

BONETTI's

Technical notes



Kugelhaene fuer schwere Dienstleistungen

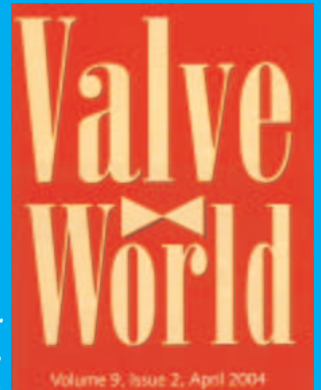
In diesem Artikel behandelt der Autor potentielle Schwierigkeiten in Aufuehrung von Kugelhaenen unter schwere Dienstleistungen.

Um die Ausfuehrung zu verbessern zeigt er eine Dichtungsstructure basiert auf abwchselden Schichten aus Edelstahl und ausgedehntem (dann elastisch gedrucktem) Grafit.

Druck und Geschwindigkeit der Fluessigkeit werden eine theoretische Grundlage erhalten.

By Raffaele Angelini, Cesare Bonetti SpA, Italy

Der Artikel Wurde in der Zeitschrift Valve World, April 2004 veroeffentlicht.



Zur Zeit ist die Herstellung von Ventilen auf ueberpueften Theorien und allgemein bekannten experimentierten Unterlagen gegruendet. Jedenfalls, ueberholt die geforderte Funktion, wie bei jeder hauptsaechlichen Vorrichtung, manchmal den Stand der Technik, daher koennen schwierige Probleme auftreten. Sicher liegt das haeufigste und stoerendste Problem in den banalen Vorfaellen, bei denen ein Ventil in der Tat entweder offen oder geschlossen funktioniert: ist es geschlossen, nachdem es lange unter hohem Differenzdruck offen war, dann gibt es eine innere Leckage in der Leitung, ist es nach laengerer Sperrung geoffnet, gibt es eine Leckage nach aussen. Das geschieht natuerlich unter ziemlich schwierigen Bedingungen; auch wenn solche nicht oft vorkommen, betreffen sie verschiedene Anwendungen, naemlich hohen Differenzdruck, hohe oder niedrige Temperaturen und schwer zu behandelnde Fluessigkeiten.

Umfangreiche Anwendungen

Was die Flusskapazitaet und erleichterten Betrieb betrifft, sind die Kugelhaehne ideal fuer umfangreiche Anwendungen. Jedoch gibt es mehrere andere moegliche Benutzungen, die die theoretische Betriebsfunktion betreffend, zulaessig, aber wegen Mangel an Sicherheit, normalerweise verboten sind. Zum Beispiel, koennen Kugelhaehne in Betracht gezogen werden, die, auch wenn unter ihrem Nenn- druck funktionieren muessen, im Fall eines Betriebs unter hohem Differenzdruck beim Oeffnen des Ventils und/oder bei hohen Temperaturen, oder unter anderen bestimmten Betriebsbedingungen, Abnutzung des Sitzes erhalten. Wenn ein Kugelhan mit Sitz imstande

waere diese Betriebsbedingungen auszuhalten, dann a fortiori fuer die uebrigen Anwendungen der Anlage geeignet, koennte die Zahl von verschiedenen Ventiltypen reduziert werden, und den Bau und die Fuehrung beguenstigen.

Bei gewissen schwierigen Betriebsleistungen sehen die Ventilmachleute mit Verdacht auf die Idee, eine drohende Stroemung aufzuhalten, oder einer gefaerlichen Flussigkeit freien Laufen zulassen, einfach indem eine Spindel neunzig Grad rotiert wird. Man zieht dagegen die verschiedenen Drehungen eines Handrads oder eines Motors vor.

Die Wahrnehmung haengt davon ab, dass bei einem Kugelhan die Betaetigung und die Veraenderung der Verteilung von Spannung/Dehnung direkt die Dichtungen fuer die Druckbegrenzung betrifft, dass oeffnen und schliessen des Ventils eine Erosion des Sitzes verursachen kann, und schliesslich dass kein Zudruecken, Quetschen oder ein Umdrehen des Hebels vorkommt: entweder sperrt der Kugelhan oder er ist undicht.

