן סגירה

1. סגירה מהירה

א. מהירות הזרימה לאחור

ב. סיוע מכאני

ג. אורך מהלך המדף

2. סגירה איטית

ב. מהלך המדף

4. הפסד עומד

א. הפחתת הפסד עומד באמצעות תכנון

1. תכנון הגוף

2. תכנון המדף

5. עלות

א. צריכת אנרגיה

ב. עלויות תחזוקה

6. בחירה

שקול שלושה חלקים השווים לשלם, כאשר $x =$ מאפייני הפסד העומד, $y =$ מאפייני אי-טריקה ו- $z =$ עלות.

$$x + y + z = 100$$

באם נוסיף תוספת ל- x במשוואה נצטרך להפחית סכום זהה מ- y או מ- z , או משילוב ביניהם. לכן, ככלל אצבע, תכנון שסתום אל חוזר דומה למשוואה. למהנדס התכנון נתונות שתי גישות: (1) לתכנן שסתום המתחשב בכל שלושה הגורמים באופן שווה; או (2) מדגיש קריטריון אחד או שניים. מימוש שתי הגישות יצר מגוון של תכנוני שסתומים, המאפשר למתכנן המפרט לבחור שסתום תפור לקריטריון הבחירה הרביעי, היישום. הבנה טובה של כל אחד מהקריטריונים תסייע למתכנן המפרט לבחור את השסתום הטוב ביותר ליישום נתון.

3. מאפיינים של אי-טריקה

קיימים שני קריטריונים עיקריים המשפיעים על פוטנציאל הטריקה של שסתום ועל יצירת גאות. אחד הוא משך הזמן הנדרש לשסתום להיסגר. השני הוא הדרך בה המדף נע ממצב פתוח למצב סגור. א. זמן סגירה עם סגירת המשאבה, מומנטום התנועה קדימה, או מהירות הזרימה פוחתים. לאחר שהזרימה נפסקת, מתחילה זרימה לאחור. בכפוף לתנאי המערכת, היפוך הכיוון יכול להתרחש במהירות רבה, תוך גידול מהיר של מהירות הזרימה. ככל שהזרימה לאחור נמשכת ללא הפרעה, תתגבר גם מהירות (מומנטום) הזרימה. באם הזרימה לאחור (1) נמשכת ומאפשרים למומנטום להתגבר; וכן (2) נעצרת בפתאומיות, תתרחש טריקה (הלם מים) וכתוצאה מכך גאות בלחץ. כדי למנוע תרומה לטריקה ולגאות, על השסתום להיסגר מהר מאוד או לאט מאד. באם השסתום נסגר במהירות גבוהה דייה, שסתום אל חוזר יכול לבטל את הזרימה לאחור ולהפחית את הטריקה והגאות למינימום. שסתומים אל חוזרים שקטים ידועים בזכות יכולתם לעשות זאת. אך לעתים קרובות, סגירה מהירה של השסתום אינה מבטלת את הזרימה לאחור אך מקיימת מומנטום (מהירות) מינימאליים ומפחיתה את הטריקה והגאות למינימום. סגירה איטית של השסתום מאפשרת לזרימה לאחור לצבור מומנטום אך מונעת הפסקה פתאומית. גם פעולה זו תפחית את הטריקה והגאות הנלווית למינימום.

שלושה גורמים ישפיעו על מהירות הסגירה של שסתום אל חוזר. הגורם הראשון הוא מהירות הזרימה לאחור. השני, הוא השימוש בסיוע מכאני בצורת קפיצים, משקולות ומנופים, כריות ועוד. השלישי הוא אורך מהלך המדף, או מהו המרחק שעל המדף לעבור כדי להגיע למצב סגירה.

א. מהירות הזרימה לאחור כפי שצוין לעיל, לא מומלץ לאפשר לזרימה לאחור לסגור את השסתום, היות וזה יגרום לטריקה ולגאות. באם הטריקה והגאות מהווים בעיה, יש למנוע מצב זה.

ב. סיוע מכאני ניתן לקבל סגירה מהירה של שסתום אל חוזר על ידי שימוש בקפיצים, משקולות ומנופים וכדומה. שני סוגים של שסתום אל חוזר, שסתום שקט ושסתום בעל מדף כפול (המכונה לפעמים דלת כפולה) כוללים קפיצים בתכנון המקורי שלהם. במשך השנים נוספו לשסתומים אל חוזרים סובבים קפיצים, משקולות ומנופים וכדומה, כדרך להתגבר על נטיית השסתומים להיטרק. השימוש בסיוע מכאני לסגור את השסתום במהירות יצליח, ברמות שונות, בתלות בשסתום. אולם הסגירה מבוצעת לעתים קרובות על חשבון היעילות, היות והמערבולות והפסד העומד מתגברים ובמקרים אחדים במידה ניכרת.

ג. אורך מהלך המדף לאורך מהלך המדף או למרחק שעל המדף לעבור כדי להגיע למצב סגור חשיבות מיוחדת. מובן מאליו, כי ככל שהמהלך קצר יותר, תואץ מהירות הסגירה של השסתום. שסתומים בעלי מדפים מתוכננים לנוע בתנועה ליניארית 1 (שסתומים אל חוזרים שקטים) מספקים בדרך כלל מהלך קצר. אורך המהלך יכול להשתנות מ- 35 מעלות עד 90 מעלות בשסתומים בעלי מהלך לא-ליניארי. 1. מהלך קצר יותר בשסתום לא ליניארי מושג בדרך כלל על ידי הנחת התושבת בזווית של 45 - 55 מעלות, המקצרת את המרחק שעל המדף לעבור כדי להגיע לתושב. באם הגיאומטריה של הגוף מתוכננת לספק זרימה מלאה, ביחד עם נתיב נטול מערבולות, תכנון זה יספק שילוב טוב של מאפייני מניעת טריקה עם הפסד עומד נמוך.

2. סגירה איטית כאמור לעיל, שסתום המתוכנן לסגירה איטית יאפשר למומנטום (מהירות) של הזרימה לאחור להתגבר. בתרחיש זה, מחושבת מהירות הסגירה של השסתום ומבוקרת, כדי למנוע טריקה וגאות. בנסיבות רבות, הבקרה נדרשת רק ל- 10% האחרונים של מהלך המדף. ברור, כי אורך מהלך המדף ישפיע על המהירות, כפי שקורה בשסתום הנסגר במהירות. קיימות דרכים אחדות לשלוט במהירות הסגירה של שסתום האל חוזר הנסגר לאט ובכללן, מיכל ערבול שמן, מאגר שמן, כריות ומפעילים חשמליים ועוד. על מתכנן המפרט לפעול בשיתוף הדוק עם יצרן השסתום, כדי לקבוע מהו השסתום הטוב ביותר ומהי שיטת הבקרה הטובה ביותר ליישום.

ב. מהלך המדף המדף בשסתום האל חוזר נע באחת משתי דרכים בסיסיות. התנועה השכיחה ביותר היא התנועה שאינה ליניארית. השנייה היא התנועה הליניארית. שסתומים אל חוזרים הפועלים בתנועה לא ליניארית מצוידים בציר מרכזי ממנו המדף סובב או מתנדנד. הציר המרכזי ממוקם בחלק העליון (Swing-Flex Check), במרכז (מדף כפול), או מוסט אקסצנטרית (מדף נטוי). בשסתום אל חוזר הפועל בתנועה ליניארית (שסתום אל חוזר שקט) המדף מתיישר בקו אחד עם התושבת. המדף נע בקו ישר ממצב פתוח לסגור. בשסתום אל חוזר בו המדף נע ליניארית, אחוז הזרימה יהיה שווה לאחוז המהלך של המדף. אחוז פתוח = אחוז שטח הזרימה הבאם המדף בשסתום פתוח בשיעור 5%, גם שטח הזרימה דרך התושבת יהיה 5%.

כאשר השסתום מגיע למצבו הסגור, קיימת זרימה לאחור מינימאלית לסגור את השסתום בטריקה. כעת חשבו על שסתום עם מהלך לא ליניארי. על פי התכנון הלא ליניארי, מיקום המדף אינו שווה לשטח הזרימה. הדבר נכון במיוחד בשלבים הסופיים של מהלך המדף לפני הסגירה. כאשר המדף פתוח בשיעור 5%, שטח הזרימה יכול עדיין להיות 20% - 30%. כלומר, בעת הסגירה עדיין קיימת זרימה לאחור בנפח גבוה שתסגור את השסתום בטריקה בכוח משמעותי.

לסיכום, ניתן לקבוע, כי אורך מהלך המדף ביחד עם סוג מהלך המדף שווה לפוטנציאל שסתום אל חוזר להיסגר בטריקה.

4. הפסד עומד

להפסד העומד קיימים שני נתונים. הראשון, כל השסתומים האל חוזרים יוצרים הפסד עומד והשני, הפסד עומד עולה כסף למשתמש על ידי צריכת אנרגיה מוגדלת של המשאבות. החשיבות של הפסד העומד משתנה. במערכת חלוקה הפועלת בלחץ זהו נושא בעל חשיבות ניכרת. במערכת איסוף שופכין בגרוויטציה, חשיבותו מועטת.

א. הפחתת הפסד העומד על ידי תכנון שלושה גורמי תכנון משפיעים על מידת הפסד העומד שיווצר על ידי השסתום והם, סך כל שטח הזרימה דרך הגוף, הגיאומטריה של הגוף וסוג פעילות הגומלין של הדיסק עם הזרימה.

1) תכנון הגוף כדי למנוע הפסד העומד, על סך כל שטח גוף השסתום, פחות המרכיבים הפנימיים להיות שווה, או מעט גדול יותר מקוטר הצינור המחובר אל השסתום. הגיאומטריה של הגוף חשובה באותה מידה. תכנון שיוצר מערבולות בזרימה יוצר בכך הפסד העומד. על התכנון למנוע שינויים חדים בכיוון הזרימה והגוף צריך להיות בעל קימור המאפשר לזרימה לזרום בנתיב ישר וחלק ככל האפשר. גופים מוארכים או דמויי כדור יעילים במיוחד, היות והם מחזירים את הזרימה למצב תקין בהדרגה.

2) תכנון המדף הפסד העומד ומדף של שסתום אל חוזר מזכירים את הקלישאה המוכרת על נדל"ן: מיקום, מיקום, מיקום. באם המדף ממוקם בזרימה הוא ייצור הפסד העומד.

בסגירה מהירה, ישפרו קפיצים, משקולות ומנופים וכדומה את מאפייני אי-הטריקה של השסתומים. אולם, השיפור מושג על חשבון הפסד העומד. הכנסת מנוף ומשקולת ו/או קפיץ בשסתום אל חוזר בעל מדף סובב מאלצת את המדף להיכנס לתוך הזרימה, מה שיוצר מערבולת והפסד עומד. באם הטריקה והפסד העומד הם שיקולים חשובים ורצוי שסתום מהסוג המכיל מדף סובב, מוטב לקצר את המהלך על ידי הנחת התושבת בזווית של 45 מעלות (Swing Flex) במקום בזווית האופיינית של 90 מעלות. זה יאפשר למדף לרכב מעל לזרם במקום להיות מוכנס בכוח לתוך הזרם, תוך אספקת תכונות טובות נגד טריקה.

באם בוחרים בשסתום אל חוזר שקט בזכות תכונות אי-טריקה מעולות, על מתכנן המפרט לשקול את תכנון הגוף. האם הגוף מוארך לאפשר זרימה מלאה? האם יש בו קימורים המבטיחים מינימום מערבולות?

כפי שעולה מהדברים האמורים, בחירת שסתומים אל חוזרים כרוכה בשיקולים של תן וקח. על מתכנן המפרט לשקול את החשיבות של כל קריטריון בחירה להגיע לבחירה מלומדת של סוג השסתום המתאים ביותר ליישום. לאחר הבחירה, צריך לסקור את התכנון של יצרנים שונים, כדי להבטיח קבלת השסתום הטוב ביותר הקיים.

5. עלות

על מנסח המפרט לבחון לא רק את מחיר הרכישה הראשונית אלא גם שני גורמים נוספים: עלות צריכת האנרגיה של המשאבות בגלל הפסד העומד ועלויות תחזוקה.

א. צריכת אנרגיה קל להשוות הפסד העומד של שני שסתומים אל חוזרים ולחשב את ההפרש בחיסכון באנרגיה ובכסף, שסתום בעל הפסד העומד נמוך יותר יעלה בוודאי יותר במחיר הרכישה. אולם, הפרש העלות ממומש לעתים קרובות בתוך שנה או שנתיים על ידי החיסכון בצריכת אנרגיה. מנקודה זו והלאה, השסתום יעניק דיבידנדים מדי יום ביומו.

ב. עלויות תחזוקה יש לשקול את זמן השבתת מערכת, מיקום השסתום ועלות החלקים והעבודה. חיסכון של שקלים ספורים ברכישה יכול לגרום להפסד של אלפי שקלים באם צריך להביא מחפרון לחפור ולהוציא את השסתום או לסגור ולהשבית מערכת חיונית.

6. בחירה שימוש בטבלת השוואה לבחירת שסתום אל חוזר בשילוב עם הבנת הקריטריונים יספקו לך דרך להגיע לבחירה מלומדת.

טבלת השוואה 1 לבחירת שסתום אל חוזר

שסתום	דירוג השוואת הפסד העומד ²	דירוג השוואת טריקה ³
שסתום אל חוזר שקט (גלוב)	8	1
שסתום אל חוזר בעל מדף נטוי	1	3
שסתום אל חוזר בעל מדף נטוי עם BMDP	1	2
שסתום אל חוזר בעל מדף נטוי עם TMDP	2	1
שסתום אל חוזר בעל מדף כפול	4	5
שסתום אל חוזר Swing Flex	3	4
חוזר סובב Swing Check	3	9
חוזר סובב Swing Check עם מנוף ומשקולת	7	7
חוזר סובב Swing Check עם מנוף וקפיץ	6	8
חוזר סובב Swing Check עם מנוף ומשקולת וכרית אוויר	7	6

הערות:

1) הדירוג אינו משקף איכות. הדירוג משקף רק סוגי שסתום ביחס למאפיינים של הפסד העומד וטריקה בהשוואה לאחרים. הדירוג אינו משקף יצרן מסוים אלא סוג גנרי של שסתום.

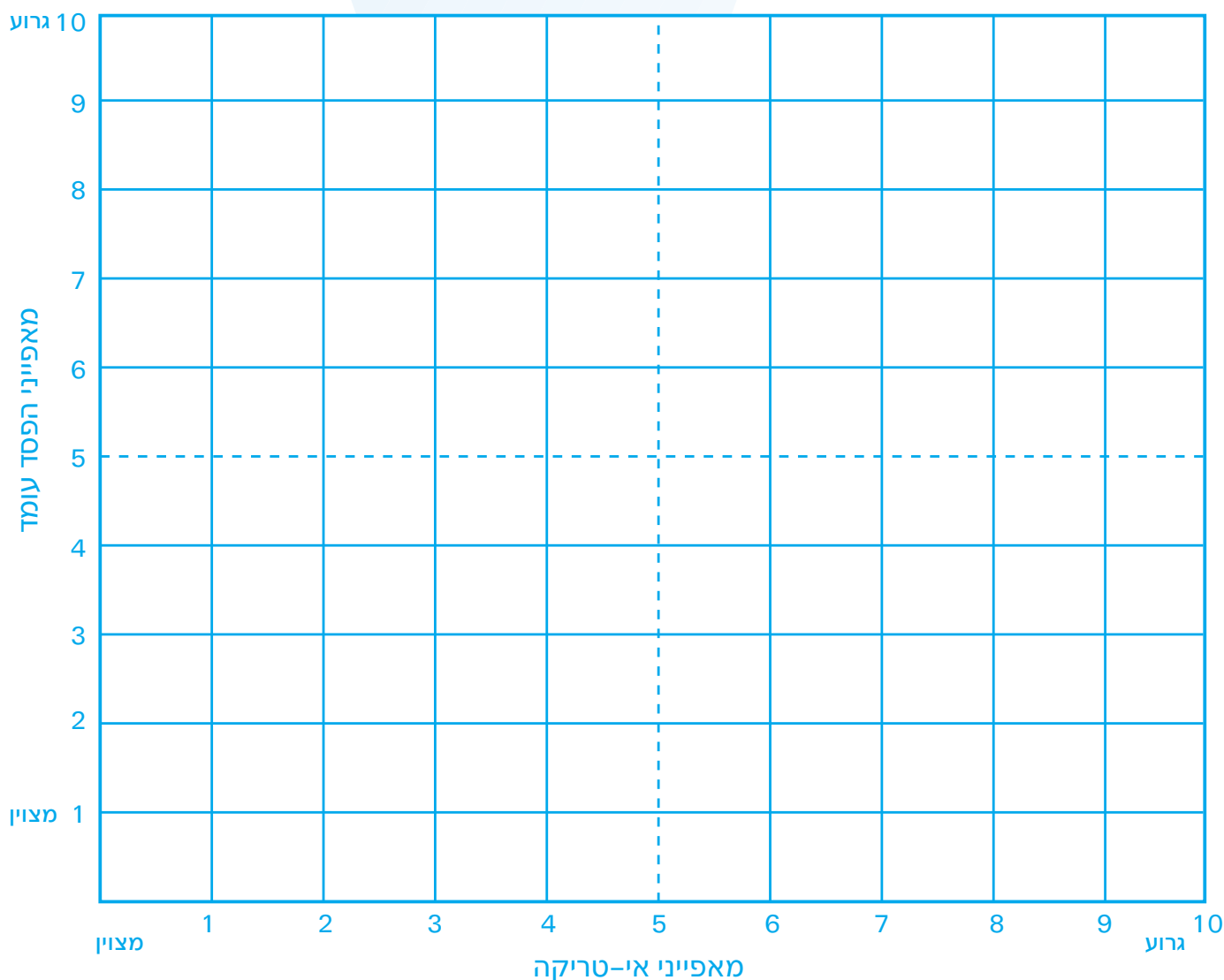
2) השסתום בעל הפסד העומד הנמוך ביותר דורג כ- 1, והגבוה ביותר כ- 9. לכל האחרים ניתן דירוג יחסי בין 1 ל- 9.

3) השסתום בעל מאפייני אי טריקה הטובים ביותר דורג כ- 1, והגרוע ביותר כ- 9. לכל האחרים ניתן דירוג יחסי בין 1 ל- 9.

הוראות

1. בחר את השסתומים המומלצים ליישום מתוך טבלת השוואה לבחירת שסתום אל חוזר.
2. התווה את הקואורדינטות של השסתומים הנבחרים על גרף.
3. השסתום שהתווה במקום הקרוב ביותר לפינה השמאלית התחתונה יציע את השילוב הטוב ביותר בין מאפייני הפסד העומד נמוך למאפייני אי-טריקה.
4. באם מאפיין אחד חשוב יותר מהאחר, ייתכן ותרצה לבחור בחירה שונה. הטבלה תראה מה תקריב תמורת הבחירה החלופית.
5. בשלב זה, שקול את העלות. כתוב את עלות כל שסתום לצד הקואורדינטות המותוות שלו. באם הבחירה שבחרת במספר 4 תואמת לתקציב שלך, סיימת את הבחירה. באם לא, ייתכן ותרצה לבחור בחלופה אחרת: זכור, ככל שהפסד העומד של השסתום שבחרת גבוה יותר, תהיינה עלויות השאיבה גבוהות יותר. עליך לשקול הן את עלות הרכישה והן את עלות התפעול בתהליך הבחירה.

תרשים השוואה לצורך בחירה של שסתום אל חוזר



הערה: נתונים אלה השוואתיים. אין לראות שסתום בעל דירוג הפסד העומד 6 כאילו הפסד העומד שלו כפול משסתום שהפסד העומד שלו מוצב בדירוג 3.





ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

תכונות דינאמיות של שסתום אל חוזר Check Valve

www.iml.co.il

תכונות דינאמיות של שסתום אל חוזר נכתב במטרה לסייע למתכננים המקצועיים לחזות את הטריקה בשסתומים אל חוזרים בסיסיים ללא מיכלי ערבול שמן וללא בקורות הידראוליות ייעודיות אחרות. המסמך אינו מתכוון לספק את כל המידע הנדרש לבחירת שסתום אל חוזר, אלא להסביר את התנאים הגורמים לטריקה בשסתום ואת מאפייני הסגירה במובנים של שסתומים אל חוזרים שונים, התורמים לתופעה זו.

ידע זה יאפשר למתכנן המקצועי לחזות מראש, עוד לפני ההפעלה של תחנת השאיבה, באם עשויות להתעורר בעיות חמורות עם השסתומים האל חוזרים. בעיות נוספות בתכנון, דוגמת הפסד העומד ועלות מהוות גורמים חשובים באותה מידה שיש להתחשב בהם בבחירה הסופית של סוג השסתום.

נתוני הבדיקות המוצגים במסמך זה מספקים מידע רב ערך לחיזוי ביצועי השסתום. נתונים אלה מבוססים על בדיקות עצמאיות שנערכו במעבדת מחקר מים ביוטה (Utah Water Research Laboratory) ונשמרים כרכוש חברת Val-Matic Valve & Mfg Corp. כל שימוש במידע זה בפרסומים ציבוריים אחרים מחייב קבלת רשות בכתב מחברת Val-Matic.

תכונות דינאמיות של שסתום אל חוזר מאליו Check Valve

הקדמה

בהפעלה ראשונה של תחנת שאיבה, המהנדס המתכנן מוטד בספקות רבים, דוגמת, האם המשאבה תפיק את קצב הזרימה המתכוון לאחר הלחיצה על כפתור ההתנעה והאם השסתום האל חוזר יטרוק לאחר הלחיצה על כפתור העצירה. טריקה של שסתום האל חוזר עשויה לנוע ממטרד מזערי ועד לרעש מחריש אוזניים ומרעיד את אמות הסיפים של כל סביבתו. בעיות מסוגים אלה עשויות לעכב אישור פרויקטים למשך חודשים; לכן, הטריקה של שסתום האל חוזר ראויה למחקר ולהבנה מעמיקים.

התכונות של שסתום אל חוזר נחקרו לעומק באירופה במשך שנים רבות. לעומת זאת בארה"ב התחילו היצרנים לבדוק את התכונות הדינאמיות של תכנוני השסתום שלהם רק בשנים האחרונות וספקו את נתוני הבדיקות למתכננים המקצועיים. חברת Val-Matic השלימה תוכנית מחקר מקיפה על סוגים שונים של שסתומים אל חוזרים בסיסיים ופרסמה נתונים אלה בצורת עקומות תגובה דינאמית. המונח "בסיסי" מתייחס לשסתום אל חוזר ללא מיכלי ערבול שמן ומתקנים אחרים המאטים במידה ניכרת את סגירת השסתום ומאפשרים לזרימה לאחור ולעבור דרך השסתום האל חוזר בכוונה.

