



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) 319645

G 05 D 7/00 , B 01 D 17/00

(13) B1

### Patentstyret

---

(21)	Søknadsnr	20031131	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.03.12	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2003.03.12	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2004.09.13			
(45)	Meddelt	2005.09.05			
(73)	Innehaver	Statoil ASA , Forusbeen 50, 4035 STAVANGER, NO			
(72)	Oppfinner	Alf Reidar Kluge, Toppmeisveien 17, 4328 SANDNES, NO			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS , Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO, NO			

---

(54)	Benevnelse	<b>Styresystem og sammenstilling for automatisert strømningsstabilisering, forseparasjon av gass fra væske og forhindring av gassgjennomslag for en fluidstrøm fra en rørledning for hvilken væske er den dominerende fase</b>			
(56)	Anførte publikasjoner	US-B1 6390114, GB-A 2358205, EP 410522 B1			
(57)	Sammendrag				

Styresystem og sammenstilling for strømningsstabilisering, forseparasjon av gass fra væske og forhindring av gassgjennomslag for en fluidstrøm fra en rørledning for hvilken væske er den dominerende fase, idet en kompakt sykklonbasert inline-degasser med en nedstrøms tilkoblet kompakt flerfaseinnløpsseparator er anordnet enten ved utløpet, innløpet eller både utløpet og innløpet av rørledningen, særpreget ved at styresystemet omfatter: innretninger for automatisk styrt væskedrenering fra degasseren og innløpsflerfase-separatoren, innretninger for automatisk styrt gassavdrag fra degasseren og innløpsflerfase-separatoren, og beskyttelsesfunksjoner.

### Oppfinnelsens område

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et styresystem og en sammenstilling for automatisert strømningsstabilisering, forseparasjon av gass fra væske og forhindring av gassgjennomslag for en fluidstrøm for hvilken væske er den dominerende fase, slik som 5 en flerfaserørledning som i hovedsak fører væske. Det benyttes en kompakt syklobasert degasser kombinert med en nedstrøms tilkoblet kompakt flerfaseinnløpsseparator, kombinert med et styresystem. Degasseren og den nedstrøms tilkoblede kompakte flerfaseinnløpsseparator er anordnet enten ved utløpet, innløpet eller både utløpet og 10 innløpet av rørledningen. Med den foreliggende oppfinnelse oppnås det en meget fordelaktig teknisk effekt i forhold til vekt, volum og investering for utstyret, og nedstrøms anordnet separasjonsutstyr kan elimineres eller nedskaleres betydelig.

### Oppfinnelsens bakgrunn og kjent teknikk

15 I forbindelse med flerfaserørledninger som i hovedsak fører væske, men også inneholder gass, er det i dag påkrevd å anvende relativt kostbart og plasskrevende utstyr for å oppnå strømningsstabilisering og forseparasjon av gass fra væsken, hvilket utgjør et problem, særlig for overflateinstallasjoner til havs.

Det finnes derfor behov for utstyr som i betydelig grad reduserer det ovennevnte 20 problem.

I patentpublikasjon US 6,390,114 B1 beskrives det et utstyr omfattende en gravitasjonsbasert miniseparator i forbindelse med undertrykking og styring av pluggstrøm i en flerfasefluidstrøm. Driften av nevnte utstyr er basert på å regulere ventiler i utløpene for henholdsvis gass og væske fra miniseparatoren, først og fremst i henhold til 25 trykk. Også i patentpublikasjon EP 0410522 B1 beskrives en gravitasjonsbasert miniseparator som reguleres basert på målinger i utløpene av henholdsvis væske og gass fra den nevnte separator. I patentpublikasjon GB 2358205 A er det beskrevet en ytterligere gravitasjonsbasert separator, med regulering av en ventil i gassutløpet fra separatoren, samt regulering av en ventil i væskeutløpet fra separatoren. Det er beskrevet 30 regulering av gassutløpet fra separatoren i henhold til målt trykk i nedre ende av et foranliggende stigerør, der trykket øker ved forekomst av pluggstrøm.

Det finnes kompakt utstyr for avgassing som det ville være særlig fordelaktig å kunne gjøre bruk av. I patentpublikasjon WO 01/00296 A1 er det beskrevet en kompakt inline-degasser som dessverre har vist seg å ha problemer med en treg respons, redusert 35 separasjonsgrad og tendens til overflømming med væske. I patentpublikasjon NO 2002 5841 og særlig i patentpublikasjon NO 2003 1130 er det beskrevet forbedrede, videreutviklede degassere som særlig fordelaktig kan benyttes med den foreliggende oppfinnelse. Hver av de nevnte fordelaktige degassere er en kompakt in-line syklobasert

innretning for separasjon av gass fra en flerfasefluidstrøm som strømmer gjennom en rørledning.