Um dieses Misstrauen zu ueberwinden, ist ein sicheres Ventil noetig, das bestaendig und vollkommen in Linie und nach aussen dicht ist: entweder nach einer langen Zeitspanne der Oeffnung oder nach einer laengeren Schliessung oder nach vielen auf / zu Betaetigungen, beide unter hohen und niedrigen Temperaturen, und hauptsaechlich nach Betaetigung unter verlaengerten hohen Differenzdruckbedingungen. (Einige oder alle von diesen Bedingungen kann man bei verschiedenen Flussigkeiten finden, in Schubherstellung, wie Dampf in der Lebensmittel Industrie, vor allem in der Kaese Herstellung, oder gesaettigtes Wasser und Dampf in der Gummi Industrie).

Dichtungen und Sitze

Liegt das Problem in Dichtungen und Sitzen so gibt es eine Loesung. Vor einigen Jahren wurde eine Technologie entwickelt die sich als sehr wirksam erwies. Diese kann auch in anderen Typen von Ventilen benutzt werden und in aenlichen Anwendungen. Der Grundsatz besteht darin, eine Dichtungstruktur zu entwickeln, die auf abwechselnden Schichten von Edelstahl und ausgedehntem (dann elastisch gepresstem) Grafit basiert. Diese Struktur wird im folgenden Absatz untersucht.

Im Ventil, das wir behandeln wollen (HTB valve, Acronym fuer high temperature ball valve) wird diese Technologie mit einer gewissen topologischen Klugheit benutzt. Der Apparat gleicht einem gewoehnlichen dreiteiligen Kugelhan, enthaelt jedoch eine doppelte Erneuerung, die erstens die hauptsaechlichen Baubestandteile von zwei zu einem reduziert (Sitz und Dichtung werden zu einem einzigen integrierten Bestandteil) waerehd zweitens der Sitz die eigentliche Erneuerung bildet. Dieser bestaet aus einer mehrschichtigen Struktur von augedehntem Grafit und Edelstahl (siehe Bild 1 bis 4). Zuerst wollen wir den am meisten voraussehbaren Aspekt unserer Analyse betrachten, und zwar die Dichte nach aussen. Man erhaelt diese Dichte gegen die innere zylinderartige Wand des Ventilkoerpers,

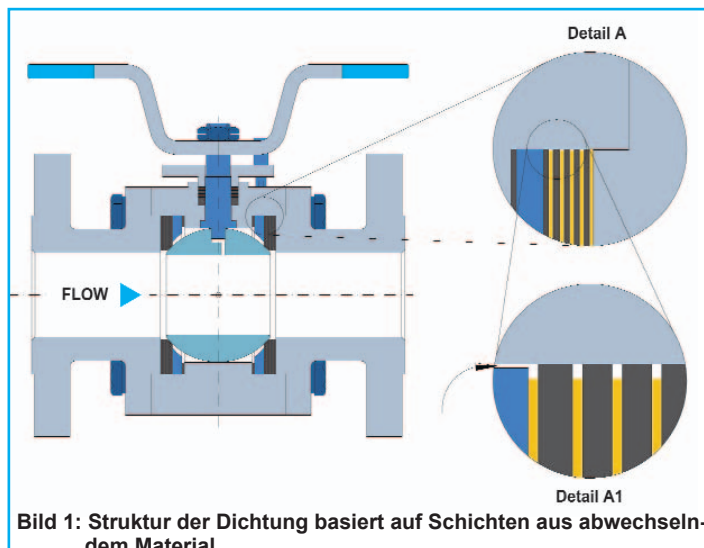


Bild 1: Struktur der Dichtung basiert auf Schichten aus abwechselndem Material

durch die mikrometrischen Vorwoelbungen der Grafit-schichten aus-sen an den Metalringen (Bild 1, Detail A.1).

Die Scherfestigkeit des vorwoelbenden Grafits, die nur der Scher-beanspruchung vom Flussigkeitsdruck widerstehen muss, ist wenig-stens zehnmals groesser als die Scherbeanspruchung selbst (Das Thema wurde vielmals behandelt. Siehe z.B. Valve World Vol. 8, Issue 3, pag 71 und Vol. 7 Issue 5, page 25).