תוסבר מתודולוגיה חדשה להפיק נתוני תגובה של שסתומים ולחזות את הטריקה בשסתום אל חוזר

חברת Val-Matic אינה אחראית ואינה מצהירה כי הגרפים מדויקים או מלאים. השימוש בגרפים אלה יתבצע בהנחיית מהנדסים מיומנים או מתכננים מקצועיים המפעילים שיפוט עצמאי בנוגע ליישום המוצע של השסתומים במערכות נוזלים.

בכל יישום. זהו אתגר גדול, אנו מקווים, כי מתודולוגיה זו תהווה נקודת התחלה טובה, אשר בשילוב עם הניסיון בשדה בשנים הבאות תאפשר אימוץ מתודולוגיה מוכחת לבחירת שסתום על ידי תעשיות המים ומי השפכים.

בחירת שסתום אל חוזר

מאמרים טכניים אחדים, מדריכים לתפעול שסתומים ותוכנות המספקות כלי תכנון מסייעים בבחירת שסתום אל חוזר. זה בדרך כלל תהליך קשה, היות ובבחירת שסתום אל חוזר מעורבים קריטריונים רבים, דוגמת תכונות אי-טריקה, תכונות הפסד עומד, עלויות תפעול, יכולת בקרה, עלויות תחזוקה, אורך ההנחה וההתקנה. אולם, רוב הקריטריונים הללו גלויים וניתן לחשב אותם לסוגים השונים הזמינים של שסתום אל חוזר. המתודולוגיה במאמר זה תתמקד בתכונות אי-טריקה והתאמתן למערכות שונות. ידוע לכל, כעובדה, כי ביישומי שאיבה קשים, כל השסתומים האל חוזרים הבסיסיים ייטרקו. ידוע גם כעובדה, כי ביישומים אחדים אף שסתום אל חוזר אינו נטרק. חוסר היכולת לחזות את ההתנהגות במצבי הביניים בין שני מצבים קיצוניים אלה מקשה על תפקיד הבחירה של שסתום אל חוזר.

טריקה של שסתום אל חוזר מתרחשת לאחר הפסקת הפעולה של המשאבה, כאשר הזרימה במערכת הופכת את הכיוון וזורמת לאחור, לכיוון המשאבה לפני שהשסתום האל חוזר נסגר לגמרי. הזרימה לאחור גורמת לשסתום להיסגר במהירות בחלק הנותר של מהלך הסגירה. עם הסגירה, הזרימה לאחור נפסקת מיד על ידי השסתום הסגור וגורמת לעתים להלם מים קולני בצינור. הרעש הקשור בטריקה אינו המכה של הדיסק לתוך התושבת, אלא התמתחות מהירה של הקו בגלל הלם המים. מפתיע לגלות, כי לשסתום בעל תושבת גמישה תהיה טריקה מתכתית זהה לרעש הטריקה של שסתום בעל תושבת ממתכת.

כדי למנוע טריקה של שסתום אל חוזר, השסתום צריך להיסגר מהר מאד, לפני שנוצרת זרימה משמעותית לאחור, או לאט מאד לאחר שהזרימה לאחור התפתחה. כדי להיסגר במהירות, המחקרים הראו, כי:

■ על המדף להיות בעל אינרציה וחיכוך נמוכים.

■ על מהלך המדף להיות קצר

■ יש לסייע לתנועה בעזרת קפיצים.

כדי להיסגר לאט, צריך השסתום להיות מצויד בהתקנים חיצוניים, דוגמת מיכל ערבול שמן (dashpot) והמשאבה חייבת להיות מסוגלת להתגבר על התנגדות מסוימת. התקנים של מיכל ערבול שמן נמצאו יעילים, אך אינם כלולים במתודולוגיה זו. התשובה למניעת טריקה של שסתום אל חוזר אינה למצוא את השסתום הנסגר במהירות הרבה ביותר ולהפוך אותו ל"תקן". במקום זאת, יש להתאים את תכונות אי-טריקה של השסתום למערכת שאיבה. לכל שסתום אל חוזר יש יתרונות מובנים דוגמת עלות נמוכה, הפסד העומד נמוך, או תכונות זרימה מיוחדות. אך השסתום האלחוזר מאליו הטוב ביותר אינו בהכרח השסתום בעל פוטנציאל הטריקה הנמוך ביותר.

מערכת שאיבה הפשוטה ביותר היא יישום באר מים המורכב ממשאבה יחידה הפועלת בלחץ נמוך ומזרימה מים למאגר קרקעי במרחק של מאות מטרים אחדים. לחץ התפעול הנמוך והחיכוך הגבוה גורמים לזרימה להפוך כיוון או להפחית לאט את המהירות לאחר כיבוי המשאבה. אולם, הקצב בו הזרם הופך את הכיוון חשוב כדי לקבוע באם השסתום ייטרק. ליישום של התנגדות נמוכה הכולל צינור ארוך, קטן פוטנציאל הזרימה המהירה לאחור וניתן להשתמש בשסתום האל חוזר הפשוט ביותר והזול ביותר ללא טריקה. לעומת זאת, תחנת שאיבה עם משאבות רבות, המזרימות מים למערכת בעלת התנגדות גבוהה עם מיכל מורם קרוב לגאות פניאומאטית תיצור זרימה מהירה במיוחד לאחור ורק שסתומים אל חוזרים מסוימים יפעלו בה ללא טריקה.

כדי לבחור שסתום ללא טריקה, על מתכנן תחנת שאיבה לנתח תחילה את מערכת שאיבה ולחשב את האטת עומד הנוזל לאחר הפסקת שאיבה. במילים אחרות, באם קצב הזרימה הוא 12 רגל/שנייה והחישובים מראים שהזרימה תיפסק תוך שתי שניות, תהיה ההאטה הממוצעת 12 רגל/שנייה מחולקים ב-2 שניות, או 6.0 רגל/שנייה².

חישוב ההאטה יכול להיתקל בקשיים היות וזו פונקציה של פרמטרים רבים, דוגמת האינרציה של המשאבה (מסופקת על ידי יצרן המשאבה), אורך עומד הנוזל, הפסדי חיכוך בצנרת והתנגדות סטאטית או שיפוע הצינור. מהנדסים נעזרים בדרך כלל בהדמיה ממוחשבת של המערכת כדי לחשב את ההאטה.

יצרן השסתום אחראי לספק את התכונות הדינאמיות של השסתומים שהוא מייצר, כדי שהמהנדס יוכל לחזות את המהירות המרבית האפשרית של זרימה לאחור. מוצע להכין עקומת תגובה לכל סוג של שסתום אל חוזר, שתראה את היחסים בין האטת עומד הנוזל למהירות המרבית של הזרימה לאחור דרך השסתום. ההאטה מבוטאת במונחים של dv/dT , או שינוי במהירות קדימה מחולק בשינוי בזמן או ברגל/שנייה. מהירות הזרימה לאחור מתקבלת מבדיקות ומבוטאת במונחי מהירות או ברגל/שנייה.

לדוגמה, נתוני בדיקה דינאמית לשסתום אל חוזר כפול מוצגים באיור 1. הציר האופקי מייצג את ההאטה של הזרימה בצורת מבוטאת ברגל לשנייה בריבוע. הציר האנכי הוא המהירות המרבית של הזרימה לאחור דרך השסתום מבוטאת ברגל לשנייה. למערכת של משאבה יחידה, בעלת התנגדות נמוכה תהיה האטה נמוכה מ-20 רגל/שנייה. למערכת מרובת משאבות בהתנגדות גבוהה יכולה להיות האטה שתגיע עד 40 רגל/שנייה. להאטה מהירה יותר זו יאפשר השסתום האל חוזר הכפול באיור 1 למהירות הזרימה לאחור להתגבר עד כדי 1.0 רגל/שנייה. ניתן להמיר את מהירות הזרימה לאחור ישירות ללחץ הלם המים בעזרת המשוואה.

כאשר:

$$h = \text{עליית הלחץ, רגל של מים}$$

$$a = \text{מהירות הגל, רגל/שנייה} \approx 3200 \text{ רגל/שנייה}$$

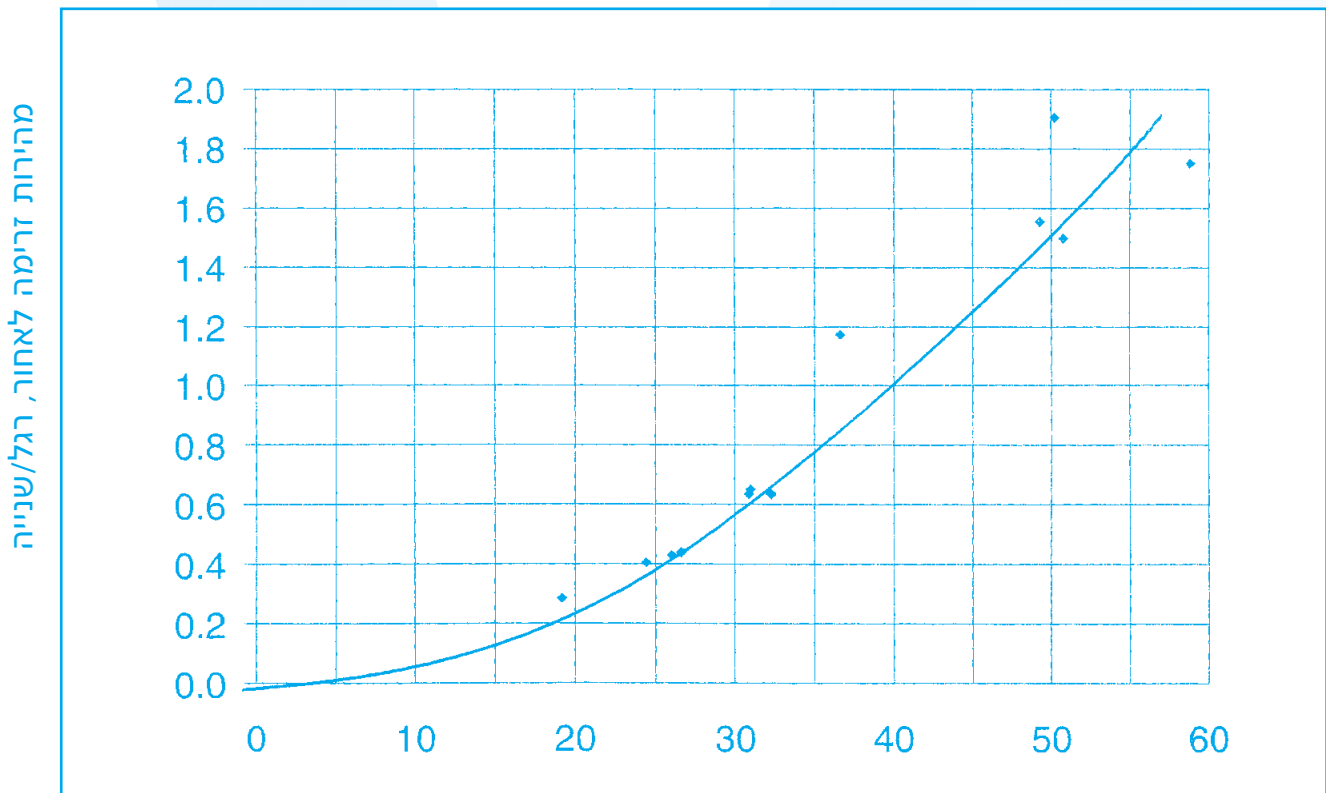
(צינור פלדה)

$$v = \text{מהירות זרימה לאחור, רגל/שנייה}$$

$$g = 32.2 \text{ רגל רגל/שנייה}^2$$

זרימה לאחור של 1.0 רגל/שנייה מקבילה להלם מים של 100 רגל (psi 43). הניסיון בשדה מראה, כי הלם מים בתחום הנע מ-50 עד 100 רגל (או מהירויות זרימה לאחור של 0.5 עד 1.0 רגל/שנייה) מייצגים טריקה מתונה שניתן לסבול. לעומת זאת, הלם מים העולים על 100 רגל (או מהירויות זרימה לאחור העולות על 1.0 רגל/שנייה) רועשים מאד ויש להימנע מהם, או על ידי בחירה בשסתום אל חוזר שונה או על ידי הכנסת שינויים בשסתום אל חוזר בעזרת קפיצים חזקים יותר או מיכלי ערבול שמן הידראוליים.

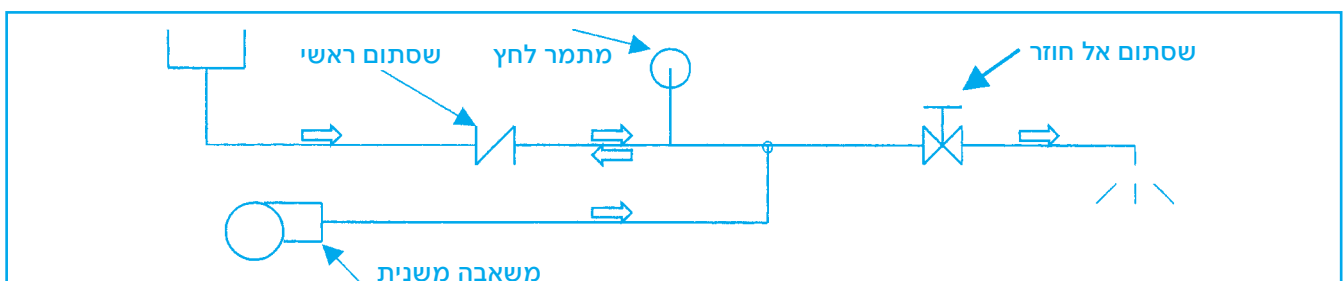
תכונות דינאמיות של שסתום אל חוזר בעל מדף כפול



איור 1: נתוני בדיקה דינאמית
האטה, רגל/שנייה²

מתודולוגיית הבדיקה

חברת Val-Matic שכרה את שירותי מעבדת מחקר מים יוטה (Utah Water Research Laboratory) מלוגאן (Logan), יוטה, לערוך סדרה של בדיקות זרימת מים, כדי לפתח אפיונים דינאמיים של השסתומים האל חוזרים מתוצרתה. זרימת מים נבדקה בסוגים אחדים של שסתומים חוזרים בקוטר 8", בתנאים דינאמיים. השסתומים האל חוזרים הותקנו בצנרת בדיקה אופקית והופעלו בזרמים ראשוניים של זרימה קדימה ובמהירויות שונות של זרימה לאחור. המעבדה מקבלת אספקה טבעית של מי נגר הזורמים מהר אל מאגר, דרך צנרת בקוטר 48", שאפשרה בקלות ספיקה במהירויות שנעו מארבעה עד עשרים רגל לשנייה. המעבדה מצוידת גם במערכת מיכל שקילה לרישום קצב הזרימה. הפסד ההתקדמות של השסתום נקרא בעזרת מדי לחץ ולחצים דינאמיים נרשמו בעזרת מתמרים ורשם נתוני מהירות גבוהה.

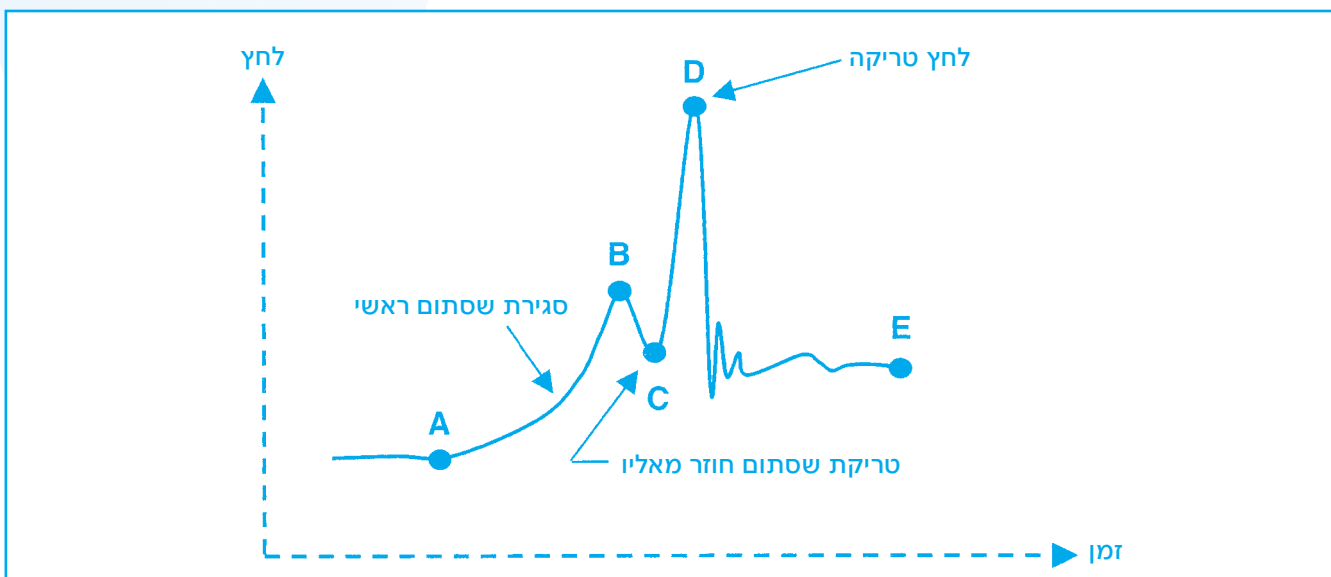


איור 2: מעגל הבדיקה של שסתום אל חוזר

הזרימה קדימה מהמאגר נקבעה על ידי פתיחת השסתום הראשי המוצג באיור 2. זרם האספקה מהמאגר בלחץ של כ- 5 psig פתח לגמרי את השסתום האל חוזר אוטומטית וקצב הזרימה והפסד העומד נרשמו. אחר כך, הופעלה משאבה משנית כדי לספק זרם נוסף בלחץ גבוה יותר של כ- 20 psig. שני הזרמים התמזגו במורד הזרם של השסתום ויצאו דרך השסתום הראשי.

כדי לגרום לטריקת השסתום האל חוזר, סגרו בפתאומיות את השסתום הראשי ועצרו את הזרימה קדימה והמשאבה המשנית יצרה במהירות זרימה לאחור וטריקה של השסתום. קצבי האטה שונים הושגו על ידי סגירת השסתום הראשי בקצבים שונים.

הלחץ במורד הזרם מהשסתום נרשם ושימש לחישוב האטת הזרימה ואת מהירות הזרימה לאחור דרך השסתום. מעקב ממוחשב לדוגמה מוצג באיור 3



איור 3: דוגמה של רישום לחץ

רצף הפעולות המוצג באיור 3 לעיל מפורט להלן:

A = לחץ המאגר

A-B = השסתום הראשי סגור ועוצר את הזרימה קדימה, שסתום אל חוזר מתחיל להיסגר

B = הזרימה נעצרת, השסתום ממשיך להיסגר

B-C = מתגברת זרימה לאחור

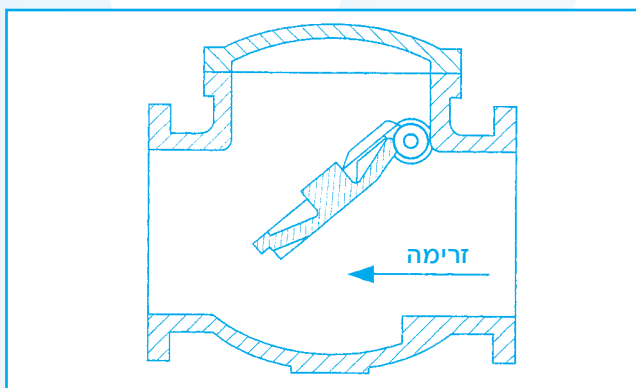
C = מדף השסתום פוגע בתושבת וגורם לטריקה ולהלם מים

D = לחץ פטיש המים הנובע מההפסקה הפתאומית של הזרימה לאחור.

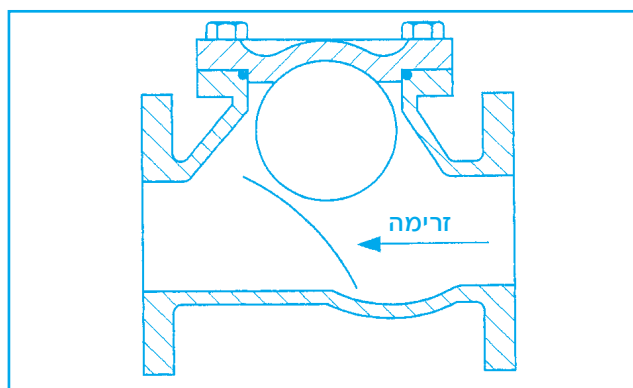
E = לחץ משאבת משנה.

האטות ממוצעות חושבו על ידי חלוקת המהירות הראשונית במרווח הזמן A-B. מהירות הזרימה לאחור חושבה בהתבסס על גאות הלחץ שנמדדה בין הנקודות C ו-D ועל המשוואה המפורטת בעמ' 4.

חוקרים שונים פעלו לפי מתודולוגיית בדיקה זו בבדיקת סוגים רבים של שסתומים אל חוזרים. לדוגמה, Thorley בדק ודיווח תוצאות לשסתום חוזר כדורי שכיח ולשסתום אל חוזר סובב, כמוצג באיור 4 ובאיור 5.