Degasseren (avgassingsenhet) med reguleringsinnretninger ifølge NO 2003 1130 omfatter: et rørformet separasjonskammer med en oppstrømsende hvor fluidstrøm som føres inn ved hjelp av et spinnelement i oppstrømsenden settes i rotasjon og separeres til; en tyngre fraksjon som i hovedsak samles langs separasjonskammerets innvendige rørvegg og tas ut gjennom et utløp i en nedstrømsende av separasjonskammeret, og; en lettere fraksjon som i hovedsak samles langs separasjonskammerets lengdeakse, hvorfra et uttaksrør er anordnet for levering av den lettere fraksjon til; en kontrollseparator som er anordnet for å separere ut eventuelt medrevet tyngre fraksjon fra den lettere fraksjon, hvilken medrevet tyngre fraksjon tas ut gjennom en utløpsledning fra et bunnområde fylt med tyngre fraksjon i kontrollseparatoren, fortrinnsvis for levering derav til den tyngre fraksjon fra separasjonskammeret, mens den lettere fraksjon tas ut fra kontrollseparatoren gjennom en egen utløpsledning, idet degasseren er særpreget ved at

en måleblende/dyse med differansetrykk giver for angivelse av differansetrykk over måleblenden/dysen er anordnet i uttaksrøret for den lettere fase fra separasjonskammeret til kontrollseparatoren, idet nevnte differansetrykk benyttes som grunnlag for regulering av en ventil anordnet i nevnte uttaksrør.

Det henvises til de ovennevnte patentpublikasjoner for en nærmere beskrivelse av de særlig fordelaktige degassere. Det finnes behov for ytterligere forbedret kompakt utstyr for strømningsstabilisering, forseparasjon og forhindring av gassgjennomslag i væskeløpet mot nedstrøms væskebehandlingsutstyr.

### Oppsummering av oppfinnelsen

Med den foreliggende oppfinnelse imøtekommes det ovennevnte behov ved at det tilveiebringes et styresystem og en sammenstilling for automatisert strømningsstabilisering, forseparasjon av gass fra væske og forhindring av gassgjennomslag for en fluidstrøm fra en rørledning for hvilken væske er den dominerende fase, idet en kompakt syklobasert inline-degasser med en nedstrøms tilkoblet kompakt flerfaseinnløpsseparator er anordnet enten ved utløpet, innløpet eller både utløpet og innløpet av rørledningen, særpreget ved at styresystemet omfatter:

minst én innretning for strømningsmåling i rørledningen, foroverkoblet til styresystemet, for økt strømningsstabilisering i rørledningen,  
innretninger for automatisk styrt væskedrenering fra degasseren og innløpsflerfaseseparatoren,  
innretninger for automatisk styrt gassavdrag fra degasseren og innløpsflerfaseseparatoren, inkludert en måleblende med en differansetrykk giver for angivelse av et differansetrykk over måleblenden, anordnet i et uttaksrør for den lettere fase fra et separasjonskammer i degasseren til en kontrollseparator i degasseren, idet

nevnte differansetrykk benyttes som grunnlag for regulering av en ventil i nevnte uttaksrør for å regulere strømningsmengden av den lettere fase fra separasjonskammeret til kontrollseparatoren, og

beskyttelsesfunksjoner.

5 Fordelaktige utførelsesformer er angitt i kravene 2-7.

Degasseren inkluderer en kontrollseparator som tilveiebringer et hjelpevolum med hensyn til styring av separasjonsvirkningen, representert ved dreneringsraten fra kontrollseparatoren.

10 Hensikten med flerfaseinnløpsseparatoren nedstrøms degasseren er å unngå gassgjennomslag ut av væskeutløpet, representert ved væskeutløpet fra flerfaseinnløpsseparatoren til nedstrøms plassert væskebehandlingsutstyr. Dette oppnås ved at et tilstrekkelig væskevolum holdes i flerfaseinnløpsseparatoren slik at en ventil i væskeutløpet rekkes å stenges helt før gassgjennomslag inntreffer. Funksjonen er helt uavhengig volumet av degasserens kontrollseparator.

15 Med den foreliggende oppfinnelse oppnås det både kompakt forseparasjon, strømningsstabilisering og forhindring av gassgjennomslag til en betydelig redusert investering i utstyr.

### Tegninger

20 Oppfinnelsen illustreres med to figurer, hvor:

Figur 1 er en prinsipiell illustrasjon av styresystemet med degasser, flerfaseinnløpsseparator og feltinstrumenter.