Auch die Toleranz der Standardbearbeitung von der Koerper/Dich-tung - jedenfalls viel geringer als die elastische Verformung des Gra-fits - erlaubt eine bestaendige Adhaesion laengs dem gesamten Kon-takt des Rings mit dem Ventilkoeper. Schliesslich beeintraehtigen die verbundenen Teile des Ventils mit der Roehre die Dichtungen nicht (Flanschen, oder andere Arten von Fitting), sondern stehen direct auf dem Koerper.

Daher haengt die Adhesion der Dichtungen zum Koerper, dann die Dichte nach aussen, nicht von der Belastung durch Betaetigung ab und nicht durch die Spannung der Leitung, und ist praktisch unabh-an-gig von Druck oder Temperatur Veraenderung. Diese Eigenartig-keit allein ist natuerlich nicht exklusiv, aber sie bezieht sich auf den Sicherheitsgrad, der vorher gefordert wurde. Ausserdem ist gerade dieser Bauteil auch der Ringsitz des Ventils, der die innere Dichte versichert, und deshalb ist es der Muehe wert, diesen Vorgang zu analysieren.

Verlauf von Druck und Geschwindigkeit

Bild 2 zeigt die Betriebsbedingungen, die im Ventil am kritischen sind, besonders in einem Kugelhahn, naemlich der Anfang des Oeff-nens oder das Ende des Schliessens (Drosseln und Schichtungbedin-gungen). Sehen wir nun die Flussigkeitsstrahlen die durch den "Schlitz" zwischen dem Sitz und dem Ausgang der Kugel (Bild 3), dem Lauf innerhalb des Kugelhans und dem Auslauf durch den zwei-ten "Schlitz". Der Verlauf der Druck / Geschwindigkeit laengs der Kugel ist ungefaehr wie folgt:

- leichte Zunahme des Druckes kurz vor dem Einlauf
- Zunahme der Geschwindigkeit und Reduzierung des Drucks im Einlauf des hohlen Pfpfrens
- dann zugleich eine ploetzliche Tendenz zur Zunahme des Drucks und zur Abnahme der Geschwindigkeit
- dann das Gegenteil, naehmliche Zunahme der Geschwindigkeit

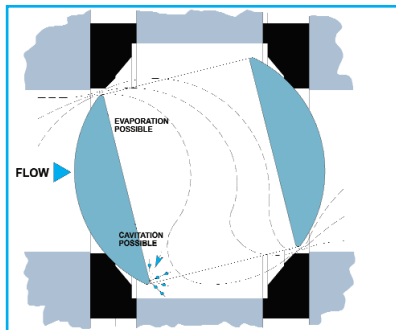


Bild 2: Ausserst kritische Betriebsbedingung des Ventils

zusammen mit Reduktion des Drucks im Auslauf des hohlen Propfens. Natuerlich gilt das nur fuer den Verlauf des mittleren Strahls, aber was hier wichtig ist, ist das verschiedenartige Betragen der auesseren Strahlen von mal zu mal in Kontakt mit den Kanten der Schichten des Sitzes (Detail von Bild 4). Diese abwechselnden Metall - und Grafit-schichten, die in der Stelle den Fluss zu mehreren Kompressionen und Expansionen forcieren, bilden so

einen fast bewegungslosen Belag. Dieses Phenomen ist hier besonders wichtig. Da die Flussquerschnitte, so wie die Flussigkeit nach ihrem Eingang in die Kugel laeuft (und bzw die Abnahme nach dem Ausgang der Kugel) zunehmen, gewinnen teilweise die Druckstufen der Flussigkeit in Kontakt mit den Grafit-schichten, die folglich die Geschwindigkeitstufen, die den Metall-schichten entsprechen, die Lage der Druck/Geschwindigkeit der vorhergehenden Stufen.

