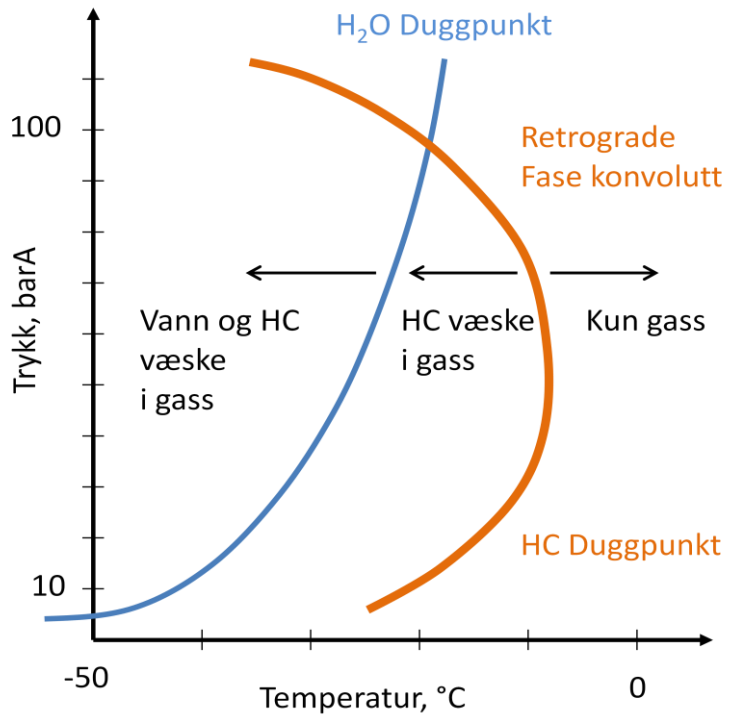
Duggpunkt (dewpoint) / fuktighet (moisture) målinger.

v/ Rolf Skatvedt, Trainor Automation

Innledning

Duggpunkt er den temperaturen hvor væske oppløst i gassform går over til væske mens fuktighetsmåling angir mengde væske oppløst i gassen. Dette høres enkelt ut, men faktum er at det å måle eksakt innhold av et sporstoff i gass er svært vanskelig, ref at vi her snakker om ppm (parts per million) nivåer som eksempelvis 40 kg vann / million standard kubikkmeter gass. Prøvetaking systemer inklusiv behandling og transport frem til analysator skal være konstruert med særdeles varsomhet dersom målinger av denne type skal være korrekt med hensyn på det som er i prøvepunkt. Fuktighetsmålinger er normalt volum relatert, eksempelvis i form av vanndampens partialtrykk, og således vil gasser som eventuelt fjernes på veien fra prøvepunkt til analysator føre til at fuktighetsinnholdet måles feil, tilsvarende også dersom kalibreringsgass ikke velges med omhu eller tas inn på rett sted. Trykk og temperatur må holdes konstant og eller korrigeres for da både temperatur og trykk er med på å bestemme når en gass skal kondensere over i væskeform.



Figur 1: HydroCarbon (HC) fase konvolutt + vannduggpunkt kurve

Måling av hydrokarbon duggpunkt

Det er vanlig praksis i forbindelse med naturgass som transporteres i rørledninger å begrense hydrokarbon duggpunktet til en maksimalt avtalt temperatur for på den måten å kontrollere mengden av kondensat som vil kunne kondensere i rørledningen.

Hydrokarbon duggpunk temperaturen kan måles direkte ut fra en prøve som hentes i rørledningen og er trykk redusert til et trykk som kan håndteres av måle apparaturen. Det finnes i dag prosedyrer for å beregne hydrokarbon duggpunktet ut fra gass komposisjon, men

kalkulasjonene er komplekse og krever nøyaktige analyser av de tyngre hydrokarbonene (minimum opp til C10), analyser som er tidkrevende samt kostbare og som normalt ikke er påkrevd for å bestemme de andre interessante gassegenskaper.
Direkte måling av hydrokarbon duggpunkt er i praksis umulig dersom vann duggpunkt temperaturen til gassen er lik eller høyere enn hydrokarbon duggpunkt temperaturen ved et trykk som tilsvarer måleinstrumentets operasjons trykk.