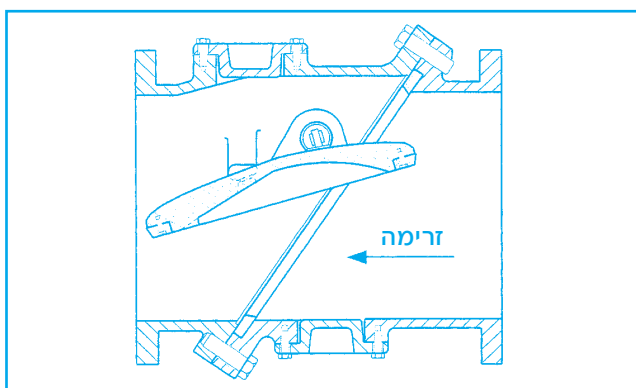


איור 5: שסתום אל חוזר סובב



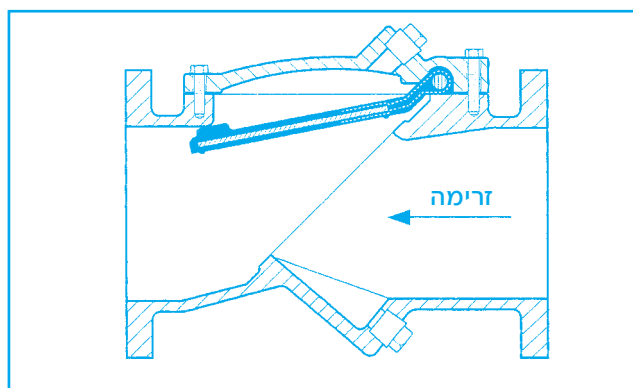
איור 4: שסתום אל חוזר כדורי

מתודולוגיית הבדיקה הופעלה לבדיקת חמישה שסתומים אל חוזרים בני 8" מתוצרת Val-Matic, כמוצג באיורים 6 עד 10 (Rahmeyer):



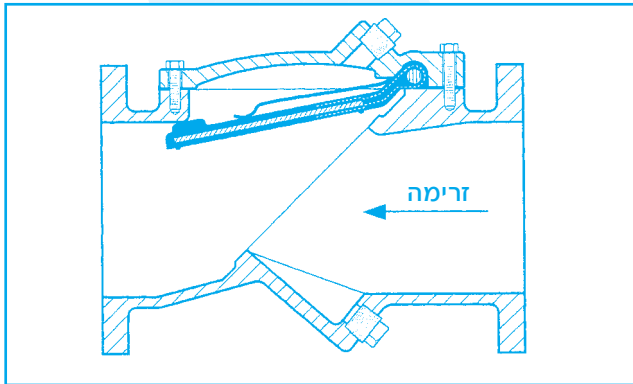
זרימה איור 7:

שסתום אל חוזר Tilted Disc® דגם 9808 מתוצרת Val-Matic (TDCV) שסתום זה בנוי עם מדף אופסט מסוג פרפר, תושבת נטויה, מהלך קצר ושטח פתח של 140% להפסד עומד הנמוך ביותר האפשרי.



זרימה איור 6:

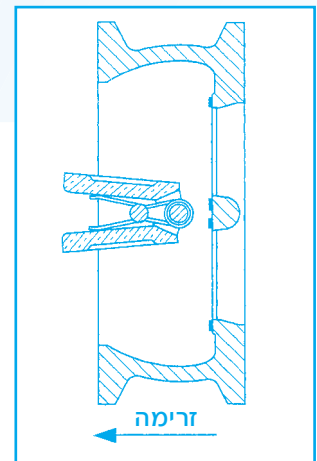
שסתום אל חוזר Swing-Flex® דגם 508 מתוצרת Val-Matic (SFCV) שסתום SFCV בנוי עם מדף גמיש על ציר, תושבת נטויה ומהלך קצר.



זרימה איור 9:

שסתום אל חוזר סובב (Swing Check Valve) דגם (SB) Surgebuster 7208.

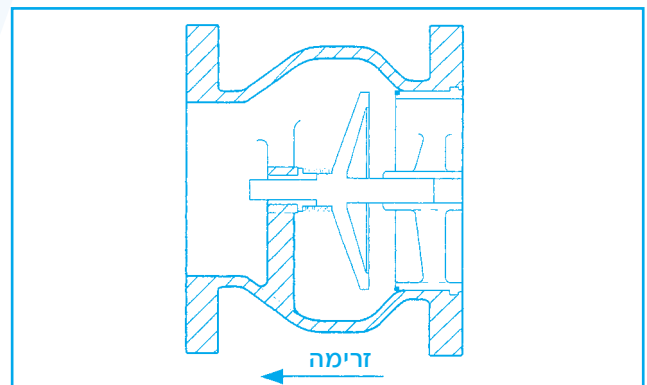
דגם (SB) Surgebuster בנוי ממדף גמיש הנע על ציר, מושב נטוי, מהלך קצר ומאיץ מדף.



זרימה איור 8:

שסתום אל חוזר Dual Disc® דגם 8808 מתוצרת (DDCV) Val-Matic

שסתום DDCV בנוי עם שני מדפים בצורת חצי עיגול הנסגרים מציר מרכזי בעזרת קפיץ פיתול חזק



זרימה איור 10:

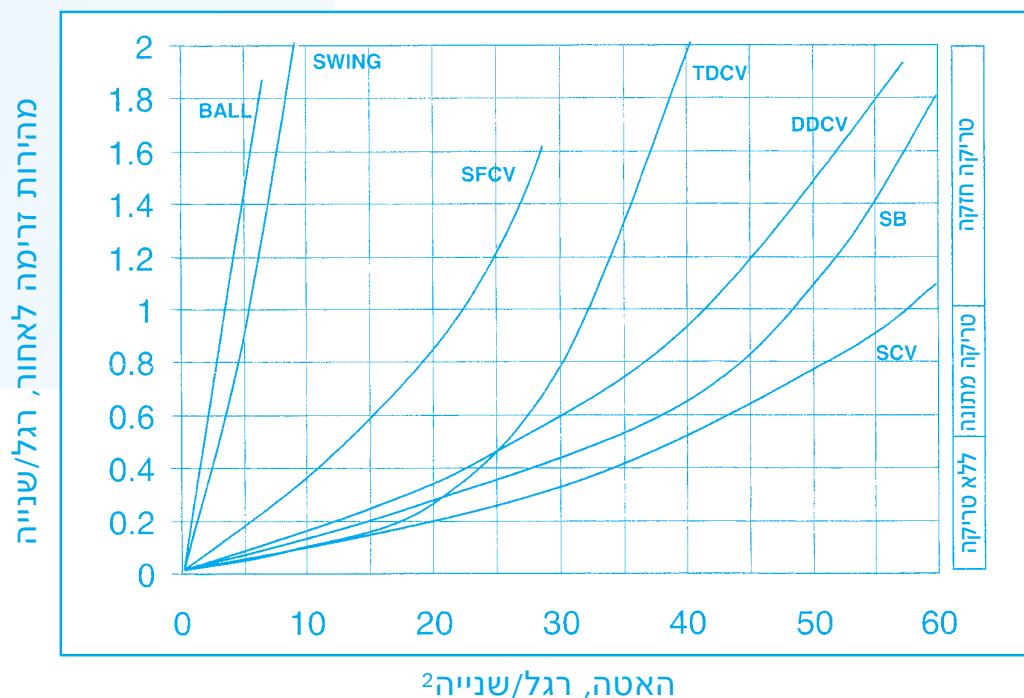
דגם 1808, שסתום אל חוזר שקט בסגנון גלוב (SCV) (Globe-Style Silent Check Valve)

שסתום זה בנוי עם מהלך ליניארי קצר וקפיץ מחזיר חוזר.

תוצאות הבדיקה

תוצאות הבדיקות של השסתומים לעיל מוצגות בגרף באיור 11, ביחד עם נתונים דומים מבדיקות שסתום אל חוזר סובב ושסתום אל חוזר כדורי. התוצאות מראות בברור, כי השסתומים הטובים ביותר מהיבט אי-טריקה הם השסתום האל חוזר בעל המדף הכפול (DDCV), שסתום (SB) Surgebuster ושסתום אל חוזר שקט (SCV), שכולם נעזרים בקפיץ לסגירה. השסתומים המדורגים במקום השני בטיב אי-טריקה הם Check Valve – I (SFCV) Swing-Flex® Valve ו-Tilted Disc® Check Valve (TDCV), המכילים תושבת נטויה ומהלך קצר. במקום אחרון מדורגים שסתומים בעלי מהלך ארוך, ללא סיוע של קפיץ, השסתום הכדורי והשסתום הסובב, בעלי הפוטנציאל הגבוה ביותר לטריקה.

תכונות דינאמיות של שסתומים חוזרים שונים



איור 11: תכונות דינאמיות של שסתומים אל חוזרים שונים

הגרף חולק לשלושה אזורים: ללא טריקה, טריקה מתונה וטריקה חזקה. חלוקה זו מבוססת על תצפיות שדה רבות על טריקות שסתומים ורמות מקובלות של רעש והפרעות לשסתום ולמערכת השאיבה. המהנדס המתכנן יכול גם להמיר את מהירות הזרימה לאחור הנתונה לגאות לחץ כמותית בעזרת המשוואה בעמוד 4 ולקבוע בנפרד את ההשפעה על המערכת.

המהנדס המתכנן משתמש באיור 11 על ידי מציאת ההאטה של המערכת על הציר האופקי וקריאת מהירות הזרימה לאחור של סוגי השסתומים החוזרים השונים. לדוגמה, בתחנת שאיבה מרובת משאבות עם האטה מחושבת של המערכת של 30 רגל/שנייה², ניתן לקרוא את החיזוי הבא מתוך הגרף:

סוג השסתום	מהירות הזרימה לאחור	סוג הטריקה
שסתום אל חוזר שקט (SCV)	0.33 רגל/שנייה	אין
שסתום אל חוזר סובב (SB) Surgebuster	0.44 רגל/שנייה	אין
שסתום אל חוזר עם מדף כפול (DDCV)	0.60 רגל/שנייה	מתונה
שסתום אל חוזר עם מדף נטוי (TDCV)	0.80 רגל/שנייה	מתונה
(SFCV) Swing-Flex Check Valve®	1.8 רגל/שנייה	חזקה
שסתום אל חוזר כדורי (BALL)	> 2.0 רגל/שנייה	חזקה
שסתום אל חוזר הסובב (SWING)	> 2.0 רגל/שנייה	חזקה

המהנדס המתכנן יכול להמשיך לחשב לחץ טריקה משוער בהנחה שקיים הלם מים של כ-100 רגל לכל 1 רגל/שנייה של מהירות זרימה לאחור. בדוגמה לעיל שסתום Surgebuster (SB) יספק לחץ טריקה של כ-0.44 x 100 או 44 רגל (19 psi) לחץ גאות, שיישמע כחבטה עמומה עם הסגירה.

אולם, המהנדס המתכנן יכול עדיין לשקול שימוש באחד השסתומים בתחומי הטריקה "המתונה" או "החזקה" תוך שינוי אפשרי של המשאבה מבוקרת המהירות או שינוי בשסתום על ידי קפיץ חזק יותר או מיכל ערבול שמן. במבט ראשון, שינויים אלה לא נראים אולי מעשיים, אך תכונות של אחד השסתומים, דוגמת הפסד עומד נמוך של השסתום עם דיסק נטוי יכולות להיות חשובות ליישום זה ולהצדיק כלכלית תוספת של מיכל ערבול שמן.

לבסוף, חשוב לציין מגבלות אחדות של שימוש בנתוני תכונות דינאמיות המוצגות באיור 11. ראשית, נתוני הבדיקה מבוססים על התקנה בצינור אופקי. שסתומים אחדים תלויים בגרוויטציה להאצת הסגירה של המדף, דוגמת שסתומי SWING, TDCV, ו-SFCV ובהתקנה בצינור אנכי עשויים לגלות נטייה מוגברת לטריקה. לעומת זאת, שסתומים אחרים, דוגמת DDCV ו-SCV יסגרו מהר יותר בקו אנכי בזכות השפעות הגרוויטציה על המדף שלהם. והנטייה שלהם להיטרק תפחת. בנוסף, תכונות דינאמיות של שסתום תלויות בגודל השסתום, אך אין כיום נתונים לחזות את ההשפעה המדויקת של הגודל. שסתומים גדולים יותר מצוידים מדפים גדולים יותר ומהלך ארוך יותר ועשויים לייצר מהירויות זרימה לאחור גבוהות מעט יותר מהחזוי באיור 11. יש להיוועץ עם היצרן בנוגע להשפעה הפוטנציאלית של היישום והגודל על ביצועי השסתום הנבחר.

מסקנות

ברור, כי נתוני תכונות דינאמיות של שסתומים חוזרים מציעים למהנדס המתכנן רק את הכלים הדרושים להעריך את תכונות אי-טריקה של שסתומים אל חוזרים שונים. מידע זה, בשילוב עם תכונות ידועות נוספות של השסתומים, דוגמת הפסד העומד, אורך ההנחה, תכנון נתיב המים, תכנון לנוזלים המכילים מוצקים ועלות יספקו למהנדס המתכנן את כל הכלים הדרושים לבחור את השסתום המיטבי.



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

הפחתה של צריכת אנרגיה על ידי בחירת השסתום

www.iml.co.il

הקדמה

שסתומים ממלאים תפקיד חשוב במערכות מים על ידי בקרת הזרימה והלחץ, שחרור אוויר ומניעת זרימה לאחור. אחד המאפיינים החשובים של שסתומים במערכות שאיבת מים שמתעלמים ממנו לעתים קרובות הוא היכולת להקטין את צריכת האנרגיה. רוב המהנדסים מודעים לחישובי הפסד עומד זרימה של שסתום ולאופן בו הם יכולים לחזות עלויות שאיבה, אך רק מהנדסים ספורים מודעים לעובדה, כי מאפייני הפסד העומד של שסתומים המתפרסמים, מבוססים על ההנחה של פעילות שסתום מיטבית (כלומר פתוח לגמרי), ויכולים להיות מושפעים מהיתפסות השסתום וממהירויות זרימה. בנוסף, מחקרים הראו, כי שימוש בשסתומי אוויר עשוי לשפר את יעילות הזרימה של קווי מים ולהקטין בכך את צריכת האנרגיה.

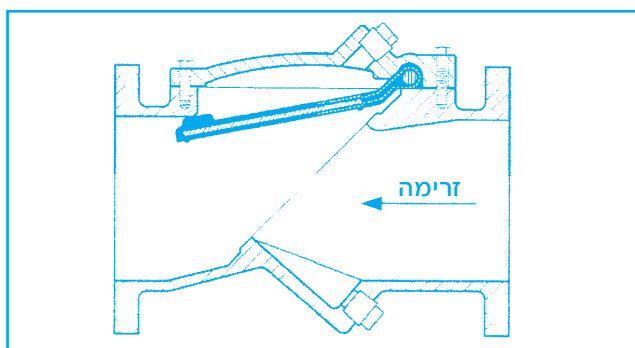
חשוב אמנם לשפוט שסתומים על בסיס מאפייני הפסד העומד שלהם, אך נראה כאן, כי מאפיינים אחרים שווים בחשיבותם. במילים אחרות, כדי להפחית צריכת אנרגיה, המהנדס אינו צריך לבחור תמיד רק את השסתום בעל הפסד העומד הנמוך ביותר. מסמך זה ידון במאפייני זרימה ותפעול של שסתומים אל חוזרים אחדים ושסתומי קו והאופן בו אלה משפיעים על ביצועי המערכת. בנוסף, ייבחן רעיון ההצבה והבחירה של שסתומי אוויר למניעת כליאה של אוויר.

הבנה של השפעת השסתומים השונים על צריכת אנרגיה של מערכת תאפשר למהנדסים לחשב את עלויות מחזור החיים של שסתומים חלופיים שונים ולהגיע להחלטה הטובה ביותר למתקן המים.

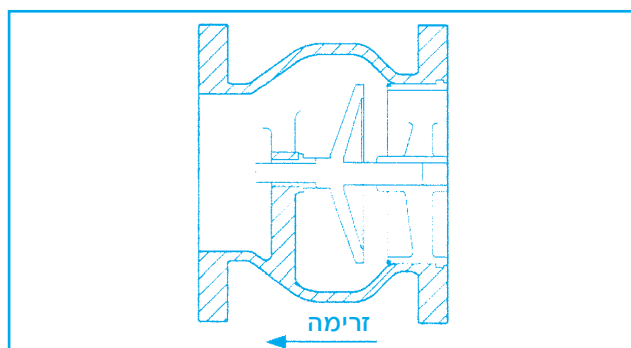
חישוב הפסד העומד

כוח המשאבה נדרש להתגבר על שילוב של התנגדות סטטית והתנגדות חיכוך של מערכת החלוקה. התנגדות הסטטית היא ההפרש ברום בין מקור המים לנקודה הגבוהה ביותר של אחסון המים. התנגדות החיכוך נגרמת על ידי חספוס הקווים והפרעות מקומיות לזרימה במחברים ובשסתומים. שסתומים במערכת שאיבה וחלוקה מוצעים במגוון צורות רב, אך כולם גורמים התנגדות חיכוך באותן דרכים.

הגיאומטריה של הגוף מכתיבה אזור זרימה כללי דרך השסתום. שסתומים אחדים מגבילים את אזור הזרימה אל מתחת ל- 80% משטח הצינור. כמו כן, הקימורים הפנימיים של הגוף והתושבת צריכים להיות חלקים, כדי למנוע יצירת מערבולת מיותרת. קוטר גוף השסתום ואורך ההנחה גדולים לעתים בהרבה מגודל הצינור, כדי לקבל מתכונת זרימה חלקה. אם אזור הפתח שווה לגודל הצינור, על החלק הסוגר או המדף להיות גדולים מעט יותר כדי לבצע אטימה. הגוף מקומר כלפי חוץ סביב המדף כדי להשיג שטח זרימה מלא דרך השסתום. סוגים אלה של גופים נקראים סגנון גלוב, ראה איור 1. שסתומים אחרים מנצלים את היתרון של תושבת נטויה כדי לקיים שטח צינור דרך הפתח מבלי להגדיל בהרבה את גודל גוף השסתום, ראה איור 2.



איור 1 : שסתום אל חוזר בעל גוף בסגנון גלוב מספק 100% שטח זרימה



איור 2 : שסתום אל חוזר בעל ציר גמיש עם תושבת נטויה מספק 100% שטח זרימה

תכנון החלק הסוגר או המדף חשוב משתי סיבות. ראשית, יושג הפסד עומד הנמוך ביותר באם המדף מתנועע או מסתובב אל מחוץ למסלול הזרימה, איור 2. גם למדפים יכולים להיות קימורים וצורות מיוחדים כדי להיפתח לגמרי במהירויות זרימה נמוכות וליצור נתיב זרימה חלק דרך השסתום. שנית, גיאומטריית השסתום מתוכננת לעתים קרובות לספק מהלך קצר, כמתואר באיור 1. למדף באיור 2 מהלך של 35 מעלות בלבד. המהלך הקצר מאפשר לשסתום להיסגר מהר יותר כדי למנוע טריקת חזרה.

חישוב הפסד העומד המיוצר על ידי סוגי השסתומים השונים נחשב לעניין פשוט. סוגים רבים של מקדמי זרימה ושל נוסחאות הפסד העומד נמצאים היום בשימוש לדירוג השסתומים השונים על בסיס הפסד העומד. המקדם הנפוץ ביותר בשימוש כמקדם זרימה לשסתומי מים הוא מקדם זרימה C_v , המוגדר ככמות המים בגלונים לדקה (gpm) שיעבור דרך שסתום בירידת לחץ של 1 psi. לכן, ככל שהשסתום יעיל יותר, גדל מקדם C_v של השסתום.

למרבה הצער, למקדמי C_v מספרים גדולים למדי המשתנים מאד (טבלה 1), מה שמקשה על השוואות בין השסתומים החלופיים. בנוסף, מקדמי C_v הם יחסיים במשוער לריבוע של קוטר השסתום, לכן בשסתומים גדולים (למשל 72 אינץ') יגיע מקדם C_v עד כדי 250,000 או יותר. אין לבלבל בין מקדם C_v לבין קיבולת השסתום. לדוגמה, לשסתום כדורי של 12 אינץ' יש מקדם C_v של 21,500 העולה בהרבה על קיבולת של 8,500 gpm או 35 רגל/שנייה (תקן 1, AWWA C507). לפיכך, יש להשתמש במקדם C_v רק לחישוב הפסד העומד ולא כדי לקבוע את קיבולת הזרימה של השסתום.

נתוני זרימה של שסתום 12 אינץ'

K_v	C_v	גודל פתח	סוג השסתום
5.70	1800	100%	שסתום בקרה
2.95	2500	100%	שסתום אל חוזר שקט
1.15	4000	80%	שסתום אל חוזר בעל דיסק כפול
1.05	4200	100%	שסתום אל חוזר סובב
0.83	4700	100%	שסתום אל חוזר כדורי
0.81	4750	80%	שסתום אל סוגר אקסצנטרי
0.80	4800	100%	שסתום אל חוזר גמיש
0.63	5400	140%	שסתום אל חוזר עם מדף נטוי
0.43	6550	90%	שסתום פרפר 90%
0.04	21,500	100%	שסתום כדורי 100%

טבלה 1: סוגי שסתומים ומקדמי זרימה

מקדם זרימה טוב יותר לשימוש בעריכת השוואות הוא מקדם ההתנגדות K_v , המשמש בנוסחת זרימה כללית של שסתום ומחברים:

כאשר:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \text{הפסד העומד, רגל של עמוד מים} \\ K_v &= \text{מקדם התנגדות (שסתום (ללא ממדים))} \\ V &= \text{מהירות נוזל, רגל/שנייה} \\ G &= \text{גרוויטציה, רגל/שנייה}^2\end{aligned}$$

ניתן גם לייחס את מקדם הזרימה K_v על ידי הנוסחה:

$$K_v = 890 d^4 / C_v^2$$

כאשר:

$$d = \text{קוטר שסתום, אינץ'}$$

מקדמי K_v של השסתומים השונים דומים בגודלם וכן דומים גם ממידה למידה. לדוגמה, לשסתום 12 אינץ' הדומה גיאומטרית לשסתום 72 אינץ' יכולים להיות מקדמי K_v כמעט זהים. בזכות הדמיון, מקדמי K_v אידיאליים לשימוש בהשוואת שסתומים ומחברים. בהתבסס על ההבנה, כי לצינור פלדה באורך 100 רגל יש K של 1.5, מהנדס יכול להבין בקלות את ההשפעה היחסית של שסתום על אובדן הלחץ בכל מערכת הצנרת. לדוגמה, לשסתום אל חוזר שקט יש מקדם K_v של 2.9, שיהיה שווה ערך להפסד הנגרם על ידי צינור באורך של כ-200 רגל.

ניתן גם לערוך השוואות בין יצרנים שונים של אותו סוג שסתום. לדוגמה, מקדם K_v המוצהר של שסתומים אל חוזרים שקטים של 12 אינץ' משלושה ספקים מובילים לתעשיית המים של ארה"ב הם 2.9, 2.9 ו-2.7. גודל הבדלים אלה אינו משמעותי כאשר משווים אותו לסך כל K של מערכת הצנרת, העולה בדרך כלל על 50. הלקח הנלמד כאן, הוא, כי חשוב אמנם להתחשב בהפסד העומד בין הסוגים השונים של שסתומים, אך ההבדל בהפסד בין הספקים השונים של שסתום מסוג נתון אינו יוצר שינויים משמעותיים בתפעול המערכת. זה מסביר מדוע הדמיות ממחושבות של מערכת צנרת יכולות ליצור התנהגות מדויקת של דגם מערכת בהתבסס על נתונים אופייניים של שסתום גנרי. היות והבדלי התכנון בין המותגים השונים קטנים, ושיטות הבדיקה עשויות להיות שונות, ניתן בדרך כלל להתעלם מהבדלים מזעריים בנתוני זרימה המתפרסמים על ידי יצרנים.