So weit es die Flussigkeitstrahlen in der Naehе des Ringsitzes betrifft, ist der Verlauf aehnlich wie der in einem mehrstufigen druckreduzierenden Ventil, wo jede Grafit-schicht nur einen Bruchteil des gesamten Differenzdrucks ausmacht.

Es lohnt sich einige weitere Details vom innerem Weg des Flusses zu untersuchen. (Anmerkung: da wir die Erosion, Dichte und moegliche Kavitation behandeln, beziehen sich die folgenden Beobachtungen hauptsaechlich auf Flussigkeitsstroeme).

Betrachten wir nun eine Spannweite von ungefaehr ein bis zwei Prozent des Laufs, wo eine Betriebsbedingung moeglich ist, die einen hoeheren Differenzdruck als den kritischen Differenzdruck der betreffenden Flussigkeit verursacht. Wenn man Bild 2 und 3 vergleicht, die den inneren Schnitt eines Standardkugelhans und eines

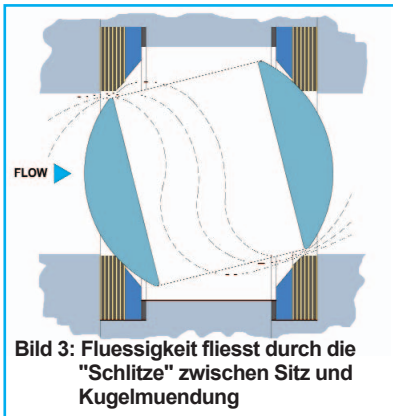


Bild 3: Flussigkeit fliesst durch die "Schlitz" zwischen Sitz und Kugelum-muendung

HTB Ventils beschreiben, bemerkt man die ueblichen Form des Wegs der Flussigkeitstrahlen, aehnlich einer "S" Kurve, unter der Zentrifugalkraft und der Reaktion der Wand. Das zeigt uns einen Raum, wo unter "guenstigen" Flusseingangsbedingungen die Kavitation ausgeleost werden koennte. Das zweite Bild zeigt, dass die verschiedenen abwechselnden Grafit-und Metall-schichten im Sitz einen groesseren Widerstand gegen den Lauf des Flusses bieten, daher wird die Zentrifugalkraft zum Teil reduziert und ausgeglichen, und der gesamte Rueckgewinnungsfaktor des Ventils wird ebenso reduziert, und das ergibt eine stufenweise Reduktion des Drucks laengs der Wand des hohlen Propfens. Die "S" Kurve ist nicht zu stark ausgepraegt, so dass der Druck im Innenstrahl und im Aus-senstrahl nicht viel niedriger bzw hoeher als der Druck im Zentral-strahl ist, mit weniger Evaporationsmoeglichkeit. Das bedeutet eine geringere Moeglichkeit von Kavitation in der folgenden umgekehrten Biegung der "S" Kurve (Innehalb der Grenze von PN 100 heisst das eine fast unmoegliche Kavitationsbedingung).

Nun kann man eine annaehrende algebraische Analyse entwickeln, die einige sehr grobe numerische Figuren ergibt, um eine folgerichtige Idee des Vorgangs zu erhalten.

Flussigkeitskanaele

Auf Bild 5 kann man einen ersten Flussigkeitskanal mit aufeinander-folgendem, ungefaeher linsenformigem Querschnitt sehen, begrenzt wie folgt:

- einerseits durch die umfassende Oberflaeche, bestehend aus der inneren Wand des Sitzrings, dann durch den Ventilkoeper, dann durch den hohlen Propfen, der den Fluss bis in die Naehе des Aus-gangs leitet.
 - andererseits durch den Flussigkeitsstrahl der Hauptlinie (L).
- Ein zweiter Flussigkeitskanal kann ausgemacht werden wie folgt:
- einerseits durch den Flussigkeitstrahl der Hauptlinie
 - andererseits durch die innen Wand der Kugel, der vorherigen gegenueber, dann die Wand des Ventikoeper, dann die innere Wand des anderen Sitzrings.

Die Strahlen der zwei Kanaele vermischen sich im Raum in der Naehе des Ausgangs, indem die Turbulenz zunimmt und der Zustand der Flussigkeit sich im gesamten Schnitt homogenisiert.

