

Vælg den rigtige kontraventil

For at kunne evaluere anvendelsen af kontraventiler i bestemte systemer er det vigtigt at overveje de forskellige dynamiske karakteristika samt tage højde for andre faktorer såsom tryktab, pålidelighed og slitage

Af Anette D. Munk

Slageeffekter i rør og følgevirkningerne af pulserende tryk, vibrationer og chokvirkninger kan have alvorlige konsekvenser i et rørsystem med væskestrømme. Hvis man således vælger en kontraventil uden at tænke på de forskellige karakteristika, som de enkelte typer kontraventiler har, er der en stor risiko for, at de blot forstærker de førnævnte problemer.

En fornuftig ingeniør med ansvar for at vælge den rette ventil bør derfor studere og vurdere valgmulighederne meget grundigt.

I det følgende giver ProMetal ApS et indblik i disse valgmuligheder med deraf følgende resultater og eventuelle konsekvenser.

Hvordan reagerer ventilen?

Dynamiske karakteristika er et begreb, som bruges til at beskrive, hvordan en kontraventil vil reagere under forskellige former for pumpestopssituationer. Disse karakteristika illustreres normalt ved hjælp af en graf, der er et udtryk for den reversible hastighed (V_r) i forhold til deaccelerationen (dv/dt) (se figur 1).

I forbindelse med et pumpestop tillader en selvstyrende kontraventil i nogen grad et returflow i røret, inden den lukker. Og det er denne pludselige reduktion af returflowet til nul, som resulterer i et pulserende tryk. Sammen med et tryktab på opstrømsiden kan dette resultere i dannelse af kaviteter, som således skaber en slageeffekt fra væsken i røret - et fænomen som også går under den engelske betegnelse »Water Hammer«.

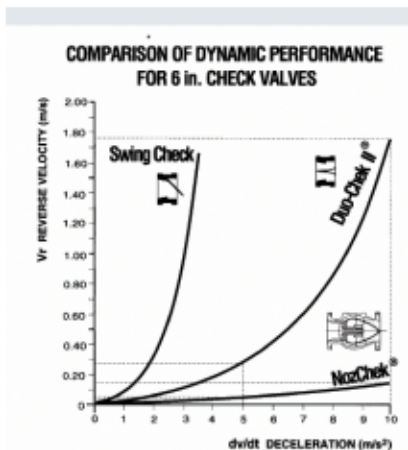
Størrelsen af det pulserende tryk beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$\Delta P = \rho \times C \times V_r$$

ΔP er størrelsen af det pulserende tryk.

ρ er densiteten af væsken.

C er bølge udbredelses hastigheden.



These curves are based on actual tests carried out in-house and at Duff Hydrovis, Netherlands.

Figur 1. Grafen illustrerer de dynamiske karakteristika hos tre forskellige typer kontraventiler: Den traditionelle Swing Check ventil, Duo Chek (dual plate wafer style) og endelig Nozzel Chek ventilen. Grafen viser den af ventilen tilladte reversible hastighed (V_r) som funktion af systemets deacceleration (dv/dt). Systemets deacceleration beskrives, hvor hurtigt flowet når 0 efter et pumpestop.

Swing Check ventil:

Ved dynamiske betingelser oplever man som regel forholdsvis lange reaktionstider. Dette resulterer i en høj reversibel hastighed (uønsket tryk i modstrømsretningen), som resulterer i slageeffekter, uønskede trykbølger og et højt støjniiveau.

Duo Chek ventil - fjeder styret:

Dette design har små klapper med mindre inertier end en enkelt kraftigere klap. Udstyret med fjedre fordeles lukkekraften til hele klappen, hvilket reducerer reaktionstiden.

Nozzel Chek ventil:

Efterhånden som trykket i flowretningen reduceres, mindskes trykket på »låget«. Når fjedertrykket således overstiger trykket fra flowet, presses låget mod ventilhuset ved hjælp af fjederen, hvorved ventilen lukker, så flowet ikke kan passere. Den korte vandring, som låget bevæger sig ved lukningen af ventilen - kombineret med trykket fra fjederen, reducerer reaktionstiden betydeligt og gør, at slageeffekter, støj og trykbølger samt tryk i modstrømsretningen undgås.

V_r er den reversible hastighed.

Som nævnt tillader en selvstyrende kontraventil i forbindelse med et pumpestop i nogen grad et returflow i røret, inden den lukker. Af grafen ses, at ved en stigende deacceleration har man også en stigning i den reversible hastighed og derfor en større trykstigning ved lukning af ventilen.