לסיכום, תנאי הזרימה של המערכת, יכולים להשפיע על הפסד העומד של השסתום. ברור ממשוואת DH , כי הפסד העומד הוא פונקציה של מהירות נוזל בריבוע. לכן, הכפלת מהירות הקו תגדיל את הפסד העומד של הצינור, המחברים והשסתום פי ארבע. זו הסיבה לקיום טווח של 4 עד 8 רגל/שנייה במהירויות צנרת, אפילו אם מהירויות ספיקת המשאבה לרוב גבוהות יותר. בנוסף, המהירות עשויה להשפיע על המצב הפתוח של השסתום. לשסתומים אל חוזרים מהסוג הסובב עשויה להידרש

מהירות בין 4 עד 8 רגל/שנייה כדי שיאולצו להיפתח לגמרי על ידי הזרימה. באם השסתום אינו פתוח לגמרי, הפסד העומד יכול להיות גבוה משמעותית מהפסד העומד המוצהר, עד כדי הכפלתו. לכן, יש להשתמש בעקומה של מקדם הזרימה לעומת מהירות הנוזל בעת חישוב הפסד העומד של שסתום אל חוזר מסוג סובב.

מאחר ומקדמי שסתומים והפסד העומד הם פונקציה של מהירות, יש להעריך את העלות הכוללת של צריכת אנרגיה לעומת עלות הצינור. קיים גודל צינור מיטבי ומהירות המספקת את העלות הנוכחית הנמוכה ביותר של עלויות הקמה ובנוסף עלויות תפעול שנתיות. הנחיות כלליות רבות ונוסחאות רבות קיימות לצורך ניתוח זה.

חישובי אנרגיה

על פי ההערכות, מפעלי מים ומי שופכין בארה"ב צורכים 75 מיליארד קילוואט שעה של אנרגיה מדי שנה. כמעט 80% מאנרגיה זו נצרכת בעלויות שירות שאיבה גבוהות כדי להתגבר על התנגדות סטאטית והפסדי חיכוך של מערכות החלוקה. לשירותי המים יש הזדמנות לנצל אסטרטגיות חיסכון באנרגיה שיכולות לגרום להפחתה של 20 עד 50 אחוזים מצריכת האנרגיה ובדומה לכך מעלויות התפעול.

לעלויות אנרגיה אופייניות יש לפחות שני מרכיבים עיקריים, עלות אנרגיה ועלות ביקוש. עלות האנרגיה מייצגת את צריכת קילוואט שעה של חשמל בעלות אופיינית של כ- \$0.04 לקילוואט שעה. מפתיע לגלות, כי עלות הביקוש עשויה להיות העלות הגבוהה יותר ומייצגת את עלות קיבולת הפקת החשמל, בעלות של כ- \$10.00 לקילוואט שעה. עלות הביקוש עשויה להיות מושפעת גם על ידי השעה ביום, כאשר ניתן לחסוך על ידי שאיבת מים בשעות שאינן שעות ביקוש שיא.

ניתן להמיר את הפסד העומד מהשסתומים לעלות אנרגיה הקשורה לחשמל הנצרך לשאיבה, שצריך להתגבר על הפסדי העומד נוספים מהשסתום, בעזרת הנוסחה (AWWA, 25):

$$A = (1.65 Q \Delta H Sg C U) / E$$

כאשר:

$$\begin{aligned} A &= \text{עלות אנרגיה שנתית, בדולר לשנה} \\ Q &= \text{קצב זרימה, gpm} \\ \Delta H &= \text{הפסד העומד, רגל של מים} \\ Sg &= \text{משקל סגולי, ללא ממדים (מים = 1.0)} \\ C &= \text{עלות החשמל, \$/קילוואט שעה} \\ U &= \text{שימוש, אחוז כפול 100 (1.0 שווה ל-24 שעות ביממה)} \\ E &= \text{יעילות ערכת המשאבה והמנוע (0.80 אופייני)} \end{aligned}$$

לחלופין, ניתן לחשב את הפרש צריכת האנרגיה בין שני שסתומים נבחרים על ידי שימוש בהפרש הפסד העומד בין שני השסתומים למשתנה ΔH במשוואה לעיל. לדוגמה, ניתן לחשב את ההפרש בהפסד העומד בין שסתום אל חוזר שקט של 12 אינץ' לבין שסתום אל חוזר עם מדף נטוי במערכת של 4500 gpm הפועלת 50% מהזמן באופן הבא:

$$DH = (2.95 - 0.63) (12.7)^2 / 2 \diamond 32.2 = 2.50 \text{ ft, wc}$$

$$A = (1.65 \times 4500 \times 2.50 \times 1.0 \times 0.04 \times 0.5) / (0.8) = \$464$$

החישוב מראה, כי שימוש בשסתום אל חוזר עם מדף נטוי בן 12 אינץ' במקום שסתום אל חוזר שקט של 12 אינץ' עשוי לחסוך \$464 לשנה בעלויות אנרגיה. באם מותקנים בתחנת השאיבה ארבעה שסתומים כאלה, הפועלים במשך ארבעים שנים, יסתכם החיסכון ב-\$74,240 במשך חיי המתקן. ניתן להגיע לחיסכון דומה על ידי הפחתת עלויות הביקוש. לכן ברור, כי לבחירת השסתום תפקיד חשוב בחיסכון באנרגיה.

מאפייני שסתום

עלויות מחזור חיי שסתום

- עלות רכישה
- עלות התקנה
- עלות תחזוקה
- עלות אנרגיה

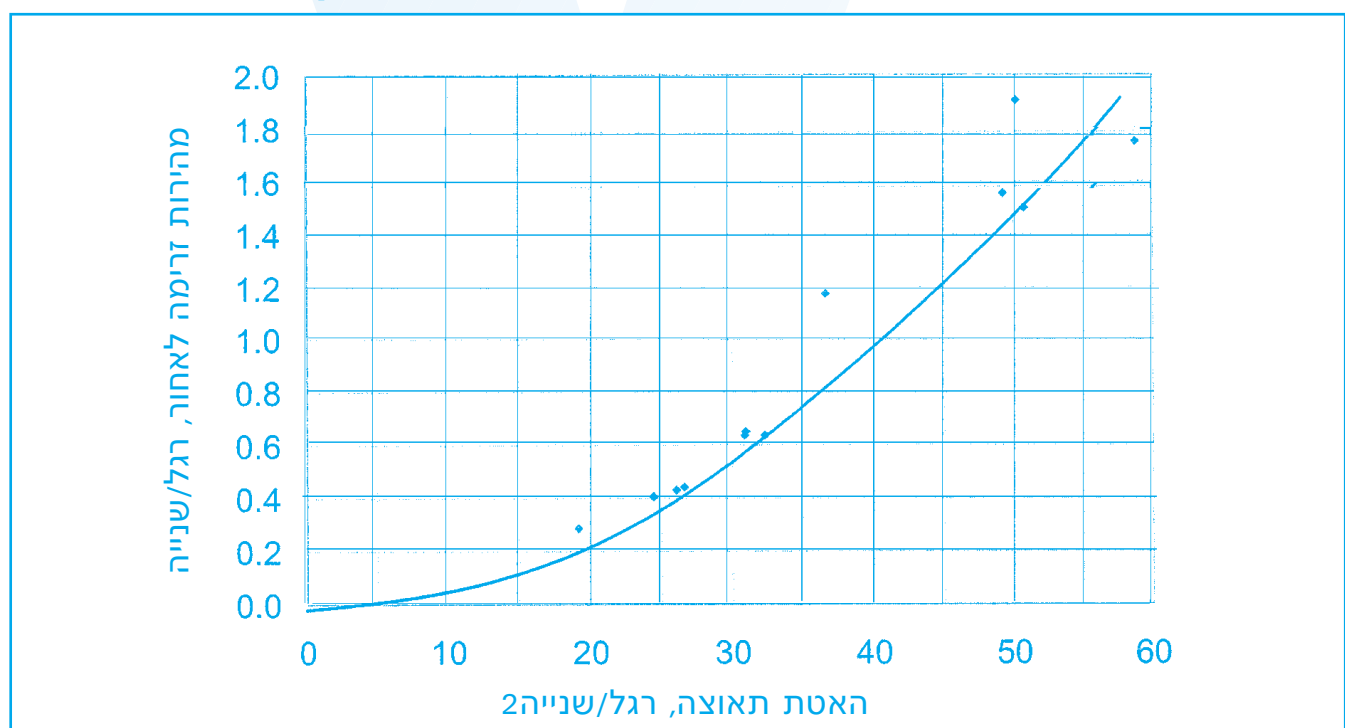
מאפייני הפסד העומד של שסתומים אינם יכולים להיות, למרות חשיבותם, הסיבה היחידה לבחירת שסתום. הפסד העומד הוא רק גורם תורם לעלות הכוללת של שסתום. שיקולי עלות נוספים הם עלויות הרכישה, ההתקנה והתחזוקה. כמו כן, בסוגים שונים של שסתומים יכולים להיות ממדי אורך להתקנה שונים מאד המחייבים שקול של או בית השסתומים. שסתומים אל חוזרים סובבים רבים מחייבים שלושה קוטרים של צינורות ישרים במעלה הזרם כדי למנוע רעידות מזיקות לשסתום. עלויות תחזוקה עשויות להיות גבוהות בשסתומים אחדים, במיוחד כאשר שוקלים את זמן ההשבתה של המערכת. יש להעריך עלויות נוספות אלה ולשלבן בחישובים כדי לקבל עלויות מחזור חיי שסתום.

מאפיין חשוב שני של שסתומים הוא מאפיין הזרימה המובנה של השסתום. שסתומים אחדים מפחיתים את קצב הזרימה בצורה ליניארית באופן יחסי לתנועת החלק הסוגר ואילו שסתומים אחרים משפיעים על קצב הזרימה רק ב-30% האחרונים של תנועת החלק הסוגר. לכן, באם שסתום הוא רק שסתום מבודד, מאפיין הזרימה אינו חשוב, אך אם השסתום משמש לבקרת זרימה או לחץ, תהיה למאפיין הזרימה חשיבות עליונה.

בנוסף, שסתומים אל חוזרים יכולים לפעמים לייצר טריקת שסתום והלם מים, העשויים לגרום להרס ניכר במערכת שאיבה. ככלל, כדי להימנע מבעיות אלה, על השסתום החוזר להיסגר או במהירות הבזק או לאט מאד. סוגים שונים של שסתומים חוזרים זמינים לספק כל אחד מהתפקודים לעיל ואחדים מהשסתומים מצוידים בצווד עזר, דוגמת מיכל ערבוב (dashpot), מתנעי כוח וקפיצים המספקים תפקודים מיוחדים. אך באם המשאבה אינה מסוגלת לעמוד בפני סיבוב לאחור, או תחנת המשאבות מצוידת במיכל גאות הידרו-פניאומאטי, לא יתאים שסתום אל חוזר הנסגר לאט. יש לבחור בזהירות בשסתום אל חוזר נסגר במהירות אוטומטי, תוך התחשבות נאותה במאפיין הסגירה הדינאמית של השסתום.

ניתן לחזות את הנטייה הטבעית של שסתום להיטרק על ידי סקירת המאפיין הדינאמי של שסתומים אל חוזרים אוטומטיים שונים. על מתכנן הצנרת לחשב תחילה את ירידת התאוצה של עמוד המים לאחר המעבר במשאבה, שהיא פונקציה של ההתנגדות הסטאטית, מהירות הזרימה, חיכוך הצינור והאינרציה של המשאבה. ניתן אז להשתמש בנתוני המאפיין הדינאמי של השסתום כדי לקבוע את מהירות הזרימה לאחור המרבית דרך השסתום לפני שהשסתום נסגר, ראה איור 3. עוצמת הטריקה של השסתום, באם קיימת, קשורה ישירות למהירות הזרימה לאחור דרך השסתום לפני הסגירה. בדרך כלל, מהירויות זרימה לאחור העולות על 0.5 רגל/שנייה ייצרו טריקה משמעותית. הוכח, כי עקומות המאפיין הדינאמי לשסתומים מסייעות במידה רבה להתאמת השסתום האל חוזר לדינאמיקה של המערכת כדי למנוע טריקת שסתום.

מאפיינים דינאמיים של שסתומים חוזרים בעלי מדף כפול



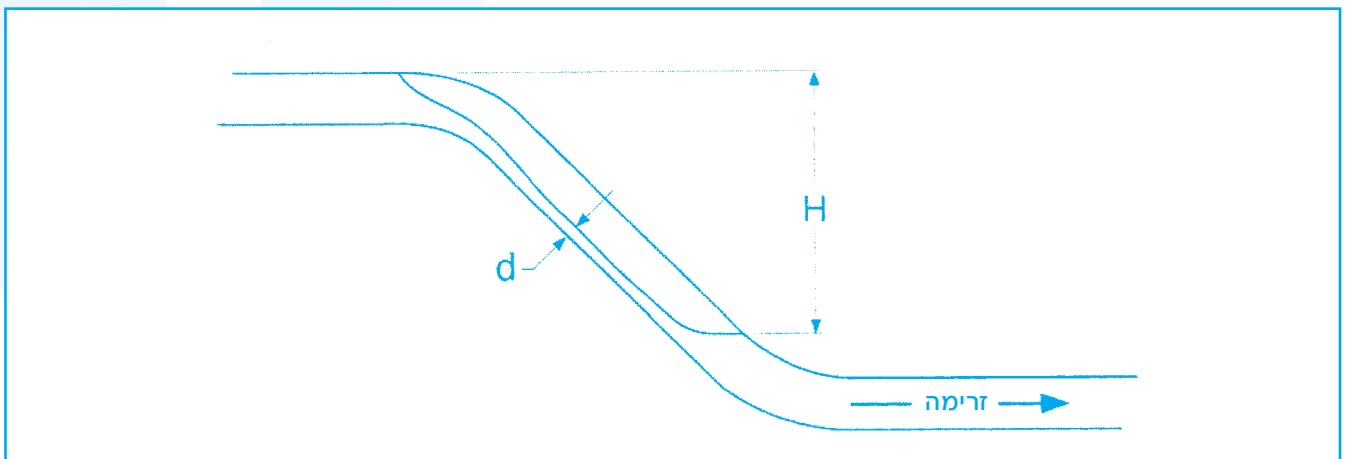
איור 3: נתונים אופייניים של בדיקה דינאמית בשסתום אל חוזר (Rahmeyer)

לסיכום, ניתן להבחין בין שסתומים על פי יכולתם לטפל בנוזלים שונים. שסתומים דוגמת שסתום אל חוזר שקט או שסתום אל חוזר בעל מדף כפול או שסתומים עם מדפים סובבים, דוגמת שסתום אל חוזר בעל מדף נטוי ושסתום פרפר אינם מומלצים לשפכים המכילים מוצקים מרחפים. שסתומים מצוידים בתושבת מתכת על מתכת או בתושבות גמישות. שסתומים בעלי תושבת מתכת יכולים לספק תוחלת חיים ארוכה ואמינה, אך באם נדרש אפס דליפות, יש להשתמש בשסתומים מצוידים בתושבת גמישה.

בחירת שסתום היא תהליך מורכב, הכרוך בניתוח מפורט של תפעול המערכת ומאפייני הביצועים של השסתום. יש לבחור שסתומים אל חוזרים ושסתומי צנרת תוך התחשבות מלאה בעלויות תוחלת חיי השסתום, כולל עלויות אנרגיה, מאפייני זרימה מובנים, מאפייני טריקה ומאפייני התושבת.

כליאת אוויר

משפחת שסתומים נוספת, בעלת חשיבות בחיסכון באנרגיה היא שסתום אוויר. לפעמים מתכנן צנרת מופתע לגלות, כי הגורם לחוסר יעילות מערכת השאיבה או לפעמים אפילו עצירתה הוא אוויר כלוא בצנרת. שגיאה שכיחה אחת היא שקל יותר לשאוב כנגד אוויר במקום נגד מים. אולם, כאשר צנרת מכילה נקודות גבוהות ולאחריהן מסלולים יורדים, אוויר יכול להיכלא בכיסים נתונים ללחץ במורד הזרימה מהנקודה הגבוהה, בגלל כושר הציפה של האוויר. איור 4 מציג אוויר כלוא היוצר כיס ארוך לאורך מורד הצינור, בעל עומק קבוע "d". היות והאוויר נמצא באותו לחץ לאורך כיס האוויר, ניתן להראות, כי הפסד העומד זהה לגובה האנכי של הכיס, או מימד "H".



איור 4: הפסד עומד בגלל כיס אוויר.

כאשר קיימות נקודות גבוהות אחדות בצנרת, הפסדי העומד מצטברים. בעת ההפעלה הראשונית של המשאבה, הצינור עשוי להיראות חסום מפני שהמשאבה אינה יכולה להתגבר על תוצאת כל הפסדי העומד המצטברים בכל הנקודות הגבוהות, אפילו בלחץ כיבוי המשאבה.

אורך הכיס ולפיכך, גודל הפסד העומד הם פונקציה של כמות האוויר שהצטבר. מקור האוויר יכול להיות פתח כניסה של המערכת, שינויים בלחץ המים, או כניסת אוויר מכוונת דרך שסתומי האוויר. ניתן לסלק את האוויר על ידי קבלת בועות בקצה מורד הזרם וגריפת הכיס במורד הזרם על ידי מהירות או על ידי שסתום אוויר אוטומטי הממוקם בחלק העליון של הכיס. תהליך הרקת הבועות הוא תהליך איטי ובלתי יעיל ולרוב אינו עומד בקצב אספקת האוויר מהשאיבה וממקורות אחרים. האפשרות לגריפת כיס האוויר במורד הזרם על ידי מהירות זרימה טובה יותר. כפי שניתן לצפות, מהירות הזרימה הנדרשת להזיז כיס קשורה לשיפוע של הצינור היורד. המהירויות הנדרשות לגרוף כיס אוויר בצינור בקוטר 24 אינץ', מפורטות בטבלה 2.

מהירויות הזרימה הנדרשות לגרוף אוויר ממורדות צינור בקוטר 24 אינץ'

90% מעלות	45% מעלות	25%	5%	0%
8.6 רגל/שנייה	8.3 רגל/שנייה	7.6 רגל/שנייה	7.1 רגל/שנייה	6.6 רגל/שנייה

טבלה 2: מהירויות בצינור 24 אינץ'

מחקרים מראים גם, כי ככל שקוטר הצינור גדול יותר, גוברות מאד המהירויות הנדרשות לגרוף כיסי אוויר. בדרך כלל, המהירות הנדרשת יחסית לקוטר הצינור, לצנרת בקוטר 48 אינץ', יש להכפיל את המהירויות המפורטות בטבלה 2.

הפיתרון הפשוט ביותר לפתור בעיה זו כולל תכנון קפדני של שיפוע הצינור כדי למנוע מורדות. חפירה נוספת באזורים אחדים עשויה לבטל את הנקודה הגבוהה ואת השיפוע כלפי מטה לאחוריו. כמו כן, ניתן להשתמש במהירויות מוגברות כדי לסייע בסילוק אוויר מנקודות גבוהות. לחלופין, ניתן להשתמש בשסתומי אוויר אוטומטיים כדי לסלק את האוויר ולאחזר את יעילות השאיבה של הצנרת ללא עלויות גבוהות של חפירה נוספת או מהירויות זרימה (יש לזכור, כי הכפלת מהירות הזרימה מכפילה פי ארבע את עלויות האנרגיה של המערכת).

ניתן להתקין שסתומי אוויר ישירות על גבי הצנרת כדי לשרת מטרת אחדות. לשסתום אוויר/ ואקום יש פתח גדול השווה כמעט לרבע של קוטר הצנרת ומשמש לשחרר כמויות גדולות של אוויר בזמן מילוי הצנרת. השסתום מאפשר גם כניסה מהירה של אוויר כדי למנוע היווצרות ואקום בצנרת בעת ריקון הצנרת או לאחר הפסקת חשמל. אולם, לאחר שמופעל על שסתום האוויר לחץ והוא סגור, השסתום יפסיק לשחרר אוויר בלחץ. למטרה זו נדרש שסתום שחרור אוויר. שסתום שחרור אוויר מצויד בפתח קטן (למשל, בקוטר של 0.125 אינץ') ומשחרר אוויר כאשר הצינור פועל ונתון ללחץ. הסוג השלישי של שסתום אוויר הוא שסתום אוויר משולב המבצע את כל הפעולות של שסתום אוויר/ ואקום ושסתום שחרור אוויר. שסתומי אוויר משולבים מותקנים בדרך כלל בכל הנקודות הגבוהות ובשינויים קיצוניים בשיפוע, כדי לשחרר אוויר אוטומטית ולמנוע יצירת תנאי ואקום.

אי אפשר להתעלם מחשיבות שסתומי אוויר. הם מקיימים את יעילות הזרימה של הצנרת על ידי שחרור אוויר מצטבר ובנוסף, מבצעים תפקידים רבים נוספים, כולל בקרת גאות והגנה מפני ואקום.

מסקנות

לשסתומים תפקיד חשוב בתפעול מערכת צנרת. בחירה ומיקום זהירים וקפדניים יכולים לשפר מאד את יעילות האנרגיה של המערכת. חשוב אמנם לחשב את הפסד העומד ואת עלויות האנרגיה הכרוכות בשסתומים, אך חשוב גם להתחשב במאפיינים רבים נוספים של שסתומים, כדי להבטיח את הבחירה הטובה ביותר של סוג השסתום ליישום נתון.





ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

קויטציה בשסתומים

www.iml.co.il

התהוות קויטציה בשסתומים

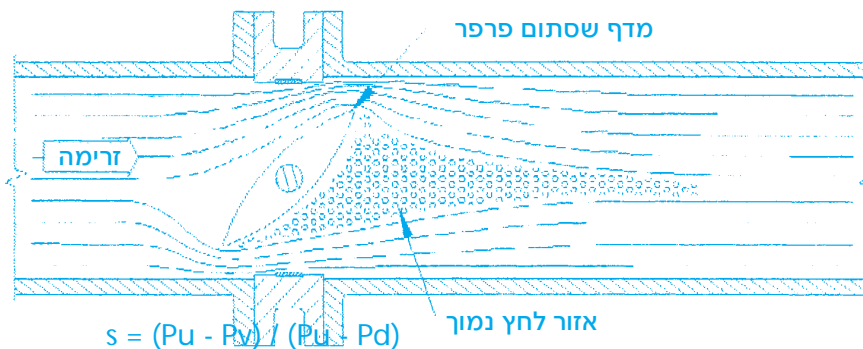
הקדמה

קויטציה יכול להתהוות בשסתומים הנמצאים בשימוש כמשנקים או כמודולטורים. התהוות קויטציה היא התאדות פתאומית והתעבות של הנוזל במורד הזרם מהשסתום, בגלל ירידות לחץ גבוהות נקודתיות. כאשר הזרם עובר דרך שסתום משנק, נוצר מייד אזור לחץ נמוך נקודתי במורד זרימת השסתום. באם אזור הלחץ הנמוך יורד מתחת ללחץ האדים של הנוזל, הנוזל מתאדה (רותח) ויוצר כיס אדים. לאחר שהאדים זורמים במורד הזרם הלחץ חוזר לרמתו ובעות האדים מתבקעות בעוצמה רבה וגורמות לרעשי נקישות או גלגול הדומים לאבנים מתגלגלות בתוך צינור.

אי אפשר לטעות בזיהוי רעש של היווצרות קויטציה בצנרת. התעבות הבעות יוצרת רעשי צלצול ובנוסף יוצרת מאמצים נקודתיים בדפנות הצינור ובגוף השסתום, העשויים לגרום ליצירת חורים חמורה. היווצרות קויטציה היא תופעה שכיחה בשסתומים פוסקים במעלות הספורות האחרונות של הסגירה, כאשר לחץ האספקה

אנליזה של היווצרות קויטציה

AWWA הגדירו שלוש רמות של היווצרות קויטציה. היווצרות חלל התחלתית (incipient cavitation) מייצגת את שלב ההתחלה של היווצרות הקויטציה, כאשר נשמעים רעשי נקישות קלות. היווצרות קויטציה מתמשכת היא רעש נהמה קבוע הקשור עם התחלת אפשרות לנזק לשסתום. היווצרות קויטציה מוחנקת היא הנקודה בה התאדות הנוזל מגיע למהירות הקול בפתח השסתום ומגבילה את הזרימה דרך השסתום. חברת Val-Matic ממליצה להשתמש בנתונים של היווצרות קויטציה מתמשכת כאשר באים לקבוע את השפעות היווצרות הקויטציה על תוחלת חיי השסתום. באם נדרש תפעול שקט לגמרי, יש להיוועץ עם המפעל בנוגע לנתוני היווצרות קויטציה התחלתית. במקרים אלה יש להשתמש רק בשסתומי בקרה מיוחדים בעלי יכולת שינוי כיוון הקויטציה (כלומר שסתומי שרוול) למצבי שניקה. ניתן לחשב מדד היווצרות קויטציה כדי לחזות באם קויטציה ייווצרו, כדלהלן:



כאשר

s = מדד היווצרות קויטציה, נטול מימדים

P_d = לחץ במורד הזרם, psig

P_v = לחץ אדים מתואם לטמפרטורה וללחץ

האטמוספרי, psig

$14.2 - \text{psig}$ – למים ב-60 מעלות פארנהייט,

בגובה פני הים

P_u = לחץ במעלה הזרם, psig

עולה על 100 psig. שסתומים יכולים לעמוד בזמנים מוגבלים של היווצרות קויטציה, אך באם יש צורך להשניק את השסתום או ליצור מודולציה בתנאי היווצרות קויטציה לתקופות זמן ארוכות, תוחלת חיי השסתום עשויה להתקצר במידה ניכרת. לכן, נדרשת אנליזה של תנאי הזרימה כאשר משתמשים בשסתום לבקרת זרימה או לחץ.

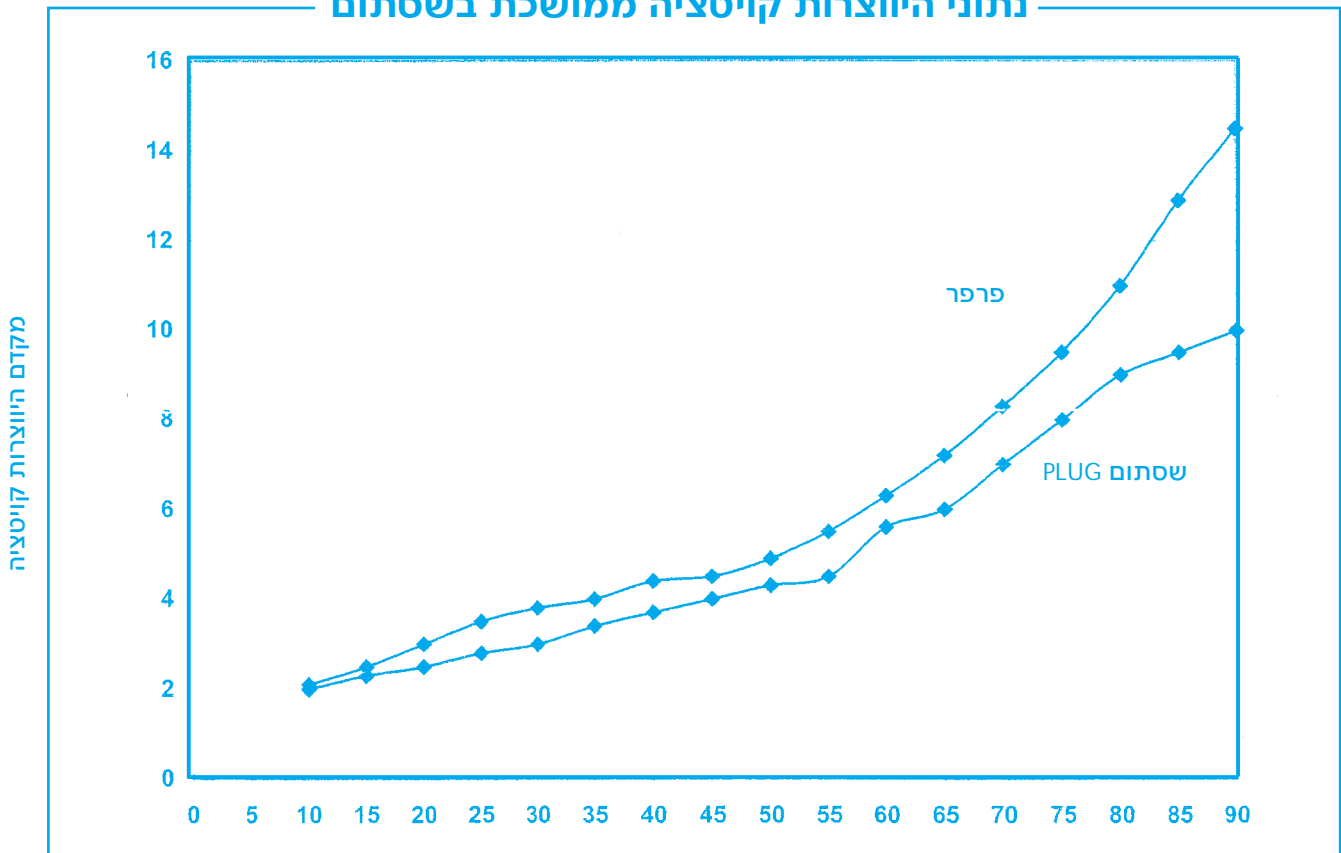
באם הנקודה מופיעה מתחת לקו המשורטט, תתרחש היווצרות קויטציה מתמשכת ושניקה ממושכת בזווית זו אינה מומלצת. כמו כן, שניקה ממושכת מתחת לפתיחה של 10 מעלות, ללא קשר למדד היווצרות הקויטציה, אינה מומלצת בגלל המהירויות הנקודתיות הגבוהות שעשויות להיווצר ולגרום לבלאי פני שטח מושב השסתום.

ככל שערך היווצרות הקויטציה נמוך יותר גובר הסיכוי להיווצרות קויטציה. יצרנים גורסים לרוב, ככלל אצבע, שכאשר ערך s נמוך מ- 2.5, עשויה להתרחש היווצרות חללים.

נתוני היווצרות קויטציה

חברת Val-Matic ערכה ניסויי זרימה בשסתומי פרפר ובשסתומי פקק אקסצנטריים ופיתחה מקדמי היווצרות קויטציה לשסתומים כמתואר בגרף להלן. כדי להשתמש בגרף זה, יש לחשב את הזווית הנדרשת של השסתום, תוך שימוש בנתוני מקדם הזרימה לשסתום האמור. אחר כך מחשבים את מדד היווצרות הקויטציה ומתווים מדד זה על הגרף.

נתוני היווצרות קויטציה ממושכת בשסתום



יישום לדוגמא

שסתום PLUG בקוטר 8", מצויד במנוע מודולציה ישמש במערכת שטיפה לאחור, כדי להגביל את קצב הזרימה למסנן חול. הלחץ במעלה הזרם קבוע ב- 25 psig, היות ומקור הזרם הוא מיכל מוגבה. השסתום מותקן קרוב למסנן החול ויראה לחץ של 5 psig במורד הזרם, תוך בקרת קצב הזרימה לקצב של 300 gpm. בקצב זרימה זה, מחושב שהשסתום צריך להוריד 6 psig. לכן, $P_u + 5 = 6 + P_d$ או 11 psig.

1. חשב את מדד היווצרות הקויטציה: $s = (P_u - P_v)$
 $s = 4.2 \quad s = (11 - (-14.2)) / (11 - 5) / (P_u - P_d)$

2. חשב את ה- C_v הנדרש:

$$C_v = Q / \sqrt{\Delta P}$$

$$C_v = 300 / \sqrt{6}$$

$$C_v = 122$$

3. קבע את זווית השסתום: C_v פתוח לגמרי לשסתום בקוטר 8" הוא 2070.

את האחוז של ה- C_v הפתוח לגמרי מוצאים על ידי חישוב: $\%C_v = 100 \times 122 / 2070$

או 5.9%. בהתייחס לעקומה האופיינית של השסתום SS-1394, זווית השניקה תהיה 22 מעלות פתוחה.

4. התווה את מדד היווצרות הקויטציה של 4.2 על גרף היווצרות הקויטציה עם 22 מעלות על ציר X: הנקודה נמצאת בבירור מעל קו היווצרות הקויטציה, לכן היווצרות קויטציה לא תהווה בעיה.

מסקנות והמלצות

יצרני שסתומים יכולים לבצע אנליזה כדי לחזות מתי תתרחש היווצרות קויטציה בהתבסס על נתוני בדיקת זרימה. כאשר חוזים היווצרות קויטציה, קיימות תרופות אחדות ובכללן:

1. להגביר את הלחץ במורד הזרם על ידי שניקת שסתום במורד הזרם או התקנת פיה.

2. להפחית את הלחץ הדיפרנציאלי על ידי שימוש בשני שסתומים בסדרה.

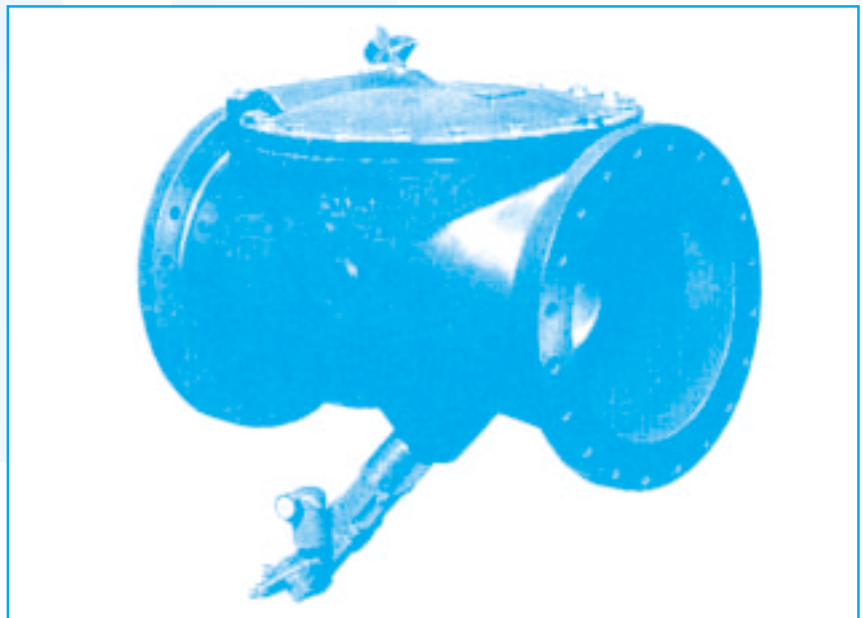
3. להשתמש בקו מעקף קטן לזרימות בקצב נמוך.

4. להתקין פתחים לשבירת ואקום מייד במורד הזרם של השסתום כדי להקטין את כיס האקום.

SWING-FLEX OC®

שסתום אל חוזר סובב עם כרית שמן

מספק ביצועים של כרית שמן ללא הפסד עומד ותחזוקה של שסתום אל חוזר סובב בעל משקולת ומנוף!



שסתום Val-Matic Swing-Flex OC® מתוכנן ליישומים בהם קיימת זרימה מהירה לאחור. זרימה כזו עשויה להופיע ביישומים בעלי התנגדות גבוהה, כולל מתקני שאיבה עם סעפות רבות, או מתקנים של מיכל גאות. כרית השמן לסגירה מבוקרת שולטת ב-10% האחרונים של המהלך וגורמת לסגירה להתבצע בתוך 1 עד 5 שניות ומקטינה בכך את פוטנציאל הטריקה ואת הגאות הנובעת ממנה. ביטול המשקולת והמנוף המושכים את המדף כלפי מטה לתוך הזרם מפחית במידה רבה את תופעות המערבולת, הפסד העומד ומצמצם את התחזוקה.

התכונות כוללות:

- את מיטב מסורת טכנולוגיית SWING-FLEX® האמינה.
- כרית שמן זו נמצאת בשימוש בשסתומים אל חוזרים בעלי מדף נטוי מעל עשרים שנים.
- הפסד עומד נמוך.
- רק חלק נע אחד בשסתום מבטיח תחזוקה בעלות נמוכה.
- ציפוי אפוקסי מוצמד בהתכה מאושר על פי תקן ANSI/NSF 61.
- תאימות מלאה לתקן AWWA C508.

SWING-FLEX OC® שסתום מסדרת השסתומים האל חוזרים SWING-FLEX®

שסתום אל חוזר SWING-FLEX OC® עם כרית שמן

סדרה מס' ANSI 506B דרגה 125
חומרי מבנה תקינים

חומר	שם חלק	מס' חלק
יציקה ASTM A536 סוג 12-45-65	גוף	1
יציקה ASTM A536 סוג 12-45-65	מכסה	2
BUNA-N עם חיזוקים מפלדה ומניילון	דיסק	3
סיב דחוס שאינו אסבסט	אטם	4
מסג פלדה SAE, סוג 5	בורג המכסה	5
אלומיניום ארד, 17-4 פלדת אל-חלד	כרית שמן	20

הערה: כל המפרטים על פי הגרסה האחרונה.

שינוי גרסה: 5.11.2004

שסתום אל חוזר SWING-FLEX® עם כרית שמן

תאריך:
10-9-2000

VAL-MATIC®

VAL-MATIC® תאגיד שסתומים וייצור

שרטוט מס'
VM-506B

סדר פעולות תפעול מיכל ערבוב (dashpot) שמן מותקן בתחתית

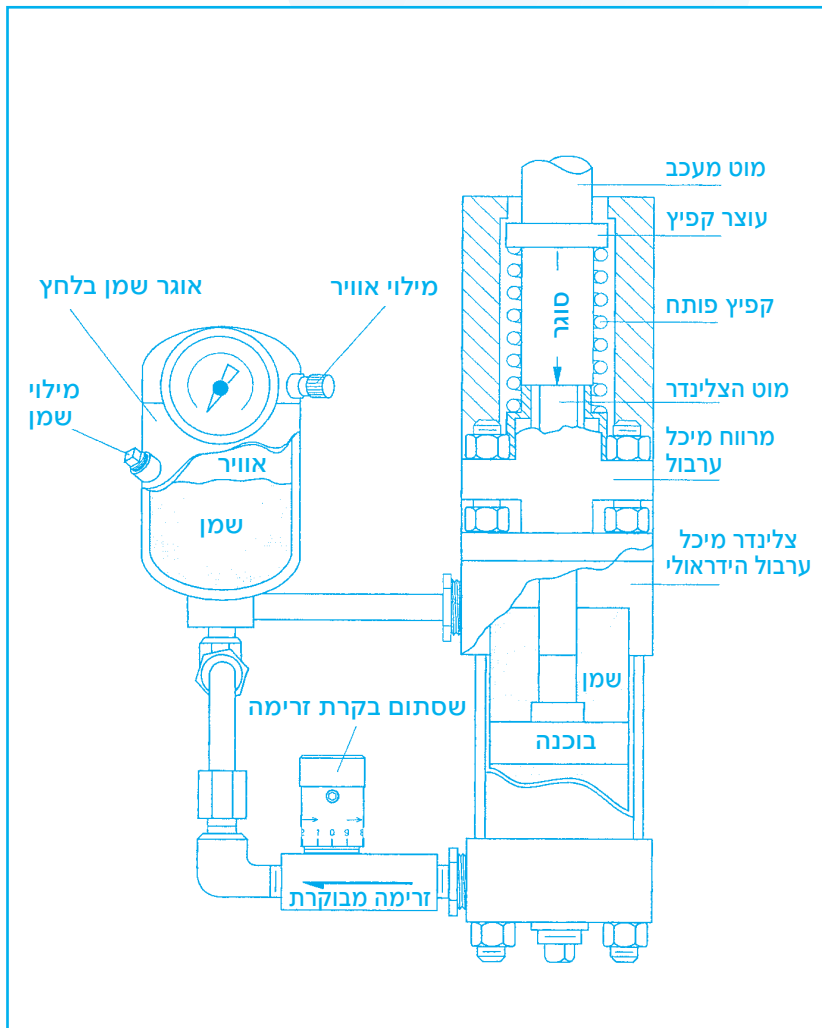
ניתן לשלוט ב- 10% האחרונים של סגירת שסתום אל חוזר בעזרת גליל ערבול הידראולי, המסופק לפי בחירה, כדי למנוע טריקה במקום בו צפויה זרימה מהירה לאחור. "מוט הגליל" דוחף כלפי "המוט המעכב" (sbubber rod), הבא במגע עם מדף השסתום. שני הצדדים של "הצלינדר ההידראולי" מחוברים ל"אוגר שמן בלחץ" האוגר את השמן בלחץ המרבי של הקו ועוד 50 psi. היות ול"בוכנה" של הצלינדר יש שטח לחץ גדול יותר כנגד קצה המוט, לחץ האוויר באוגר נוטה להאריך את המוט. גם "הקפיץ הפותח" מתוכנן להאריך את המוט.

מהלך הפתיחה:

עם התנעת המשאבה של מערכת המים, לחץ המים יפתח בכוח את המדף השסתום האל חוזר. לחץ האוויר באוגר והקפיץ יאריכו את מוט הגליל ואת המוט המעקב לתוך פתח השסתום.

מהלך סגירה:

עם עצירת המשאבה של מערכת המים, משקל המדף והזרימה לאחור של המים יסגרו בכוח את מדף השסתום ויכו על "המוט המעכב". "המוט המעכב" ידחוף את "מוט הצלינדר" בכיוון המצוין בתרשים וזרימו שמן בכוח דרך "שסתום בקרת הזרימה" המתכוונן. "שסתום בקרת הזרימה" ישלוט במהירות הסגירה של 10% האחרונים של מהלך השסתום, הנעה בדרך כלל מ- 1 עד 5 שניות.



שינוי גרסה: 28.05.2003

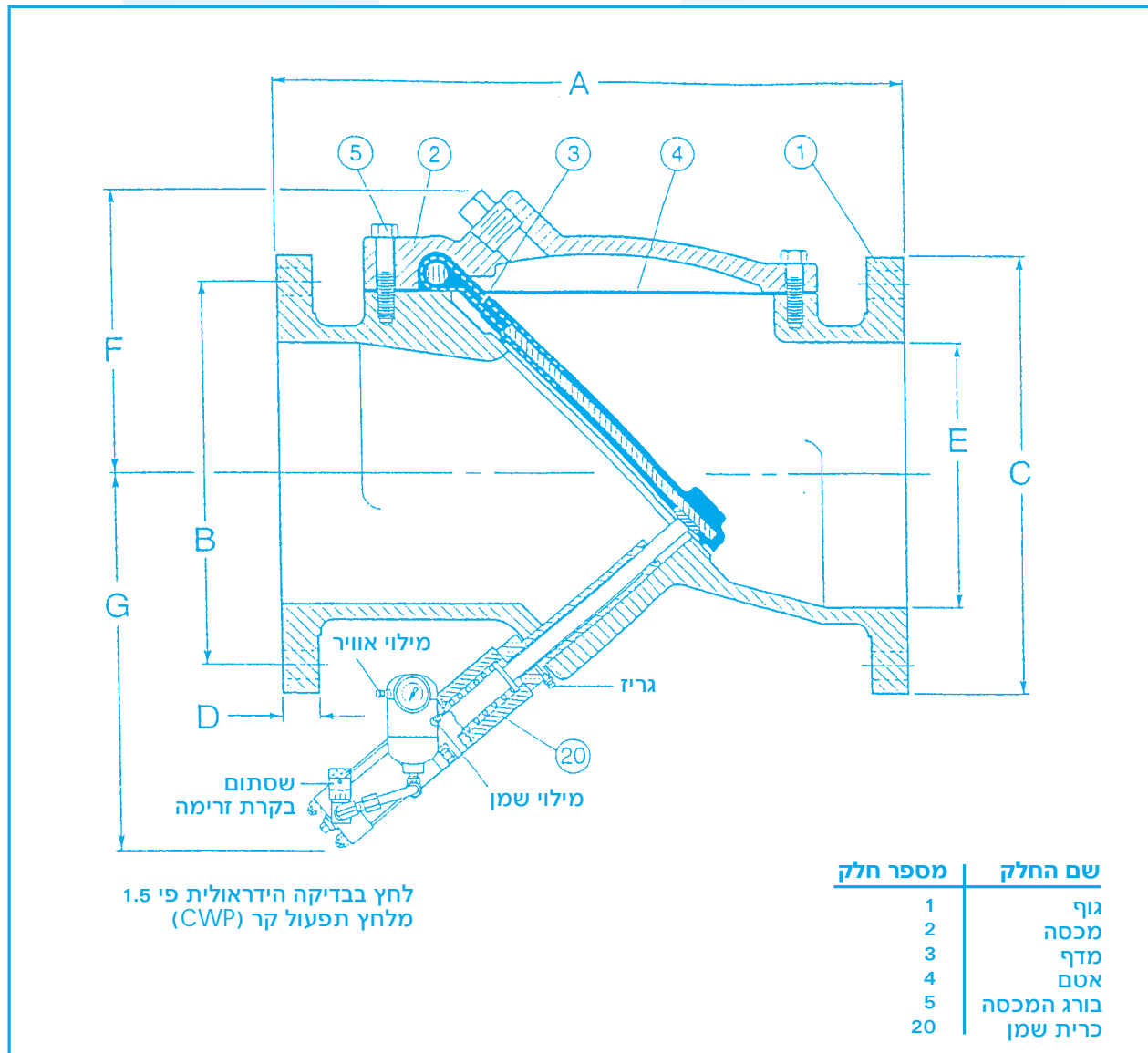
סדר פעולות תפעול מיכל ערבול שמן מותקן בתחתית

תאריך:
31-07-1997

VAL-MATIC®

VAL-MATIC® תאגיד שסתומים וייצור

שרטוט מס'
SS-1402



שינוי גרסה: 5.11.2004

שסתום אל חוזר SWING-FLEX® עם כרית שמן

תאריך:
10-9-2000



VAL-MATIC® תאגיד שסתומים וייצור

שרטוט מס'
VM-506B



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

שסתום אל חוזר Swing-Flex® הוראות תפעול, תחזוקה והתקנה

www.iml.co.il

שסתום אל חוזר Swing-Flex® הוראות תפעול, תחזוקה והתקנה

הקדמה

שסתום אל חוזר מאליו מסתובב (Swing Check Valve) מתוכנן לספק שנים רבות של תפעול ללא תקלה. מדריך זה מספק לך את המידע הנדרש להתקין ולתחזק נכון את השסתום ולהבטיח תפעול אמין במשך שנים רבות. השסתום נפתח על ידי זרם הנוזל בכיוון אחד ונסגר אוטומטית כדי למנוע זרימה בכיוון ההפוך. ניתן להתקין מפעיל הזרמה לאחור בתחתית השסתום, כדי לאפשר הזרמה ידנית לאחור דרך השסתום בכיוון ההפוך.