Die beiden vermischten Kanaele werden sich dann in diesem Raum entwickeln, symmetrisch zu dem vorher beschriebenen Raum.

Dann koennen wir den Verlauf von Geschwindigkeit und Druck in der Naehе des Ausgangs in Betracht ziehen, betreffend eine Haelfte des Ausgangsschlitzes.

Analysieren wir den Verlauf des Drucks in der Naehе der inneren Wand des Sitzrings. Wenn wir die Metallschicht als unverformbar im Vergleich zur Grafit-schicht annehmen, und wenn wir fuer Grafit einen Verdehnungswert fuer ungefaer die Haelfte der Elastizitaetsgrenze betrachten (eine Bedingung die bereits bei einer anderen Gelegen-heit untersucht wurde, die in ND 100 Ventilen bei hoechstem erlaub-ten Betriebsdruck eintritt), erhalten wir fuer einen Flussigkeitstrahl von Breite eins, eine "dreieckige" Groesse E Dehnung (mit darauf folgender Kompression).

Bezeichnen wir mit:

- R_i die "Breite" des Schnittes die vom peripherischen Raum, zum Strahl des Hauptflusses geht
- z die Entfernung zwischwen den Kanten von zwei anliegenden Metallschichten des Sitzes
- R die halbe Weite des Eingangsschlitzes
- f einen Faktor, grob proportional zum Sinus des Winkels zwischen der Sitzwand und dem Hauptflussigkeitsstrahl im Eingang

So ist eine Art von kurvenlinearem Dreieck bezeichnet, dessen Basis die Entfernung R_1 , ungefaehr bei

$$R_i = (R + f * i * z)$$

erreicht.

Sodass der Druck P_i in den Flussigkeitsschnitten auf der Hoehe der Metallecken ist (ohne die lokale Rueckgewinnung, der Grafitdehnung zuzuschreiben):

$$P_i = \frac{P_1 * (R_0 + f * i * z)^2}{R_n^2} \cong \frac{P_1 * (R_0 + 2 * f * i * z)}{R_n} \quad (1)$$

Berechnen wir nun den Grad von lokaler Expansion des Flussigkeits-kanals. Von der Kontinuitaetsgleichung, und der oben genannten Annaehrung, die nur die radiale Expansion die Geschwindigkeit des Flussigkeitsstrahls aus dem Metallring heraus, die Geschwindigkeit des Flussigkeitsstrahls bei Beruehrung der gedehnten Grafit-schicht in Betracht zieht, haben wir

$$\omega_i = w_i * \left(\frac{R_i}{R_i + \epsilon} \right) \cong w_i \frac{R_i - \epsilon}{R_i}$$

$$\omega_i^2 = w_i^2 - 2w_i^2 \epsilon / R_i + w_i^2 \epsilon^2 / R_i^2$$

das heisst, wenn wir das Glied ausser acht lassen, das das Quadrat enthaelt von,

$$\frac{\varepsilon}{R_i}, \quad w_i^2 - \omega_i^2 = 2\omega^2 \varepsilon / R_i$$

nach dem Theorem von Bernoulli (konservativ, den Foerderhoeheverlust ausser acht lassend) koennen wir setzen:

$$p_i + \omega_i^2 * \rho / 2 = P_i + \omega^2 * \rho / 2$$

wo:

- p_i der Druck im Raum des gedehnten Grafits, und
- ρ die Flussigkeit Dichte ist.

Dann ist der Rueckgewinnungsfaktor des Expansionsstufe:

$$p_i = P_i + w_i^2 * \varepsilon * \rho / R_i \quad (2)$$

Da man im Zustand von drosselnder Flussigkeit ist, ist der Eingangsdurchschnitt sehr gering; man kann die Geschwindigkeit im Rohr, Null betrachten, und die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit w der Flussigkeit im Schlitz, und dem Druck vor dem Sitz/Kugel, auf diese Weise ausdruecken:

$$w_i^2 = \frac{P_0 - P_1}{\rho * \zeta} \quad \text{Wo } \zeta \text{ ein mehr als eins Faktor ist, typisch fuer ein Rohrsegment oder Fitting, der den Foerderhoeheverlust, im Bernoulli Theorem inbegriffen, in Betracht zieht.}$$