Det skal også bemærkes, at ved den samme deacceleration har Nozzel Chek ventilen den mindste reversible hastighed på grund af designets naturlige hurtige reaktion. På en standard Swing Check ventil kan man montere stærkere fjedre, som kan forbedre responstiden og dermed minimere det pulserende tryk, men dette resulterer som oftest også i en mere larmende ventil.

Fire vigtige parametre

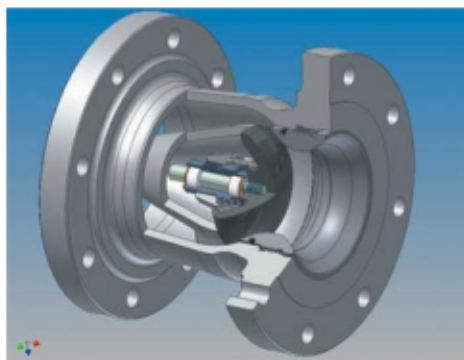
Der er fire vigtige parametre, som man skal have kendskab til, når en kontraventils egnethed skal evalueres:

- Trykket i rørlinjen hvor ventilen skal sidde.
- Systemets deacceleration hvor ventilen skal sidde.
- Hastigheden og udbredelsen af eventuelle trykbølger.
- Ventilens reversible hastighed ved en specifik deacceleration.

Når man således har deaccelerationens værdi kan ventilens reversible hastighed læses på kurven for den dynamiske karakteristika og herefter indsættes i den tidligere nævnte formel til beregning af det pulserende tryk. Denne værdi lægges til rørlinje trykket for hermed at beregne det samlede tryk, som så skal være mindre end systemets maksimale designtryk.

Eksempel 1

De forventede kortvarige påvirkninger ved lukning af en kontraventil i en 6" rørlinje er 5 m/s^2 ved et rørlinje tryk på 10 bar. Systemet er dimensioneret til maksimum 16 bar,



have en trykstigning på over 30 bar, medførende seriøse chok og slagpåvirkninger. Tilsvarende ville en Nozzel Chek ventil holde sig langt under det maksimale designtryk med et resultat på 10,4 bar.

I dette eksempel ville en Duo Chek være tilstrækkeligt til beskyttelse af systemet og den mest økonomiske løsning. Dog skal det tilføjes, at der igen er andre faktorer, som man bør tage i betragtning i forbindelse med specifikationen.

Eksempel 2

En tilsvarende 6" rørdning kan have en deacceleration på 10 m/s^2 (Alle andre parametre fastholdes som i eksempel 1). Ved 10 m/s^2 er den maksimale reversible hastighed for en Duo Chek ventil $1,76 \text{ m/s}$, hvilket giver et resultat på 27,6 bar. Selv om dette er langt mindre og dermed bedre end resultatet for en standard Swing Check ventil (som vil være en meget upassende ventil i denne situation), så vil det stadig være for højt, og man skal således overveje at bruge en Nozzel Chek ventil. Det udviser en reversibel hastighed på $0,14 \text{ m/s}$ ved 10 m/s^2 , hvilket resulterer i et endeligt tryk på 11,4 bar, som

således eliminerer enhver risiko for chok og slageffekter.

I dette eksempel vil en Nozzel Chek ventil være langt det bedste valg til beskyttelse af systemet. Ventilens andre fordele er et lavt tryktab og en utrolig god pålidelighed.

Hjælp til beregning

For at kunne evaluere anvendelsen af kontraventiler i bestemte systemer er det således vigtigt at overveje de forskellige dynamiske karakteristika samt tage højde for andre faktorer såsom tryktab, pålidelighed og slitage. For at bidrage til denne evaluering kan ProMetal ApS i samarbejde med Crane Stockham Valve Ltd., som er producent af både Duo Chek og Nozzel Chek ventilerne, tilbyde hjælp til beregning og råd om ventilens egnethed i forholdet til det enkelte system - for at sikre det rette valg.

mediet er vand og hastigheden af væsketrykbølgerne er 1000 m/s . Ved 5 m/s^2 er den maksimale reversible hastighed for en Duo Chek ventil $0,28 \text{ m/s}$. Trykstigningen kan så beregnes således:

$$\Delta P = \rho \times C \times V_r$$

$$\Delta P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1000 \text{ m/s} \times 0,28 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = 280 \text{ kN/m}^2 \text{ (kPs)} = 2,8 \text{ bar.}$$

Lægges resultatet 2,8 bar til rørdningstrykket på 10 bar fås 12,8 bar, hvilket er inden for rørdningens til-ladte designtryk på 16 bar.

En simpel Swing Check ventil ville