השסתום הוא מסוג חוזר מאליו סובב, המנצל תכונות של תושבת נטויה בזווית ומדף גמיש, חוזר לאחור, מצופה במלואו. השסתום מסוגל לטפל במגוון רחב של נוזלים, כולל זורמים המכילים מוצקים מרחפים. גודל, כיוון זרימה, לחץ תפעול מרבי ומספר סידורי מוטבעים על תג הזיהוי לשירותך.

זהירות:

אין להשתמש בשסתום לבדיקת קו בלחץ גבוה מסיווג הלחץ המפורט בתג הזיהוי שעל השסתום, כדי למנוע נזק לשסתום.

"לחץ תפעול מרבי" הוא סיווג ללחץ נטול של השסתום בטמפרטורה של 150 מעלות פארנהייט. השסתום אינו מיועד לתפקד כשסתום מבודד לבדיקת קו בלחץ גבוה מהסיווג הנקוב של השסתום.

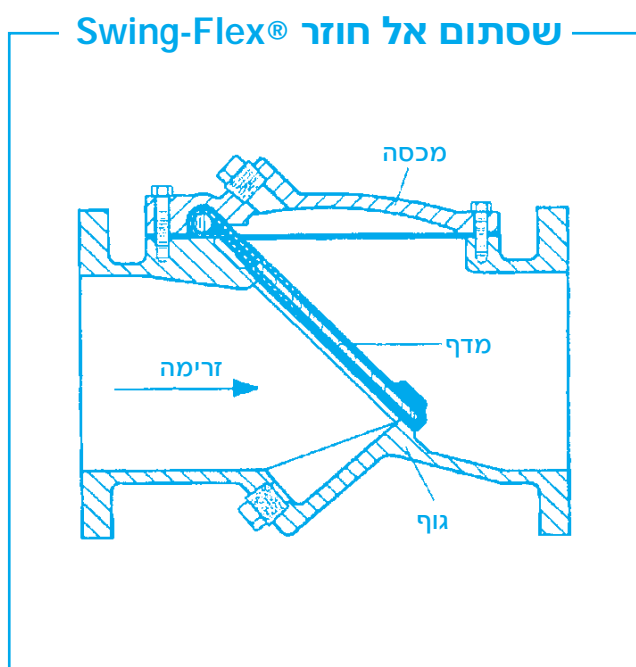
קבלה ואחסון

יש לבדוק שסתומים בזמן הקבלה כדי לוודא שלא נגרם נזק בזמן השינוע. יש לפרוק בזהירות את כל השסתומים ולהניח על הרצפה מבלי להפיל אותם. אין לאפשר מגע של רצועות הרמה או שרשראות באזור התושבת. יש להשתמש בברגים דמויי קרס או מוטות העוברים דרך חורי האוגן בשסתומים גדולים.

אזהרה:

אין להשתמש בחורים עם הברגות של המכסה להרמת השסתום, כדי למנוע נזק חמור.

על השסתומים להישאר באריזתם, במצב נקי ויבש עד להתקנה, כדי למנוע נזקי מזג אוויר. לאחסון ממושך לתקופה העולה על ששה חודשים, יש לצפות את פני שטח הגומי של המדף בשכבה דקה של גריז מאושר על ידי FDA, דוגמת Lubriko #CW-606. אין לחשוף את המדף לאור שמש או לאוויר לתקופה ממושכת.



איור 1:

תיאור פעולת השסתום

השסתום מתוכנן למנוע אוטומטית זרימה לאחור. בתנאי זרימת מערכת, תנועת הנוזל מאלצת את המדף להיפתח למצב פתוח המספק אזור זרימה של 100% ללא מגבלה דרך השסתום. בתנאי זרימה לאחור, המדף חוזר אוטומטית למצב סגור, כדי למנוע זרימה לאחור.

התקנים נוספים לפי בחירה, דוגמת מפעיל הזרמה לאחור, מחוון מכאני, מפסק מגביל ומיכל ערבול שמן תחתון מסופקים בנפרד ויש להתקין אותם בשדה.

התקנה

התקנה נכונה של Swing-Flex® חשובה לתפעול תקין. ניתן להתקין ליישום הזרמה אופקית או אנכית כלפי מעלה. אולם, במצב אופקי, יש להתקין את השסתום כאשר תג הזיהוי מופנה כלפי מעלה והמכסה מאוזן. בכל ההתקנות, יופנה החץ המורה על כיוון הזרימה, היצוק במכסה השסתום לכיוון הזרימה בפעולה תקינה של המערכת.

אזהרה:

אין להשתמש בחורים של הברגות של המכסה להרמת השסתום, כדי למנוע נזק חמור.

קצוות בעלי אוגן: שסתומים בעלי אוגנים יוצמדו לאוגנים שטוחי מפלס של צינורות המצוידים באטמי אוגנים שטוחים המכסים את כל פני השטח בלבד. יש לתמוך את השסתום ואת הצינורות הצמודים לו ולשמור על מפלס זהה כדי למנוע מהצינור להפעיל מאמץ על השסתום. לאחר סיכת הברגים והחדרתם סביב האוגן, עליך להדק אותם באופן אחיד בהידוק ידני. עליך לבצע את הידוק הברגים בהדרגה, בשיטת ההידוק הצולב. ערכי הפיתול המומלצים לשימוש באוגנים גמישים לאחר סיכה (durometer 75) מפורטים בטבלה 1. במקרה של דליפה, הנח לאטמים לספוג את הנוזל ובדוק את הפיתול ואת הדליפה לאחר 24 שעות. אין לעבור את מגבלת סיווג הבורג או למתוח את האטם.

זהירות:

השימוש באטמים עגולים או הידוק יתר של הברגים עשוי לגרום לנזק לאוגני השסתום.

גודל שסתום (אינץ')	קוטר בורג (אינץ')	פיתול מומלץ (ft-lbs)	פיתול מרבי (ft-lbs)
3	5/8	25	90
4	5/8	25	90
6	3/4	30	150
8	4/4	40	150
10	7/8	45	205
12	7/8	65	205
14	1	80	300
16	1	80	300
18	1 1/8	100	425
20	1 1/8	100	425
24	1 1/4	150	600
30	1 1/4	160	600
36	1 1/2	300	900

טבלה 1: פיתול בורגי האוגן

מבנה השסתום

שסתום Swing-Flex® תקני בנוי מברזל יציקה חזק ומדף מגופף. עיין ברשימת החומרים המפורטת המוגשת להזמנה באם נדרש חומר שונה מברזל יציקה. המדף הוא החלק הנע היחיד, מה שמבטיח תוחלת חיים ארוכה ותחזוקה מזערית. הפרטים הכלליים של המבנה מתוארים באיור 2. הגוף (1) מצויד באוגן לחיבור לצנרת, בעל חלק עליון פתוח ואטום במכסה יצוק (2). המדף (3) מוחזק על ידי המכסה.

חומר	תיאור	פריט
ברזל יציקה	גוף	1
ברזל יציקה	מכסה	2
פלדה עם ציפוי Buna-N	מדף*	3
לא מאסבסט	אטם*	4
מסג פלדה	בורג מכסה	5

*חלק חילוף מומלץ

מושב המתכת ונקה לפי הצורך. השסתום התושבת אינו נפתח: וודא שאין חסימות בשסתום או בצנרת. ראה נוהל פירוק בעמוד 4. לחץ התפעול עשוי להיות נמוך מדי. באם הלחץ קטן מ-0.5 psi, היוועץ עם המפעל בנוגע ליישום.

פירוק

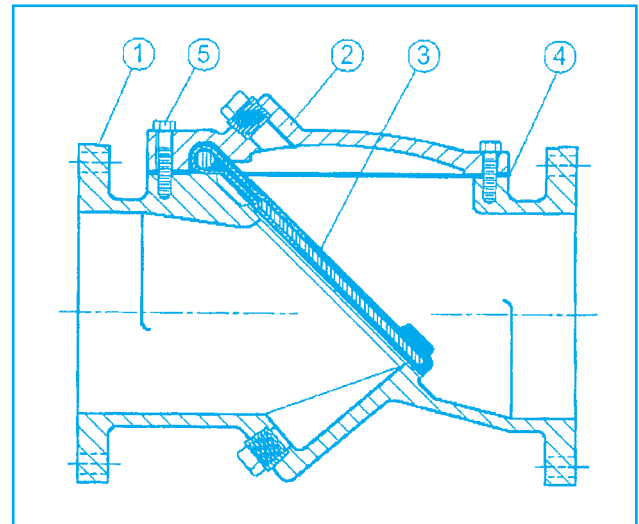
ניתן לפרק את השסתום מבלי לפרקו מהצנרת. ניתן גם לפרק את השסתום מהצנרת משיקולי נוחות. כל העבודה על השסתום תבוצע על ידי מכונאי מיומן בכלים המתאימים ומנוף מותנע לשסתומים גדולים יותר. פירוק נדרש כדי לבדוק את הבלאי של הדיסק או משקעים בשסתום.

אזהרה:

חובה לרוקן את הקו לפני הסרת המכסה, כדי למנוע מהלחץ המשתחרר לגרום נזק גופני.

1. פרוק את הלחץ ורוקן את הצנרת. עיין באיור 2 בעמוד 2. הוצא את בורגי המכסה (5) מהמכסה העליון.

2. שחרר את המכסה (2) והסר אותו בהרמה מעל גוף השסתום. בשסתומים של 12" ומעלה המכסה מצויד בחורים המיועדים לוו הרמה.



איור 2: מבנה שסתום אל חוזר

תחזוקה

לשסתום אל חוזר מאליו Swing-Flex® לא נדרשת תחזוקה או סיכה מתוכננת. פעולות שירות וביקורת מבוצעות מבלי לפרק את השסתום מהקו.

ביקורת השסתום: באם נדרשת ביקורת שסתום, פעל לפי הוראות הפירוק המפורטות בעמוד 3.

איתור תקלות ותיקון

להלן בעיות אחדות ופתרונות שיסייעו לך לפתור תקלות במכלול השסתום באופן יעיל. 1. נזילה במפעיל התחתון: בטל את הלחץ בקו והפעל את המפעיל. באם הנזילה נמשכת, החלף את אטמי המפעיל לפי נוהל החלפת אטם מפעיל בעמוד 4.

2. נזילה במכסה או באוגנים: הדק את הברגים, החלף אטם.

3. השסתום נוזל במצב סגור: וודא שאין נזק לדיסק והחלף במידת הצורך. בדוק את פני שטח

3. פרק את המדף (3) ובדוק לוודא שאין סדקים, קרעים או נזק לפני שטח הגומי האוטם.
4. נקה ובדוק את החלקים. החלף חלקים שחוקים לפי הצורך וגרז את החלקים בגריז מאושר על ידי FDA, דוגמת #CW-606 Lubriko.

הרכבה

- נקה את כל החלקים. נקה את פני שטח האטם במברשת פלדה נוקשה בכיוון החריצים או סימני העיבוד. החלף חלקים שחוקים, אטמים ואטימות בזמן ההרכבה.
1. הנח את המדף (3) על המושב כשהצד המחורז מופנה כלפי מטה.
 2. הנח את אטם המכסה (4) ואת המכסה (2) על חורי הברגים וציר המדף.
 3. הכנס את הברגים המשומנים (5) והקפד להכניס את הברגים הארוכים יותר לאזור הצייר.
 4. הדק את בורגי המכסה לפי המפרט הבא בזמן ההרכבה: בורגי המכסה

שסתום	גודל	פיתול (FT-LBS)
2.5"–2"	1/2"	75
3"	7/16"	50
4"	1/2"	75
6"	7/16"	50
8"	9/16"	100
10"	3/4"	200
12"–20"	7/8"	250
24"	1"	300
30"	1 1/8"	500
36"	1 1/4"	700

טבלה 2: פיתול בורגי מכסה השסתום

התקנה בשדה ותחזוקה של מפעיל הזרמה לאחור (הזמנה לפי בחירה) תפעול מפעיל הזרמה לאחור: את מכלול מפעיל זרימה לאחור, המוזמן לפי בחירה, ניתן להרכיב בקלות בשדה. המפעיל אינו מתוכנן לפעול בלחץ התפעול המרבי של השסתום. לכן, לפני השימוש במפעיל, סגור את השסתום המבודד את המשאבה ופרוק לחץ מהקו. להפעלה, סובב את הידית בכיוון השעון. כך תפתח את דיסק השסתום ותאפשר זרימה לאחור דרך השסתום. על הידית להסתובב בקלות. כאשר תחוש בהתנגדות, הדיסק הגיע למעצור בגוף ונמצא במצב פתוח לגמרי. בסיום פעולת השטיפה לאחור, סובב את הידית נגד כיוון השעון והשסתום יחזור אוטומטית למצב סגור. נעל את המפעיל במצב סגור עם האום הנועל המסופק. המערכת מוכנה שוב לתפעול רגיל.

אזהרה:

חובה לפרוק את הלחץ מהקו לפני השימוש במפעיל ההזרמה לאחור, כדי למנוע נזק.

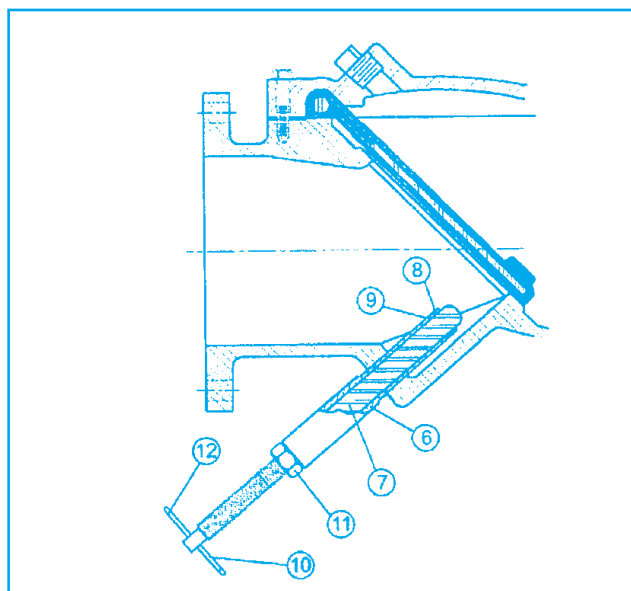
התקנת מפעיל הזרמה לאחור בשדה: מפעיל ההזרמה לאחור מסופק כמכלול לבחירה מהמפעל, ונשלח בנפרד מהשסתום.

אזהרה:

הוצאת הפקק התחתון כאשר המכלול נתון בלחץ עשויה לגרום לנזק גופני.

1. פרוק את הלחץ מהצנרת ורוקן את הצנרת.
 2. הוצא את פקק הצינור בתחתית השסתום.
 3. בדוק את מוט ההזרמה לאחור והנח במצב מכונס (על המוט לבלוט כ- 1" מקצה תותב הפליז). מרח אוטם הברגות מטפלון על הברגות הפליז.
 4. החדר את הקצה בעל ההברגה של המכלול לתוך פתח השסתום. סובב לאט את המכלול לתוך הפתח תוך הקפדה על הברגה נכונה. מבלי לפגוע בתותב. המשך לסובב את המכלול לתוך השסתום עד שישב היטב במקומו.
- החלפת אטם מפעיל הזרמה לאחור: שני חלקים במפעיל ההזרמה לאחור (8 ו-9) עשויים להתבלות. כדי להחליף את האטמים, פרוק תחילה את הלחץ מהצנרת ורוקן את הצנרת. אחר כך הסר את מכלול מפעיל ההזרמה לאחור מהשסתום על ידי סיבוב התותב מפליז (6) נגד כיוון השעון. פרק את מפעיל ההזרמה לאחור באופן הבא:
1. הסר אחד מהפקקים העשויים מויניל (12).
 2. הסר את ידית T (10) ואת האום הנועל (11) מהמוט (7).
 3. הסר את המוט (7) מהתותב (6) על ידי הברגת המוט עד הסוף נגד כיוון השעון ומשיכת המוט דרך צד השסתום בו נמצא התותב (6).
 4. שמן את האטמים החדשים בגריז מאושר על ידי FDA, דוגמת Lubriko #CW-606 והתקן אותם בחריצי הקצה של התותב.
 5. נקה, שמן והחזר את המוט לתותב.
 6. החזר למקום את האום הנועל (11) ואת ידית T (10).
 7. הנח מכסה ויניל (12) על הידית (10).
 8. מרח אוטם הברגות מטפלון על התותב והברג בזהירות לתוך השסתום תוך הקפדה על הברגה נכונה שלא תפגע בתותב.

רשימת חלקים של מפעיל הזרמה לאחור		
חומר	תיאור	פריט
פליז	תותב	6
פלדת אל-חלד	מוט	7
מוליטן	מגב מוט*	8
Buna-N	טבעת "O"	9
פלדת אל-חלד	ידית	10
פליז	אום נועל	11
ויניל	מכסה*	12
	*חלק חילוף מומלץ	



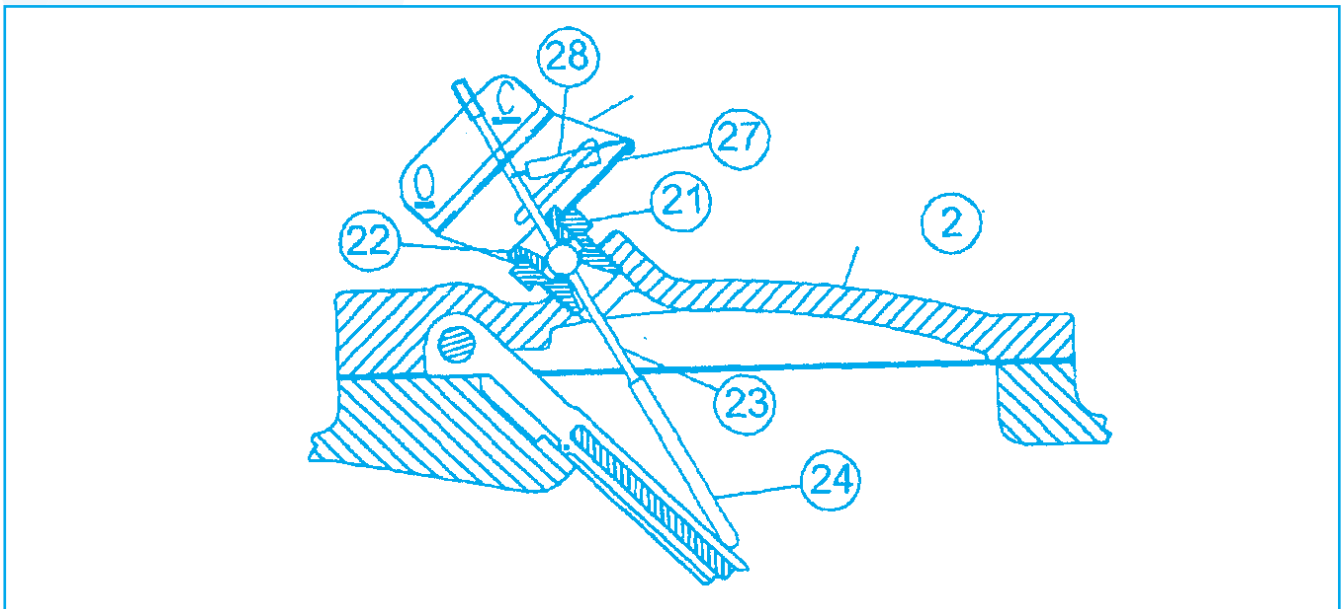
איור 3: מכלול מפעיל הזרמה לאחור

מחון מכאני (לפי בחירה)

המחון המכאני הוא אביזר המותקן לתוך המכסה וניתן להתקנה בקלות בשדה לפי סדר הפעולות הבא. המחון המכאני משמש לחיווי חזותי של מצב פתוח או סגור של השסתום.
1. פרוק את הלחץ מהצנרת ורוקן את הצנרת.

אזהרה:

- הוצאת פקק הצינור כאשר המכלול נתון בלחץ עשויה לגרום לנזק גופני.
- הוצא את פקק הצינור מהמכסה.
- חבר את מתאם המחון (24) למוט המחון (23).
- נתק את קפיץ המחון (28) מהלוחית (27).
- שחרר את התותב העליון של המחון (22) מהתותב התחתון (21) שים לב: אין צורך להסיר לגמרי את התותב העליון מהתותב התחתון.
- מרח חומר חיבור צינורות על הברגות התותב התחתון (21).
- החזר את מכלול המחון לפתח במכסה השסתום.
- הדק את התותב התחתון (21) לתוך פתח מכסה השסתום.
- ישר את לוחית המחון (27) כלפי השסתום והדק את התותב העליון (22).
- חבר את קפיץ המחון (28) למקומו.