Laengs dem Kurvilinearen Dreieck ist die Geschwindigkeit

$$w_i^2 = \frac{P_0 - P_1}{\rho * \zeta (1 + f * i * z)} \quad (3), \text{ von (1), (2) und (3) ergibt sich:}$$

$$p_i = P_i \frac{R_0 + 2 * f * i * z}{R_0} * \left[1 + \frac{\varepsilon (P_0 - P_1)}{\rho * R_0} \right]$$

wo wir sehen dass:

Die Rueckgewinnung des Drucks, in dem Kugelinnenraum, nicht nur proportional zum Quadrat des fuer die Flussigkeit vorhandene Durchgangsschnitts

(factor $\frac{R_0 + 2 * f * i * z}{R_0}$), nach dem drosselndem "Schlitz" wo die Fraktion $(P_0 - P_1)$ des Eingangsdrucks in kinetische Energie umgewandelt wird, sondern auch einem Faktor abhaengt, naemlich

$$\left[1 + \frac{\varepsilon (P_0 - P_1)}{\rho * R_0} \right]$$

Das wird durch das Ergebnis von Ausdehnung in den Grafitschichten bestimmt, einen hoechst bedeutenden Wert neben dem Eingangsschnitt, gerade, wo und wann der eigentliche Durchgang eine Groesse hat, vergleichbar mit dem Ergebnis der Grafitausdehnung, und gerade wann $(P_0 - P_1)$ einen hohen Trend zur Zunahme zeigt, die auf der Hoehe der Reduktion der Oeffnung ist.

Die Flussigkeitgeschwindigkeit bei den Metallschichten ist verringert so wie die Erosion des Sitzes.

Zunahme der Geschwindigkeit

Weiter vorne, neben der Ausgangspassage, zeigt das Theorem von

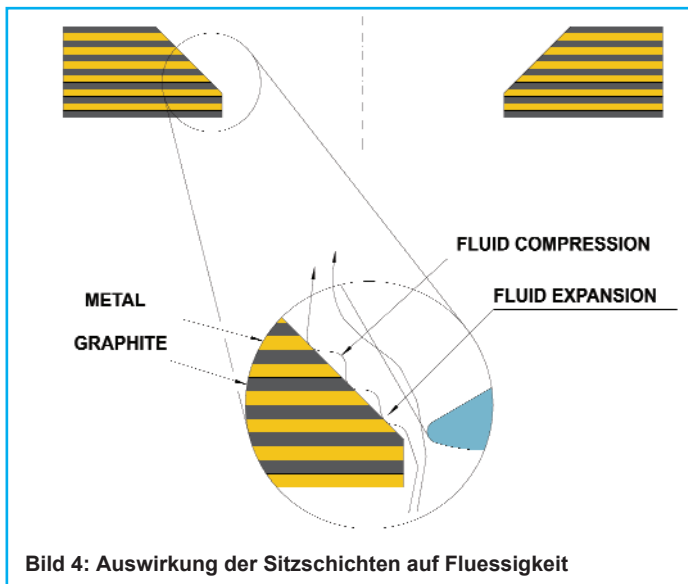


Bild 4: Auswirkung der Sitzschichten auf Flüssigkeit

Bernoulli wieder, dass eine stufenweise Zunahme der Geschwindigkeit erzeugt wird. Das bezieht sich aus einer stufenweisen Abnahme des Drucks so wie die Flusssektion stufenweise reduziert wird. Wieder, in der zweiten Phase wird die Beziehung zwischen der Reduktion des Drucks und der Zunahme der Geschwindigkeit ausdruecklich betont, durch teilweise Rueckgewinnungen des Drucks auf der Hoehe der Raumexpansionen in den Stellen von gedehntem Grafit. Das ist

