

Bruk av naturlige kuldemedier på nye områder

Blad
No. 2.2.3

Praktiske forhold ved CO₂ som kuldemedium

Prosessmessige konsekvenser av lav kritisk temperatur

- Ordinær kuldeprosess i praksis begrenset til ca. 28°C kondenseringstemperatur
- Ved høyere temperaturer blir prosessen transkritisk
 - > Overkritisk varmeavgivelse – med temperaturglidning, ingen faseforandring
 - > Underkritisk varmeopptak, ved konstant temperatur, faseovergang (fordamping)
 - > Se faktablad 2.2.4 "Transkritisk prosess med CO₂"
- Kondensering kan alltid oppnås ved hjelp av et annet kuldeanlegg
 - > Kaskadekopling

Prosessmessige konsekvenser av høyt trykk

- Høyt trykk på mange måter gunstig for den praktiske gjennomføringen av prosessen
- Tett gass gir små kompressorvolumer og små dimensjoner på gassrør
 - > Kompressorvolumet reduseres med 80-90 % ved ordinær kuldeprosess
 - > Dimensjon på sugeledning og returrør mer enn halveres
- Mindre energitap som følge av trykktap i rør og varmevekslere enn for andre medier
- Høye kompressorvirkningsgrader og effektiv varmeoverføring
 - > Energiforbruket kan bli mindre enn med andre medier selv om CO₂ kommer dårligere ut teoretisk
- Stillstandstrykket i hele eller deler av anlegget høyere enn praktisk dimensjoneringstrykk
 - > Krever ekstra omtanke for å unngå å overbelaste komponenter og rørsystemer
 - > Krever særlige tiltak for å holde nede trykket ved (lengre tids) stans
 - For eksempel et lite, uavhengig hjelpeanlegg ("kaldfinger")
- Dannelse av gassbobler i væske skjer lettere jo høyere trykket er
 - > Bidrar til svært god varmeovergang ved boblekoking ("pool boiling") av CO₂
 - CO₂-fordampere er svært effektive
 - > Bevirker lett bobledannelse/skumming i væskeutskiller ved rask trykksenkning

Andre konsekvenser av høyt trykk

- Høye trykk kan kreve økt veggtykkelse i rør og høyere trykkklasse for komponenter
- Materialer belastes nærmere tillatt maksimaltrykk under vanlig drift
 - > Ekstra viktig med god trykksikring av anleggene
 - > Kombinasjon av høyt trykk og lav temperatur stiller særlige krav til materialvalg
- Noe begrenset tilgang på komponenter tilpasset de høye trykkene ved transkritisk drift, spesielt for større anlegg
- Trykkprøving må utføres nøye i henhold til anerkjente, skriftlige prosedyrer
- Mer utsatt for lekkasje

Konsekvenser av høyt trykk i trippelpunktet

- Det dannes tørris når trykket over CO₂ væske fase senkes til under ca. 4.2 bar o
 - > Tilhørende metningstemperatur er ca. -56.6°C
 - > Fordampingstemperaturen nedad begrenses i praksis til ca. -54 °C
- Ved trykkavlastning til atmosfæretrykk senkes temperaturen til ca. -78°C
 - > Sublimasjonstemperaturen for tørris
 - > Frostskade oppstår lett ved kontakt med hud
- Anleggsdel med væske bør normalt tømmes fra gassfase, eller væsken overføres til beholder med trykk over 4.2 bar o
 - > Trykket må kontrolleres/reguleres ved tømning av væskeholdig komponent
- CO₂ gass går i noen grad over til væske/tørris dersom gassen trykkavlastes fra høyere trykk enn ca. 20 bar
 - > Andel tørris øker med økende trykk
- Ved dannelse av tørris kan ventiler blokkeres
 - > Sikkerhetsventil må monteres i enden av avblåsningsrøret ved forhold som gir tørris

Forhold til konstruksjonsmaterialer

- Materialvalg for rør og komponenter i utgangspunktet som for HFK-medier
 - > Materialeegenskapene ved lave temperaturer må iakttas spesielt
 - > Kombinasjoner av høyt trykk og lav temperatur vil lett kunne forekomme i lavtemperaturanlegg
 - > Temperatur med mot -78°C ved tykkutligning mot omgivelsene, (rask tømning, rørbrudd)
- CO₂ er ikke korrosiv i ren tilstand
 - > Ved fuktighet i anlegget dannes det karbonsyre (H₂CO₃)
 - Angriper metaller, eksempler på betydelige korrosjonsskader
 - > CO₂ av kuldekkvalitet må benyttes
 - Garantert maksimalt vanninnhold (10-15 ppm)
 - > Med gode rutiner for vakuumering og tørking vil korrosjon ikke være noe problem
- Lekkasje i pakninger har vært et problem
 - > Ventiler og andre komponenter må være beregnet for og utprøvd med CO₂
 - > Pakninger/o-ringer kan sprenge ved rask trykkavlastning fra høye trykk

Forhold til kompressorolje

- Konvensjonell kuldemaskinolje aktuell, syntetisk (PAO)
 - > Ikke løselig i CO₂, beholder smøringsegenskapene
 - > Lettere enn kuldemedievæsken, vanskeliggjør oljeavtapping
- Esterolje
 - > Løselig i CO₂
 - > Oljeretur som ved HFK-medier
- Ulike andre smøremidler aktuelle, bl.a. polyglykoler (PAG)
 - > Valgt for bl.a. bilkjøleanlegg og tappevannsvarmepumper
 - > Utvikling av forbedrede PAG-oljer pågår
- CO₂ er et godt løsningsmiddel og oppløste forurensninger havner i oljen
 - > God rengjøring av anlegget essensielt

Forhold til andre kuldemedier

- CO₂ reagerer kjemisk med ammoniakk
 - > Danner ammoniumkarbamat (et salt)
 - > Eventuell blanding av mediene vil skje på ammoniakkanlegget pga. trykkforskjellen
 - Problemer med tette dyser, filtere, ventiler etc. vil oppstå der
- Ingen kjemiske reaksjoner mellom CO₂ og HFK
- Feilfylling må uansett unngås både av hensyn til sikkerhet (trykk) og drift

Forhold til varer på lager

- Lekkasje av CO₂ inne på et fryse- eller kjølelager vil ikke skade varene