Direkte måling av hydrokarbon duggpunkt

Instrumenter for måling av hydrokarbon duggpunktet direkte er operativt basert på at man kjøler ned et speil som er i kontakt med prøvegassen inntil man detekterer tilstedeværelse av en væske film på den nedkjølte glass flaten. Deteksjon systemet registrerer en forandring i de optiske egenskapene til det nedkjølte speilet og måler temperaturen når kondenseringen inntreffer. Denne teknikken brukes både i manuelle og automatiske instrumenter.
Instrumentene jobber i et syklisk mønster da den avkjølte speil flaten må varmes opp til en temperatur over duggpunkt temperaturen mellom hver duggpunkt bestemmelse.
Stabiliteten til gass komposisjon og prosess operativ drift vil være bestemmende for hvor ofte man bør bestemme gassens hydrokarbon duggpunkt. I mange tilfeller vil spot eller punkt prøver være tilstrekkelig for å dekke de kontrakts bestemte krav. Det er å anbefale at analysen gjøres i nær tilknytning til prøvepunktet, dvs reduserer transport og bearbeidning til et minimum.
Der hvor det er behov for gjentagende målinger med kort tids intervall bør man legge forholdene til rette for manuell og/eller automatisk kontinuerlig måling. Både manuelle og automatiske analyser krever ekstra oppmerksomhet med hensyn på det at prøven er representativ hva gjelder kvalitet etter påkrevd trykk reduksjon.
Sammenhengen mellom hydrokarbon duggpunkt og trykk er gitt av hydrokarbon spekteret til gassen som det måles på. Der hvor det er umulig å måle hydrokarbon duggpunktet ved kontrakts bestemt referanse trykk, og målingene eksempelvis må gjøres ved et lavere trykk grunnet instrument begrensninger, må man gjøre korrigeringer som er relatert til gitt komposisjon eller innenfor et område. Dette er korrigeringer som partene bør være enig om målingene starter.
Det er ellers verdt å merke seg at tilstedeværelse av glykol eller metanol i gassen vil påvirke hydrokarbon duggpunkt målingen.

Måling av vann duggpunkt

Transport avtaler knyttet til naturgass setter normalt krav til regelmessige målinger av enten vannduggpunkt eller gassens fuktighets (moisture) innhold. Dette henger normalt sammen med konsekvensene av korrosjon og/eller hydratdannelse i rørledningen, spesiell stor oppmerksomhet vises rundt dette for rørledninger som i tillegg til vann også innholder syre dannende stoffer (eksempelvis karbondioksid og hydrogen sulfid). Gass fuktighets analysatorer kan skaleres i duggpunkt for et gitt hydrokarbon blanding.

Vann duggpunkt målinger

Vann duggpunkt temperaturen kan måles direkte ut fra en prøve som er hentet i transport rørledningen. I tillegg til selve måleinstrumentet må systemet for kontinuerlig måling av vannduggpunkt inkludere;

- En målesonde som trekker ut representative gass prøver, fri for eventuelle kondensater som måtte følge rørledningsveggen.
- Et trykk reduksjonssystem som tilpasser prøven til måleinstrument.

- Et opplegg som enten returnerer prøven til rørledningen eller ventilerer den til en sikker atmosfære punkt.

Instrumenter for direkte måling av vann duggpunkt er prinsipielt bygd opp på samme måte som de instrumenter som brukes for hydrokarbon duggpunkt målinger.
Sammenhengen mellom vann duggpunkt og trykk er gitt av komposisjon til gassen som måles. Der hvor det er umulig å gjøre en vann duggpunkt måling ved referanse trykket spesifisert i transport / kommersiell avtale, må man benytte seg av konverterings korrelasjoner som på forhånd er akseptert av de berørte parter.
Direkte kontinuerlige målinger av vann duggpunkt blir upraktiske dersom hydrokarbon duggpunkt temperaturen er høyere enn vann duggpunkt temperaturen. Kondenseringen av hydrokarbon væske på det avkjølte speilet, spesielt de tyngre fraksjoner, gjør identifikasjon av vann væskefilmen tilnærmet umulig. Der hvor disse tilstandene med stor sannsynlighet vil være tilstede anbefales direkte måling av fuktighet.