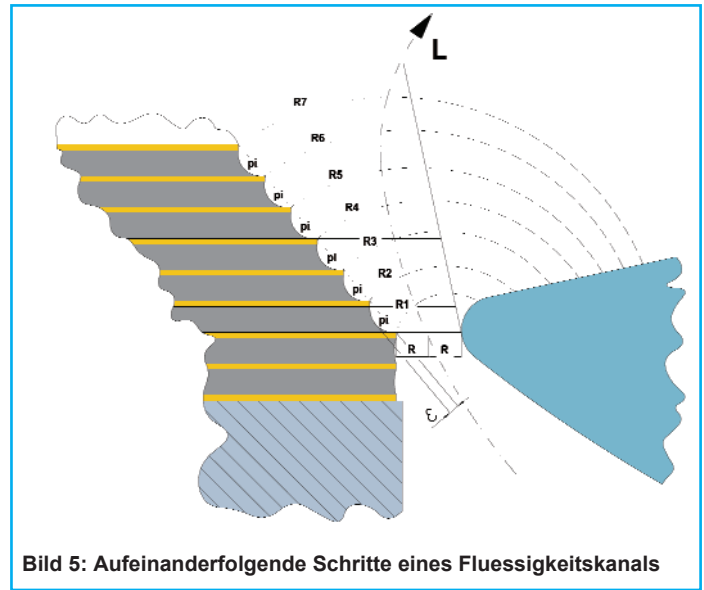


Bild 5: Aufeinanderfolgende Schritte eines Flüssigkeitskanals

aenlich wie die vorhergehende Phase, aber mit einem entgegengesetzten Trend laengs dem Flussverlauf.

Auf diese Weise werden ploetzliche Druckabfaelle $(P_0 - P_1)$ und Geschwindigkeitszunahmen im Kugelausgang (was in einem Standardventilsitz vorkommen wuerde) vermieden.

Die Druck/Geschwindigkeitsaenderungen werden hinzukommen, das bedeutet, wenn man die genauen Zahlwerte in die gefundene Formel einsetzen koennte, eine weitere Haelfte des anfaenglichen Druckabfalls, denjenigen der die Eingangsgeschwindigkeit, und da wir mit Flussigkeiten umgehen, auch die Ausgangsgeschwindigkeit festsetzt.

Tatsaechlich reduziert der Druck bald nach dem Kugeleingang die Geschwindigkeit der Flussigkeit (und den Durchfluss) in den beiden Schlitzten im Eingang und Ausgang so wie laengs der Grafit/Metall-

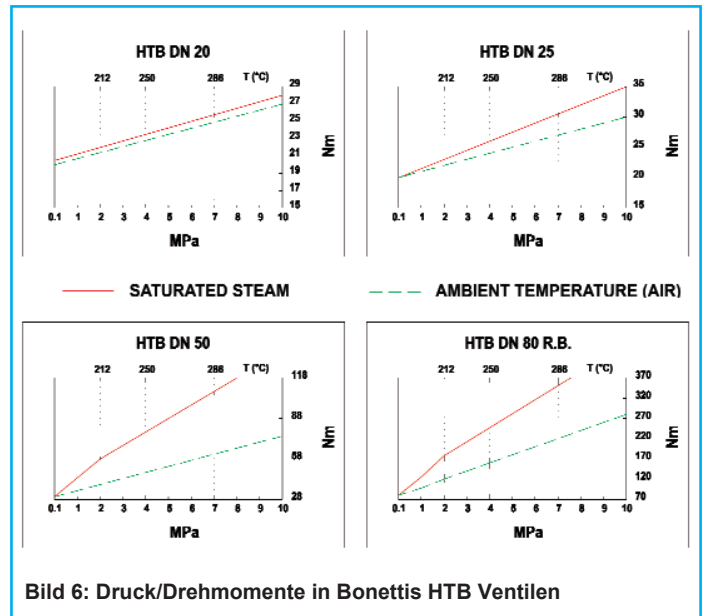


Bild 6: Druck/Drehmomente in Bonettis HTB Ventilen

schicht in der inneren Wand des Sitzrings, und verhindert so die Erosion.