איור 4: מכלול מחון מכאני

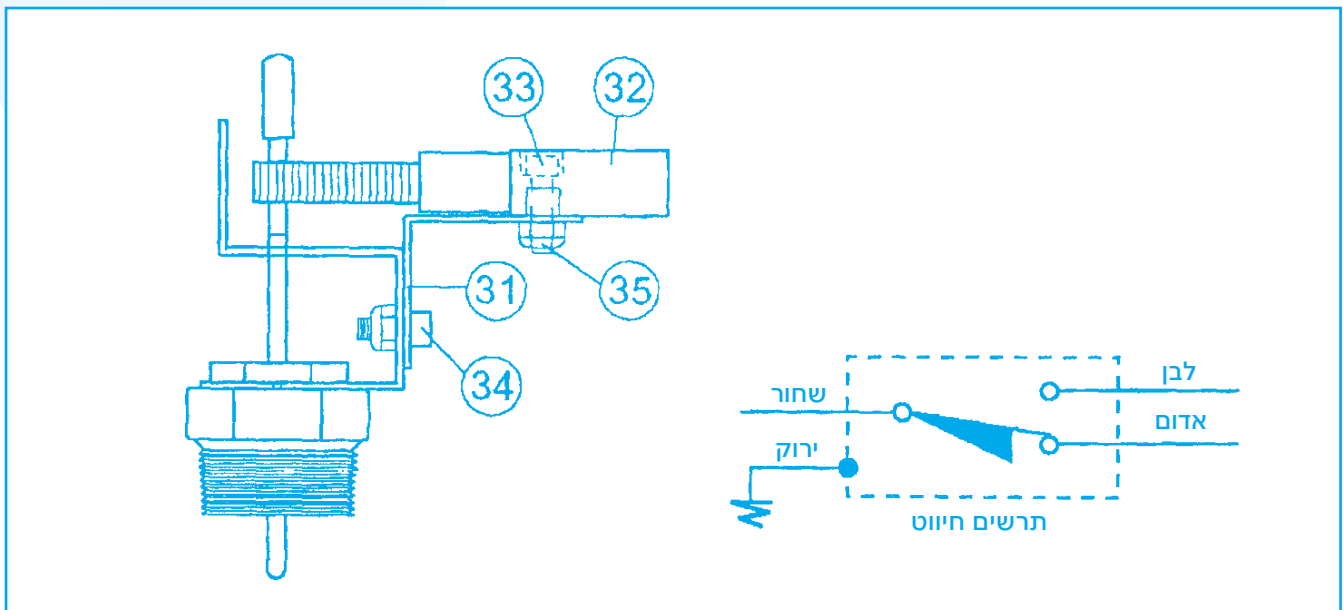
רשימת חלקי מחון מכאני		
חומר	תיאור	פריט
פליז	גוף	21
פליז	תותב	22
פלדת אל-חלד T316	מוט	23
פלדת אל-חלד T316	מתאם	24
פלדת אל-חלד T316	לוחית	27
פלדת אל-חלד T302	קפיץ	28

מתג מגביל (לפי בחירה)

המתג המגביל מופעל בצמוד למחונן המכאני. המתג המגביל התקני הוא MICROSWITCH, דגם מס' 914CE20-3. המתג המגביל תואם את תקן SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) (בקרת פיקוח וקליטת נתונים) ליישומים המצריכים חיווי פתוח/ סגור. סיווג Nema: 1, 2, 4, 6, 6P, 12, 13. סיווג UL: 5 אמפר, 1/10 כ"ס, 125 או 250 VAC, SPDT.

התקנה:

1. חבר את מכלול המתג המגביל למחונן בעזרת הברגים והמצמד המצורפים.
2. מקם את המכלול במצב המגע הרצוי.
3. חבר את החיווט לפי התרשים להלן.



איור 5: מכלול המתג המגביל

רשימת חלקי מתג מגביל

חומר	תיאור	פריט
פלדת אל-חלד T316	מצמד להצמדה	31
MICROSWITCH	מתג מגביל	32
פלדת אל-חלד T316	בורג	33
פלדת אל-חלד T316	בורג	34
פלדת אל-חלד T316	אום	35

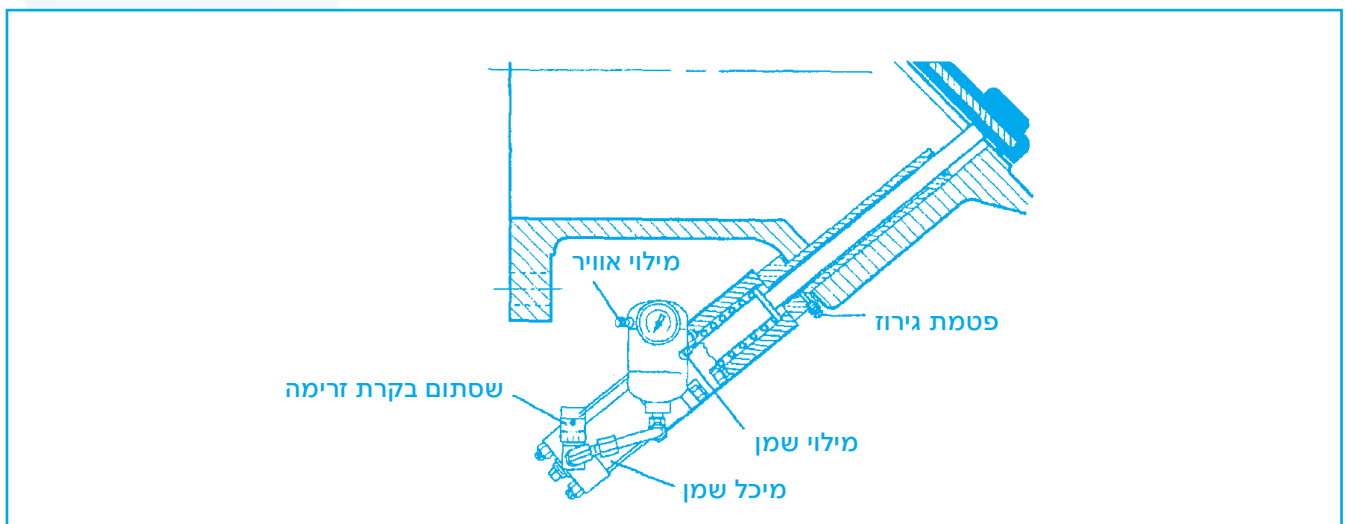
התקנה בשדה ותחזוקה של מיכל ערבול שמן (dashpot) תחתי (הזמנה לפי בחירה) התקנת המיכל בשדה: מיכל זה מסופק כמכלול נפרד לבחירה מהמפעל. יחידה זו שולטת ב- 10% האחרונים של מהלך המדף למצב סגירה, כדי לצמצם את הטריקה ואת המים. זמן מהלך 10% אלה ניתן לכיון מ- 1 שנייה ועד ל- 5 שניות.

1. פרוק את הלחץ מהשסתום ומהצנרת ורוקן את הצנרת והשסתום.

אזהרה:

הוצאת הפקק התחתון כאשר השסתום נתון בלחץ עשויה לגרום לנזק גופני.

2. הוצא את הפקק בתחתית. השסתום. מרח אוטם הברגות מטפלון על הברגות הפליז של מיכל הערבול.
3. החדר את הקצה בעל ההברגה של המכלול לתוך פתח השסתום. סובב לאט את המכלול לתוך הפתח תוך הקפדה על הברגה נכונה. מבלי לפגוע בתותב. המשך לסובב את המכלול לתוך השסתום עד שישב היטב במקומו.
4. כוון את לחץ האוויל במיכל למינימום של 10 psi מעל ללחץ הקו. כוון את שסתום בקרת הזרימה למצב אמצעי (כלומר, פתח סיבוב אחד). על מוט המיכל להתארך ולהחזיק את המדף פתוח כדי 1 אינץ' בערך. לחץ המים בקו יסגור את המדף.



איור 6: מיכל ערבול שמן מותקן בתחתית השסתום

בדיקת מפלס השמן והגריז:

1. על השסתום החוזר מאליו להיות סגור.
2. נקז את האוויר ממיכל השמן בעזרת שסתום האוויר המותקן על המיכל.
3. הסר את פקק הצינור מפתח מילוי מיכל השמן.
4. הוסף נוזל הידראולי שווה ערך ל- Mobil #DTE 24 עד למפלס המצוין על המיכל. החזר את פקק הצינור למקומו.

5. טען את מיכל השמן בלחץ אוויר עד למינימום של 10 psi מעל ללחץ הקו.
6. לא ניתן לבדוק את מפלס הגריז, אך מומלץ למלא גריז דרך פטמת הגירוז פעמיים בשנה. העזר באקדח מחסנית גריז והחדר גריז דרך הפטמה בשתי לחיצות מלאות. השתמש בגריז מאושר על ידי FDA, דוגמת Lubriko #CW-606 (תוצרת Master Lubricants Company, Philadelphia, PA).

החלפת אטם מיכל ערבול שמן:

היחידה מכילה אטמים אחדים שידרשו החלפה.

1. פרוק את הלחץ מהשסתום ומהצנרת ורוקן את הצנרת והשסתום.
2. הברג החוצה את מיכל הערבול מהשסתום והסר את 4 הברגים המחזיקים את מרווח היחידה..
3. החלף את שני המגבים של המוט ואת אטם טבעת "O".
4. באם דולף שמן ממיכל השמן, הדק את אומי מוט הקשירה. יש להחזיר את המיכל למפעל לשיפוץ.
5. הרכב את היחידה במקומה על פי הוראות התקנת יחידה חדשה.

חלקים ושירות

תוכל לקבל חלקים ושירות מהנציג המקומי. אנא ציין את דגם השסתום ואת לחץ התפעול המפורטים בתג הזיהוי של השסתום והתקשר אל:
חברת ישראל מנדלסון, מחלקת שירות נציג מכירות ימציא הצעת מחיר לחלקים או יתאם שירות לפי הצורך.



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

דו"ח בדיקת שסתום אל חוזר Val-Matic® Swing-Flex®

www.iml.co.il

PSI, Pittsburgh Testing Laboratories
2 באוגוסט, 1991
Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation
905 Riverside Drive,
Elmhurst, IL 60126

לתשומת לב: מר פיל לאנדון (Phil Landon)

הנדון: נוכחות בבדיקת שסתום חוזר מאליו Val-Matic Swing-Flex® גודל 8", דגם 508

מר לנדון היקר,

מבקר מטעם Professional Service Industries היה נוכח בחברת Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation כדי לפקח ולהשגיח על בדיקת שסתום שבוצעה על ידי עובדי Val-Matic.

המבקר מטעם PSI אימת ואישר, כי השסתום שנבדק עמד בדרישות כפי שפורטו בתכנון המוצר.

חברת PSI סיפקה ביקורת במחזור 500,000, 750,000 ו-1,000,000. המידע המצורף מייצג את התצפיות שנערכו במהלך בדיקה זו.

באם יש לך שאלות כלשהן, אנא אל תהסס להתקשר אלי.

מוגש בכבוד רב,

Professional Service Industries, Inc.

(-)

ריצ'ארד סי. ארטלי (Richard C. Eartly)
מנהל פרויקט

דויד א. דאן (David A. Dunn, P.E.)
סגן נשיא בכיר

חותמת עגולה עם שם החותם

DAVID A. DUNN, P.E.
27601

מהנדס מקצועי רשום של אילינוי
[בכתב יד מתחת לחותמת

תוקף הרישיון יפוג ביום 30 בנובמבר, 1994

RCE/DAD:jmp
לוטה

דו"ח בדיקה להוכחת תכנון

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation
905 Riverside Drive, Elmhurst, IL 60126

1. המוצר: שסתום אל חוזר Val-Matic Swing-Flex® גודל 8", דגם 86 עם אוגנים ANSI 125 LB, גוף ומכסה מברזל יציקה, מדף יצוק בתבנית Buna-N מחוזק בניילון ובפלדה.

2. תיאור הבדיקה הוכחת התכנון
1,000,000 מחזורים עם בדיקות הידרוסטטיות

3. מטרת הבדיקות: להדגים ולהוכיח את האמינות, העמידות והביצועים של המדף, התושבת ומתג האיתות של השסתום.

4. נוהל: השסתום הורכב על פי מפרט היצרן. מתקן בדיקה הידרוסטטית הודק לאוגן מורד הזרם. המתקן הכיל קו לחץ וקו יציאת אוויר. צד מעלה הזרם של השסתום נותר פתוח לאטמוספירה.

כאשר המדף של השסתום היה במצב סגור, מלאו את צד מורד הזרם של השסתום במים דרך קו הלחץ. ניתן לאוויר בתוך השסתום לצאת דרך קו יציאת האוויר. לאחר מילוי השסתום, תושבת השסתום נאטמה ולא נצפתה כל דליפה בגובה סטאטי של כ- 1 רגל (psi 43).

הופעל לחץ הידרוסטאטי.

לחץ בדיקה נמוך של 55 psi (לחץ מים עירוני) הוחזק במשך חמש דקות. התושבת נבדקה ולא נצפתה כל דליפה.

אחר כך נערכה בדיקה בלחץ גבוה של 200 psi למשך חמש דקות שלאחריהן התושבת נבדקה שנית ולא נצפתה כל דליפה.

2 באוגוסט, 1991 עמ' 2 מתוך 2 Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

בסיום הבדיקה הראשונית של התושבת, פורק מתקן הבדיקה ההידרוסטטית והבדיקה המחזורית התחילה. בבדיקה המחזורית השתמשו במתג האיתות המוצע לפי בחירה של Val-Matic, כדי להפעיל את המונה שתיעד את מחזורי פתיחה/ סגירה. מחזור אחד נספר בכל פעם שהמדף חזר למקומו בתושבת. גליל פניאומטי הותקן בחור קדוח, שמוקם בחלק התחתון של גוף השסתום, המשמש בדרך כלל לחיבור מתקן זרימה לאחור המוצע לפי בחירה. מוט הגליל פתח לגמרי את המדף של השסתום ואז נסוג למקומו במהירות, ואפשר למדף ליפול באופן חופשי בחזרה לתושבת השסתום. נערכו מחזורי תפעול אחדים כדי להוכיח את תפעול הגליל והמונה.

בסיום מחזורי הוכחת תפעול אלה, אופס מונה המחזורים וננעל. חותמות מתאימות הוצמדו לבית השסתום ולמדף, כדי להבטיח שלא יעשה כל שינוי בשסתום בזמן הבדיקה. לאחר מכן, השסתום הופעל במחזורים, במשך 24 שעות ביממה בקצב של כ- 20 מחזורים לדקה.

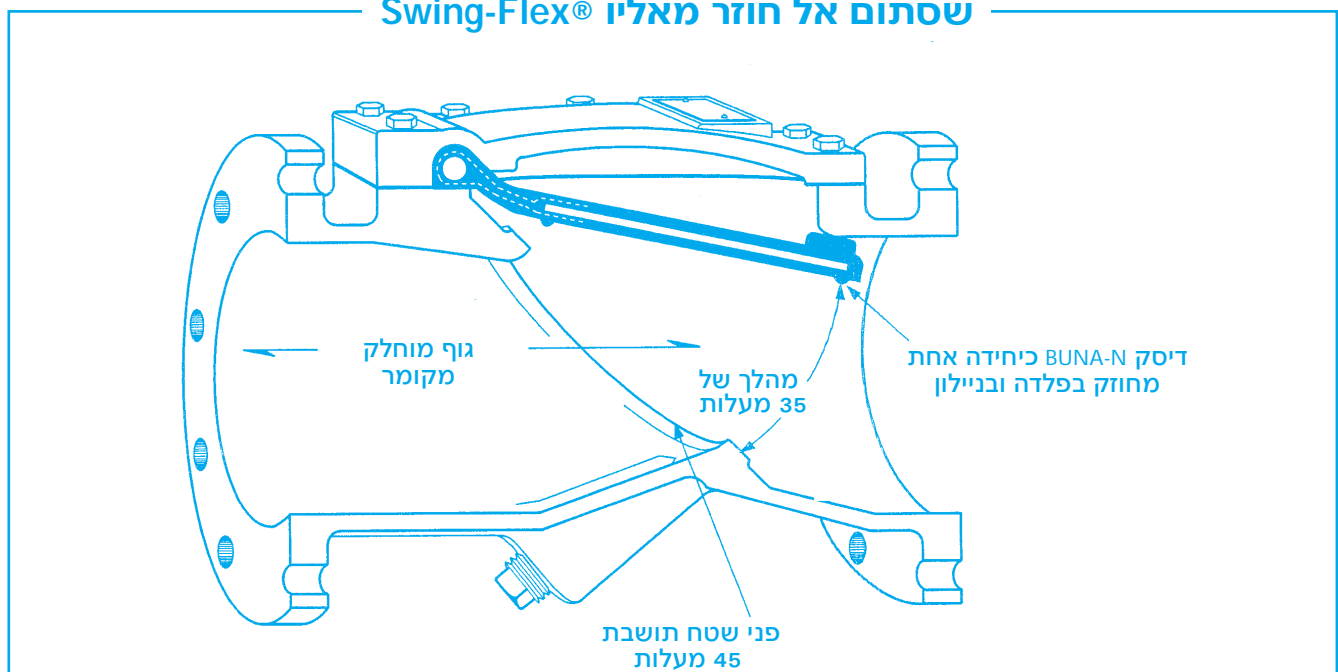
הביקורות, שבוצעו על ידי המהנדס המבקר, נערכו במחזור 500,000, 750,000 ו- 1,000,000. בכל הפסקה לבדיקה נבדק המדף של השסתום ונערכו בדיקות הידרוסטטיות כפי שפורט בבדיקה הראשונית. כיוול מד לחץ: מד הלחץ ששימש לביצוע הבדיקה ההידרוסטטית היה מדגם אמריקאי מס' 1404 בעל טווח של 0 עד 600 psi. מד הלחץ כויל ואושר על ידי J.L.W., Inc. החברה הנלווית למדידה (Metrology Affiliate) של חברת Master Gauge משיקגו, אילינוי, לדיוק של 0.25 אחוז. ראה תעודת כיוול בלוטה. מסקנות:

1. לאחר 1,000,000 מחזורים, לא נצפו במדף השסתום כל סימנים לבלאי או לעיוות. לא נצפו בציר הגמיש כל סימנים של עייפות או סדקי מאמץ.

2. לאחר 1,000,000 מחזורים, לא נצפו בתושבת השסתום כל סימנים לבלאי או לעיוות. תושבת השסתום נשארה אטומה לחלוטין בבדיקות ההידרוסטטיות בלחץ נמוך ובלחץ גבוה.

3. לאחר 1,000,000 מחזורים, מתג האיתות המשיך לתפקד כמתוכנן.

שסתום אל חוזר מאליו Swing-Flex®





ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

דו"ח בדיקה להוכחת ביצועים של שסתום אל חוזר Val-Matic® Swing-Flex®

www.iml.co.il

חלות הפרויקט

יצרן:

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation
905 Riverside Drive,
Elmhurst, IL 60126

מוצר:

שסתום אל חוזר מאליו Val-Matic Swing-Flex®
גודל 6" , דגם 506 עם אוגנים ANSI 125 LB,
גוף ומכסה מברזל יציקה, דיסק Buna-N
מחוזק בניילון ובפלדה.

שירות:

פעילות של יותר מחמש שנים בהוצאת אפר שוחק
ומאכל מתחתית תחנת כוח.
ראה פרמטרים של המערכת (עמ' 4) החלים על
תנאי הזרימה ומידע נוסף.

תיאור הבדיקה:

(ראה דו"ח בדיקה של צד ג' בעמ' 6)

1. בדיקת דליפה מהתושבת.
2. ביקורת והערכת המדף, הגוף והתושבת.

מטרת הבדיקה:

להעריך, אם לאחר חמש שנים בעבודה בתנאים
קיצוניים, השסתום עדיין יהיה אטום לחלוטין בלחץ
נמוך ובלחץ גבוה.

נוהל הבדיקה:

ראה נוהל בדיקה עצמאי בעמוד 6.

מסקנות הבדיקה וההערכה, מסקנות בדיקת הדליפה:

בלחץ של 55 psi השסתום היה אטום לחלוטין ולא
נצפתה כל דליפה. בלחץ של 200 psi נצפו רק שתי
טיפות של נוזל.

מסקנות הבדיקה וההערכה:

מסקנות בדיקת הדליפה
בלחץ של 55 PSI השסתום היה אטום לחלוטין ולא
נצפתה כל דליפה.
בלחץ של 200 PSI נצפו רק שתי טיפות של נוזל.

מסקנות הביקורת וההערכה:

מדף: נמצא בלאי מינימאלי בבדיקה חזותית על גבי
אטם טבעת "O".
גוף: נמצאו סימני שיתוך (קורוזיה) קלים על פני
השטח.
תושבת: נראו גומות קלות בקצה מעלה הזרם
בתושבת.