Vann fuktighetsmålinger

Et antall kommersielle instrumenter for direkte måling av vann damp i gass er tilgjenglig på markedet. Dersom det er duggpunkt temperaturen som er påkrevd må det foretas en omregning / konvertering som innbefatter korreksjon for henholdsvis trykk og interne molekylære reaksjoner i en ”sur” gass.
Vann damp som befinner seg i en gass kan være flyktig og prøver som hentes fra eksport rørledningen må vises den aller største oppmerksomhet for å sikre riktig innhold av fuktighet.

Vann fuktighets analysator – quarts basert detektor

En av de mest stabile og nøyaktige målemetoder som er tilgjenglig i dagens marked er basert på quarts teknologi, dvs at vi har en temperatur kontrollert quarts krystall som er dekket med et porøst materiale som inkluderes i en elektronisk svinge / frekvens målekrets. Den karakteristiske frekvensen til krystallet under tørre betingelser er kjent, og når fuktigheten i gassen adsorberes av belegget påført krystallet vil svinge frekvensen forandre seg, og derav være et mål for gassens vanninnhold. Fordi målingen gjøres ved lave trykk må man være påpasselig med å skaffe analysatoren en representativ prøve, forurensende fast stoff og/eller væske partikler må unngås, og det er derfor vanlig å finne karbon filter installert som en del av prøvetaking systemet.
Denne type instrumenter bestemmer vann innholdet i parts per million (ppm) volum, men kan kalibreres / justeres til å vise duggpunkt ved et gitt trykk.

Vann fuktighets analysator – aluminium oksid detektor

Sannsynligvis den mest brukte målemetoden for vann fuktighet i gass er aluminium oksid sensoren. Vann damp adsorberes av målesensor strukturen og sensoren forandrer i så måte dielektriske egenskaper. Gjennom måling av sensor impedansen til sensoren kan man få et mål for vann innholdet i gassen. Normalt blir instrumentet kalibrert / justert til å vise duggpunkt ved et gitt trykk.
Sensoren og derav måleresultatet vil kunne påvirkes av små faste partikler som måtte være med gassen og/eller væsker som eksempelvis glykol. Sensoren er temperatur følsom, men dette kan man i stor grad kompensere for elektronisk. Sensoren forandrer seg over tid og det er derfor viktig med regelmessig kalibrering / justering.

Fuktighets analysator – ledningsevne basert detektor

Selv om dette er et etablert prinsipp for å måle fuktighet i gass har den først i den senere tid blitt akseptert som en nøyaktig måling grunnet prinsippets temperatur følsomhet. En kommersiell tilgjenglig måler bruker glyserol som vann absorbent. Glyserolen finnes i små hulrom som er i selve målesensoren. Sensoren er nøyaktig temperatur kontrollert til en temperatur over omgivelsene og opereres ved linje trykk betingelser. Forandringer i gassens relative fuktighet forandrer sensorens elektriske ledningsevne, som igjen konverteres til duggpunkt gjennom et tilhørende elektronikk system.

Instrumentet er følsomt for væske som måtte følge med gassen da denne lett kan ta med seg noe av glyserolen. Passende føre var aksjoner må gjøres for å hindre feilaktig måling, typisk installasjon av filter, eller selektivt kondensering utstyr som vil fjerne væske med høyere duggpunkt enn vann.

Vann fuktighets måling – Karl Fischer titrering

Karl Fischer reagens er et kjemikali som er mye brukt for kvantitativt å bestemme tilstedeværelsen av vann gjennom titrering. Instrumenter som automatisk titrerer reagensen mot gass under høyt trykk, og bestemmer endepunktet ved hjelp av forandringen i elektrisk ledningsevne er tilgjenglig i dagens marked. Avlesningen eller målingen uttrykkes normalt i parts per million volum (ppm_v).

Kalibrering av fuktighets analysatorer

Når man benytter analysator som måler direkte i duggpunkt kan instrumentet punkt sjekkes mot en optisk duggpunkt detektor / sensor.

Instrumenter som jobber ved lave trykk og har sin avlesning i volumetrisk vann innhold kan sjekkes mot en permeabilitet referanse. Generelt er det ikke tilfredsstillende å fremstille og lagre referanse / kalibrerings gass som inneholder en kjent mengde vanndamp ved lave trykk. Det er ekstremt vanskelig å kalibrere kontinuerlige fuktighets analysatorer som måler ved høye trykk, eneste mulige måte er å sammenligne måleverdien med hva andre detektorer eller analysatorer rapporterer.