Daher ist die gesamte Druckdifferenz durch das Ventil in zwei Gruppen von Druckabfaellen unterteilt, und jede Gruppe besteht aus mehreren Stufen laengs den inneren Waenden der Sitzringe, sodass der gesamte Rueckgewinnungsfaktor stark reduziert wird.

Das alles produziert einen Flussbelag laengs den Metall- und Grafitschichten. Das dient zum Schutz der drosselnden Oeffnungen gegen Erosion, und erleichtert eine lange Lebensdauer der Dichtungen/Sitze in HTB Ventile, besonders wenn diese lange unter Lamellierungsbedingungen in Betrieb waren.

Weiterhin soll das Drehmoment und seine Variation, verursacht

durch Wechsel in den Betriebsbedingungen, vor allem die Temperatur in Betracht gezogen werden.

Standardsitzbaumaterialien erlauben die relative Reduzierung der Drehmomente unter bestimmten Temperaturen, verlangen aber viel hoehere Drehmomente, wenn sie unter anderen (typisch "hoch") Temperaturen betrieben werden.

Gleichartig waere eine bei hoher Temperatur guenstige Eichung des Drehmoments, nicht ratsam, da sie hoechstswarscheinlich Verluste bringen wuerde, im Fall eines Temperaturfalls (Anmerkung: die Temperatur faellt entschieden wenn das Ventil fuer lange Zeit schliesst).

Diese Seite beguenstigt die geometrische, chemische und mechanische Stabilitaet des Grafits, da dieser weiche Bestandteil imstande ist, der (begrenzten) Ausdehnung der Metallteile zu folgen, indem sie volle Dichte bei verschiedenen Betriebsbedingung versichert.

Ausserdem erfordert Grafit bei Temperaturverhaendungen fast konstante Antriebsmomente (siehe Bild 6)

Typisches Beispiel

Schliesslich kann man die moeglichen Ablagerungen die sich im Sitzring bilden koennten, im Betracht ziehen. Diese Erscheinung, die sogar "vor" der Erosion vorkommen kann, kann ein Ventil sogar vor jeder sichtbaren Erosion, nutzlos machen.

Das HTB Ventil bietet wie jedes andere Kugelventil einen Vorteil bei der Absperrungsstufe, naemlich, wird die Kugel "gebuerstet". Die abwechselnden Metall- und Grafitringe haben zu einer vollkommenen tatsaechlichen "Buerstung" beigetragen, da der Belag vollkommen vom Sitz entfernt wird. Solches Niveau von Sauberkeit koennte von einem Metallsitz nicht erzielt werden.

Um ein praktisches Beispiel anzufuehren, beachte man die Verwendung von Ventilen in geothermalen Dampfleitungen.

Der endogene Dampf unter Betrieb bringt einen bedeutenden Teil von Borax mit sich (Borax ist auch ein Nebenprodukt als Resultat der Ausnuetzung von der Lagerstaette).

Die thermodynamischen

Aenderungen im Innerem des Ventils zeigen die Tendenz eine harte Lagerung zu produzieren die sich an der Ringoberflaeche konzentriert. Demzufolge sind Oeffnen und Sperren ziemlich unbefriedigend. Before die HTB eingefuehrt wurde, war die einzige Loesung der periodische Ersatz des Ventils, normalerweise mit weniger als monatlichen Abstaenden. Seit der Einfuehrung des HTB, gibt es einen Betrieb der mehr als ein Jahr ohne Wartung anhaelt. In der Tat kann man daraus schliessen dass die Betriebsdauer des Ventils wenigstens solange wie die Installationsdauer reicht.



CESARE BONETTI S.p.A.

<http://www.cesare-bonetti.it>

I-20024 GARBAGNATE MILANESE (Italy)

Via Cesare Bonetti 17

Telephone: +3902 990721 Telefax: +3902 9952483

Export sales: Telephone: +3902 99 072 444

Telefax: +3902 99 072 400

E-mail: export@cesare-bonetti.it

Bonetti Armaturen Vertriebs GmbH

D-65549 Limburg an der Lahn (Germany)

In den Fritzenstuecker, 4

Telephone: +49 06431 598310

Telefax: +49 06431 598329

E-mail: bonetti-germany@t-online.de