מסקנה:

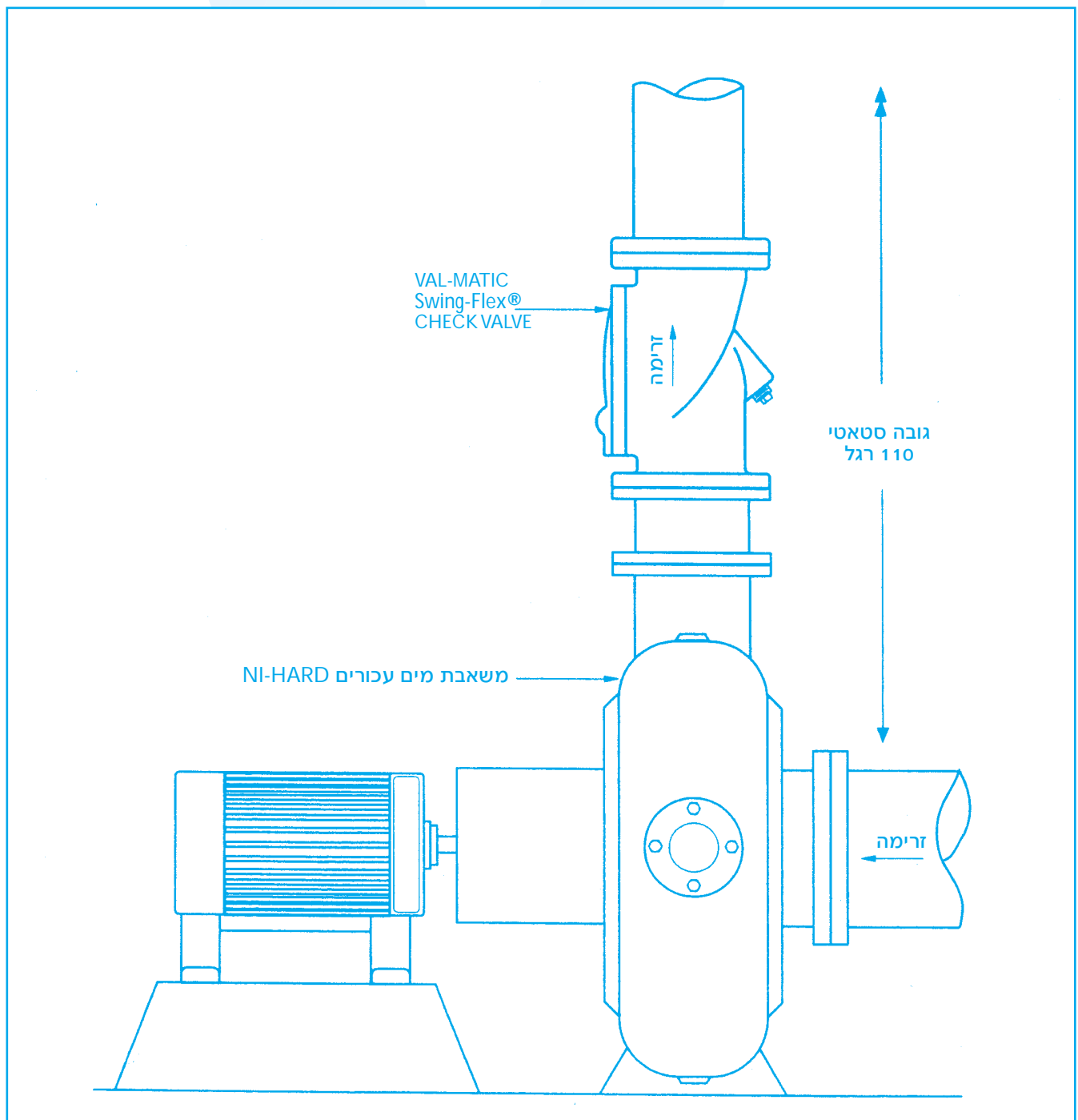
בהתחשב בחמש שנים של פעילות בתנאים קיצוניים
של השסתום, מצאנו, כי השסתום במצב מצוין.

בהתבסס על הביקורת והבדיקות, אנו מאמינים, כי
השסתום יכול להמשיך לפעול לשביעות רצון
לתקופת זמן ממושכת.

הגובה הוא 110 רגל, הטמפרטורה נעה מ-110 מעלות עד 130 מעלות פארנהייט. החומר הוא אפר תחתית קל מרחף במי אחזור. החומר אלים במיוחד ואינו רק שוחק אלא גם משתך (קורוסיבי) בגלל האופי החומצי של המים. המערכת פועלת בדרך כלל 24 שעות ביממה ומספר מחזורי הפעולה שלה מגיע לכ-30 מחזורים ביום.

הפרמטרים של המערכת

השסתום הותקן בתחנת כוח של 220 MWT השורפת פחם, בתחתית מערכת אחזור האפר. המערכת פועלת מזה 15 שנים. תנאי הזרימה דרך השסתום הם כדלהלן: השסתום הותקן במצב הזרמה אנכית כלפי מעלה, ממש ליד משאבת מים עכורים אופקית של 800 GPM Ni-Hard (איור 1).



איור 1

ההיסטוריה של המערכת

בהתקנה המקורית, הותקן במערכת שסתום אל חוזר מאליו מסוג "מקור ברווז" (duckbill). השסתום מתוכנן עם שרוול גומי "מקור ברווז" בתוך גוף השסתום. "מקור הברווז" נסגר בכיווץ בכיוון הזרימה למטה של הגוף ומאפשר לזרם לזרום בכיוון אחד בלבד. שסתומים אלה כשלו לאחר שבועיים עבודה בלבד. הכשל נבע משחיקת שרוול הגומי על ידי אפר התחתית וכן התהפכות השרוול באופן שהחלק הפנימי יצא החוצה, בגלל הדינאמיקה שנוצרה על ידי גובה של 110 רגל.

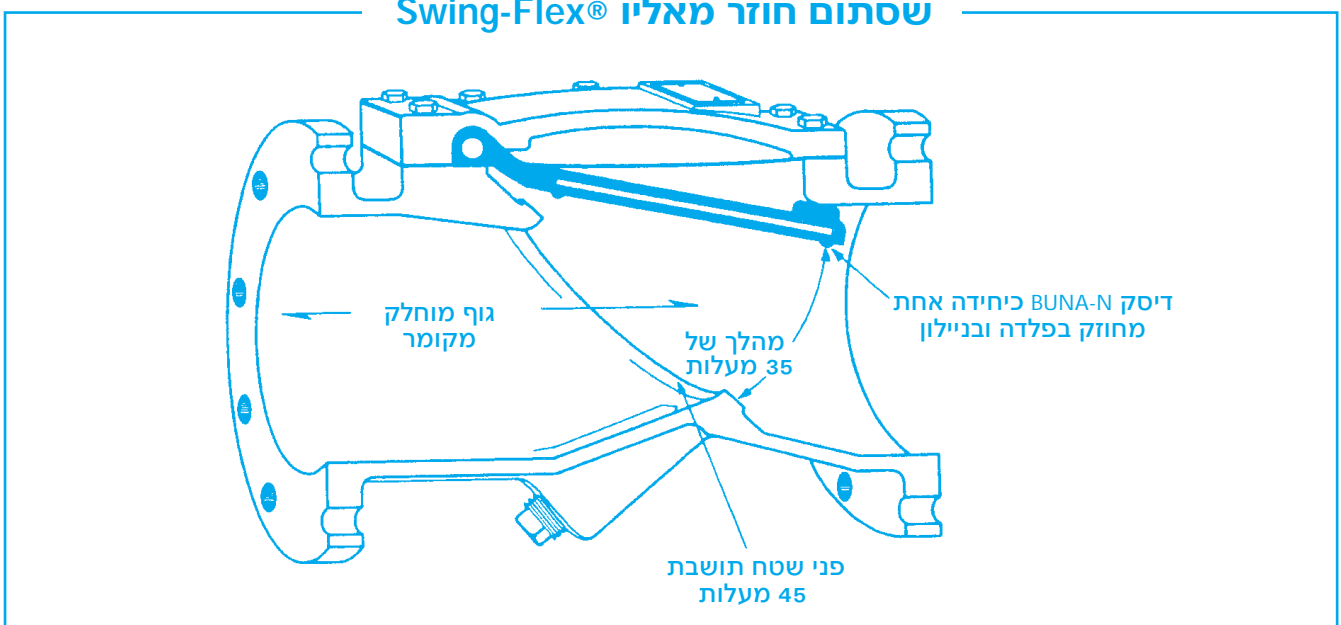
שסתום מקור ברווז הוחלף בשסתום אל חוזר מאליו מסוג כדורי. הכדור החוזר נכשל לאחר ארבעה חודשי עבודה. הכשל נגרם על ידי שחיקה של הכדור.

המשתמש ניסה להשתמש בשסתומים אל חוזרים מאליהם מסתובבים מקובלים. אלה פעלו למשך 5 - 6 שנים כאשר השסתום הוחלף כל 6 עד 12 חודשים. שחיקת הדיסקים והאטמים הייתה הגורם לכשל.

שסתום Swing-Flex® משתמש בדיסק מיוצר כיחידה אחת מגומי מחוזק בפלדה ובניילון. התושבת נמצאת בזווית של 45 מעלות ומצמצמת את מהלך תנועת הדיסק ולכן מפחיתה את הטריקה. הגוף מברזל יציקה מוחלק ומקומר לאפשר זרימה חלקה, נטולת מערבולות דרך השסתום.

שסתום אל חוזר מאליו Val-Matic Swing-Flex® הושאר בפעולה מעל חמש שנים. בתקופה זו לא נדרשה ולא בוצעה כל עבודת תחזוקה לשסתום בכל צורה שהיא. השסתום הוצא מהשירות בפברואר 1993, לבקשת היצרן Val-Matic Valve and Mfg Corporation. היצרן הביע בקשה זו כדי להעריך את מצב השסתום לאחר חמש שנים בתנאי העבודה הקיצוניים שתוארו לעיל. תחנת הכוח קיבלה שסתום חדש להחליף את השסתום שהוצא. ההערכה ובדיקות הדליפה בוצעו במתקני היצרן ב - Elmhurst, IL על ידי PSI, Pittsburgh Testing Laboratories, חברת בדיקות עצמאית.

שסתום חוזר מאליו Swing-Flex®



איור 2

דו"ח בדיקה

PSI, Pittsburgh Testing Laboratories

תצפית בדיקות ביצועים

דווח ל: Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive, Elmhurst, IL 60126

המוצר: שסתום חוזר מאליו Val-Swing-Flex® Matic גודל 6", דגם 506 עם אוגנים ANSI 125 LB, גוף ומכסה מברזל יציקה, דיסק Buna-N מחוזק בניילון ובפלדה.

כללי

ביום 3 במאי, 1993, הנציג שלנו, מר מ. שילקה (M. Schilke) ביקר במפעל הלקוח כדי לערוך ביקורת חזותית ולהיות נוכח בבדיקות דליפה שנערכו במוצר המזוהה לעיל, אשר על פי דיווח הלקוח פורק לאחר שירות פעיל במשך חמש שנים.

נוהל הבדיקה

מתקן בדיקה הידרוסטטית הודק לאוגן מורד הזרם. המתקן הכיל קו לחץ וקו יציאת אוויר. צד מעלה הזרם של השסתום נותר פתוח לאטמוספירה.

כאשר הדיסק של השסתום היה במצב סגור, מלאו את צד מורד הזרם של השסתום במים דרך קו הלחץ. ניתן לאוויר בתוך השסתום לצאת דרך קו יציאת האוויר.

הופעל לחץ הידרוסטטי שהפיקוח עליו בוצע על ידי מד לחץ מכויל.

לחץ בדיקה נמוך של 55 psi (לחץ מים עירוני) הוחזק במשך חמש דקות. התושבת נבדקה.

אחר כך נערכה בדיקה בלחץ גבוה של 200 psi למשך חמש דקות שלאחריהן התושבת נבדקה שנית.

דו"ח בדיקה

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation
27 ביולי, 1993 עמ' 2 מתוך 2

תוצאות הביקורת ובדיקות הדליפה
בדיקת לחץ נמוך: בלחץ של 55 psi תושבת השסתום הייתה אטומה לחלוטין ולא נצפתה כל דליפה.

בדיקת לחץ גבוה: בלחץ של 200 psi נצפו רק שתי טיפות נוזל.

בדיקת הדיסק: בבדיקה חזותית נראה בלאי מינימאלי על החלק העליון של אטם טבעת "O".

בדיקת הגוף: הגוף הראה סימנים קלים של שיתוך פני השטח.

בדיקת התושבת: התושבת הראתה גומות קלות על הקצה של מעלה הזרם.

נציג PSI: מ. שילקה (M. Schilke)

מוגש בכבוד רב,

PROFESSIONAL SERVICE INDUSTRIES, INC.

הוכן על ידי: דויד א. דאן David A. Dunn, P.E סגן נשיא בכיר
חותמת עגולה עם שם החותם DAVID A. DUNN, P.E. 27601
מהנדס מקצועי רשום של אילינוי (בכתב יד מתחת לחותמת)
תוקף הרישיון יפוג ביום 30 בנובמבר, 1994

פירוט רשימת תיוג שסתום אל חוזר

שסתום אל חוזר Swing-Flex® Val-Matic

לעומת שסתום אל חוזר כדורי

שסתום אל חוזר כדורי	Val-Matic® Swing-Flex®	תכונה
	X	הפסד קצב התקדמות
לא א ¹	כן	סגירה ללא טריקה
לא	כן	יכולת זרימה לאחור
כן	כן	נתיב זרימה חופשי
אחד	אחד	מספר החלקים הנשחקים
לא א ²	כן	תחזוקה נמוכה
לא	כן	חיווי פתוח/ סגור
לא	כן	תואם SCADA
לא א ³	כן	תאימות מלאה לתושבת
כן	כן	מחיר תחרותי
לא	כן	בדיקה עצמאית במיליון מחזורים
לא	כן	אחריות לדיסק למשך 25 שנים ⁴
כן	כן	יישום במים/ בקולחין
כן	כן	יישום בבוצה
כן	כן	יישום בחומרים שוחקים
כן	כן	יישום בחומרים מאכלים
כן	כן	יכולת זרימה אנכית
לא	כן	תואם תקן AWWA C508

דיסק Swing-Flex® מצויד בציר ואינו נוגע אף פעם בדפנות הגוף. הדיסק נבדק במעבדה עצמאית במשך מיליון מחזורים ללא כל סימני בלאי בדיסק, בתושבת או בגוף.

3. כתוצאה מהנזק הנגרם לכדור בתנאי זרימה (ראה הערה מס' 2), לא ניתן להבטיח תאימות מלאה לתושבת.

4. אחריות חברת Val-Matic® והתרופות הכלולות בה ניתנת ל- 25 שנים ומכסה את החלק המתנועע של הדיסק.

לקבלת מידע נוסף על שסתום חוזר מאליו Swing-Flex®, עיינו בעלון Val-Matic® מס' 500.

1. בעת כיבוי המשאבה, מהירות החזרה האיטית של הכדור, בשילוב עם המרחק הגדול שעליו לעבור עד לתושבת יאפשרו לזרימה לשנות כיוון ולזרום לאחור. כאשר הכדור מגיע לבסוף לתושבת, העצירה הפתאומית של הזרימה לאחור עשויה לגרום להלם ניכר (פטיש מים) ולנזק פוטנציאלי למערכת. שסתום Swing-Flex® מכיל מהלך דיסק קצר ופעולת-Memory Flex™ חזרה מהירה.

2. בתנאי זרימה, הכדור נזרק קדימה ואחורה, נחבט ומשתפשף כנגד דפנות הגוף, מה שגורם לשריטות, גומות ושחיקה מוקדמת.

זכויות יוצרים © Val-Matic Valve and Mfg Corp.

שינוי גרסה: 16 באוגוסט, 2004

שסתום חוזר מאליו Val-Matic Swing-Flex® לעומת שסתום חוזר מאליו כדורי

תאריך:
17-10-91

VAL-MATIC®

VAL-MATIC VALVE AND MANUFACTURING CORP.

שרטוט מס'
SS-912

פירוט רשימת תיוג שסתום אל חוזר

שסתום אל חוזר Val-Matic® Swing-Flex® לעומת שסתום אל חוזר מסתובב קיים

שסתום אל חוזר מסתובב	Val-Matic® Swing-Flex®	תכונה
לא ¹	כן	הפסד קצב התקדמות/סגירה ללא טריקה
כן	כן	יכולת זרימה לאחור
לא	כן	יכולת ציפוי בגומי
10-25	אחד	מספר החלקים הנשחקים
לא	כן	תחזוקה נמוכה
כן	כן	חיווי פתוח/ סגור
לא	כן	תואם SCADA
לא ²	כן	סגירה מוחלטת
כן	כן	מחיר תחרותי
לא	כן	בדיקה עצמאית במיליון מחזורים
לא	כן	אחריות לדיסק למשך 25 שנים ⁴
כן	כן	יישום במים/ בקולחין
כן	כן	יישום בבוצה
לא ⁴	כן	יישום בחומרים שוחקים
לא	כן ⁵	יישום בחומרים מאכלים
לא	כן	יכולת זרימה אנכית
כן	כן	תואם תקן AWWA C508

3. אחריות חברת Val-Matic® והתרופות הכלולות בה ניתנת ל 25 שנים ומכסה את החלק המנוע של המדף.

4. חומרים שוחקים יגרמו בלאי ניכר לציפוי הארד ובעקבותיו לכשל מוקדם.

5. כאשר המפרט כולל ציפוי בגומי לפי בחירה.

לקבלת מידע נוסף על שסתום חוזר מאליו Val-Matic® Swing-Flex®, עיינו בעלון Val-Matic® מס' 500.

1. העמסת משקל מספיק על מנוף, המקצרת את המהלך, מאפשרת השגת סגירה ללא טריקה. אולם, קיצור המהלך מציבה את הדיסק בתוך הזרימה וגורמת להגדלה ניכרת של הפסד התקדמות.

2. שסתום Val-Matic® Swing-Flex מסופק תמיד עם תושבת גמישה. עצירת התנועה מסופקת תמיד בתושבת מתכת על מתכת.

שסתום אל חוזר ושסתום רגל

שסתום רגל	SURGEBUSTER®	Swing Flex®	מדף נטוי	מדף כפול	חזרה שקטה	תכונות
X	X	X	X	X	X	תושבת אטומה בפני טיפות
X	¹ X	X		X	¹ X	סגירה אטומה בפני בועות
X						תכונות סגירה ללא טריקה
						סגירה שקטה
			³ X			סגירת כרית
			³ X			סגירה ופתיחה מבוקרת
	⁸ X	⁸ X	X			חיווי מצב
	X	X	X			פתח ביקורת
X	X	X				פתח גישה עליונה מלאה
X						הפסד עונד נמוך
X						עלות נמוכה
X						ללא תחזוקה תקופתית קבועה
	X	X	X	X	X	ציפוי גומי (כל פני השטח)
	X	X				אחריות מורחבת למדף ל-25 שנים
		X				חלק נע אחד
	X			X	X	סגירה בעזרת קפיץ
				X		UL מאושר
				X	X	FM מאושר
			X			פתח ביקורת
X	¹ X	X		X	¹ X	תושבת סינטטית
	X	X	X	X		מהירות זרימה גבוהה (מעל 10 רגל לשנייה)
X	⁷ X	⁷ X		⁷ X	⁷ X	פלדת אל-חלד לתפעול קשה

מכל השסתומים האל חוזרים של החברה. אחריו מדורגים לפי הסדר: Swing-Flex® ו-SURGEBUSTER®. השסתום האל חוזר בעל מדף כפול הוא הזול ביותר מבין השסתומים האל חוזרים של החברה. אחריו מדורגים לפי הסדר: חזרה שקטה, Swing-Flex® ו-SURGEBUSTER®, והמדף הנטוי. 7. יישומי שסתום קרקעית. 8. מוצע לפי בחירה.

1. בעל אופציה למושב סינטטי. 2. לשסתום האל חוזר השקט של חברת Val-Matic יש תכונות מעולות של סגירה ללא טריקה. אחריו לפי הסדר מדורגים: מדף נטוי, SURGEBUSTER®, Swing-Flex®, ומדף כפול. 3. עם נורת מחוונים (dash pot). 4. 2" עד 10". 5. שסתום בעל מדף נטוי של חברת Val-Matic מראה את ההפסד הנמוך ביותר של התקדמות

שסתום אל חוזר, שסתום PLUG ושסתום רגל

מקרא: 1 = מומלץ; 2 = קביל; 3 = לא מומלץ

שסתום PLUG	שסתומי רגל	SURGEBUSTER®	Swing Flex®	מדף נטוי	מדף כפול	חזרה שקטה	יישומים	
1	1	1	1	1	1	1	מי שתייה	1
1	1	1	1	1	1	2 ²	מים גולמיים	2
1	1	1	1	1	1	2	קולחין מי שופכין משניים	3
1	3	1	1	3	3	3	ביוב גולמי	4
1	3	1	1	3	3	3	ביוב מסונן	5
3 ¹	3	1	1	3	3	3	דלוחים מאכלים	6
6 ¹	3	2	2	3	5 ¹	3	אוויר דחוס	7
	3	4 ²	4 ²	4 ²	4 ¹	4 ¹	טמפרטורה גבוהה (מעל 250 מעלות פארנהייט)	8
3	4 ¹	4 ²	4 ²	4 ¹	4 ¹	4 ¹	לחץ גבוה (מעל לחץ בדרגה 125 ליברות של ANSI)	9
5 ²	4 ¹	3 ¹	3 ¹	4 ²	4 ¹	4 ¹	תפעול עם חומרים מאכלים	10
1	1	1	1	1	1	1	הזרמה אנכית כלפי מעלה	11
1	3	3	3	3	3	2	הזרמה אנכית כלפי מטה	12
1	-	1	1	2	2	3	דלוחים בלתי מאכלים	13
1	3	1	1	3	3	3	בוצה	14
1	3	1	1	2	3	3	קולחין ראשי	15
2	4 ¹	4 ¹	4 ¹	4 ¹	4 ¹	4 ¹	מי מלח, מי ים, תמלחת	16
3	3	4 ²	4 ²	3	4 ¹	3	טיפול אוזון	17
1	1	1	1	1	1	2 ²	השקיה	18
1	-	4 ¹	4 ¹	5 ¹	1	1	תפעול במצב מוטמן	19
5 ¹	5 ¹	5 ¹	5 ¹	4 ¹	5 ¹	5 ¹	בקרקה	20
6 ¹	3	5 ¹	5 ¹	3	5 ¹	3	יישומי תהליך תעשייתי	21
6 ¹		לא ישים	לא ישים	לא ישים	לא ישים	לא ישים	פעילות עם גז בלחץ נמוך	22
		לא ישים	לא ישים	לא ישים	לא ישים	לא ישים	פעילות שניקה	

1. חברת Val-Matic מייצרת 3 סוגים של שסתומי רגל. אנא התקשרו למפעל לקבלת סיוע ביישום.
2. לא מומלץ ליישומי עכירות גבוהה.
3. ציפוי פנים סינטטי מוצע לבחירה. התקשר למפעל למידע על היצע הציפויים.
4. התקשר למפעל בנוגע לשסתומים מחומרים חלופיים ודרגות לחץ.
5. היוועץ במפעל בנוגע ליישום.
6. נדרשת הנעת ממסרה (גיר).



ישראל מנדלסון
הספקה טכנית והנדסית
קמ"ן (2005) בע"מ

סניף צפון:

טלפון: 04-8464999

פקס: 04-8413322

סניף השרון:

טלפון: 04-6225580

פקס: 04-6341418

סניף דרום:

טלפון: 08-6280445

פקס: 08-6280449

סניף המרכז:

טלפון: 08-9259999

פקס: 08-9259988

1-599-505-551

www.iml.co.il