Figur 2 illustrerer den mest foretrukne utførelsesform av styresystemet ifølge den foreliggende oppfinnelse.

25

### Detaljert beskrivelse

Det henvises først til Figur 1, hvor degasseren, med separasjonskammer 1 og kontrollseparator 2, og en flerfaseinnløpsseparator 3 er illustrert, med feltinstrumenter. En del av uttaksrøret for den lettere fraksjon fra separasjonskammeret er vist anordnet som et stigerør som atskiller separasjonskammeret fra kontrollseparatoren. I stigerøret er det anordnet en måleblende med en differansetrykk giver DPT 100 for angivelse av differansetrykk over måleblenden, idet nevnte differansetrykk benyttes som grunnlag for regulering av en ventil FV 100 i stigerøret for å regulere strømningsmengden av den lettere fase fra separasjonskammeret til kontrollseparatoren. Ettersom tettheten av gass er mye lavere enn tettheten av væske, vil meddrivning av væske med den lettere fase fra separasjonskammeret medføre en dramatisk økning i differansetrykket over måleblenden, hvilket dramatisk øket differansetrykk medfører at ventilen FV 100 i stigerøret strupes for å unngå meddrivning av væske.

Degasserens kapasitet for gasshåndtering kan overskrides ved oppstart av rørledningen, ved idriftsettelse eller etter en driftsstans, eller når strømningsmengden gjennom rørledningen økes, hvilket kan medføre strømningstransienter og problemer med gasslommer mens strømmingen innstilles fra en stabil tilstand til en annen. Derfor er

5 flerfaseinnløpsseparatoren 3 anordnet. Flerfaseinnløpsseparatoren er betydelig mindre enn konvensjonelt separasjonsutstyr. Dimensjoneringen av flerfaseinnløpsseparatoren er i henhold til at volumet skal være tilstrekkelig for å oppnå en ønsket oppholdstid for innstrømmet væske, slik at ventil FV600 i væskeutløpsledningen rekker å åpnes for å unngå overfylling og stenges/strupes for å unngå tømning, og i tillegg må ventil FV 850 i

10 gassutløpsledningen rekke å stenges før overfylling av flerfaseinnløpsseparatoren.

Væskedreneringen fra degasseren styres primært med ventil FV200 i utløpsledningen for væske fra kontrollseparatoren, og væskedrenering fra flerfaseinnløpsseparatoren styres primært med ventil FV 600 i utløpsledningen for væske fra flerfaseinnløpsseparatoren. Gassavdraget fra degasseren og flerfaseinnløpsseparatoren

15 styres primært med ventil FV 850 i utløpsledningen for gass fra flerfaseinnløpsseparatoren.

For å beskytte nedstrøms anordnet utstyr og selve styresystemet, er det anordnet beskyttelsesfunksjoner for å hindre overløp av væske inn i gassutløpet og gjennomløp av gass inn i væskeutløpet. Den primære styring for beskyttelsesfunksjonene er til

20 henholdsvis ventil XV100 i gassutløpet fra flerfaseinnløpsseparatoren og ventil XV200 i væskeutløpet fra flerfaseinnløpsseparatoren.

I det etterfølgende vil styresystemet beskrives i nærmere detalj, og det henvises i denne sammenheng til Fig. 2 som illustrerer en fullutrustet utgave som representerer den mest foretrukne utførelsesform av oppfinnelsen.

Den tilbakevirkende strømningsstyrer FC 100 manipulerer ventil FV 100 for å

25 holde en stasjonær flerfasestrøm inn i det aksiale uttakrør fra separasjonskammeret, hvilket oppnås på grunnlag av målt differansetrykk over måleblenden. Ved en dramatisk endring av differansetrykket må settpunkt for FC 100 justeres, hvilket kan utføres automatisert. Optimalisering av gassavdraget, hvilket vil si maksimalt gassavdrag uten

30 betydelig væskemedrivning, må ses i sammenheng med styringen av væsknivået i kontrollseparatoren. For å unngå tømning av kontrollseparatoren må utdrenert vann erstattes således at en væskebalanse opprettholdes. Derfor er nivåstyrer LC 100 A anordnet, tilkoblet nivågiver LT 100 i kontrollseparatoren og strømningsstyrer FC 100, slik det er illustrert på Fig. 2. LC 100 A vil automatisk kompensere for et

35 fallende nivå L 100 i kontrollseparatoren, ved å øke settpunkt for FC 100, hvilket vil medføre økt gassmengde og økt meddrevet væskemengde til kontrollseparatoren.

Væskedrenering fra kontrollseparatoren foregår via ventil FV 200 og styring av denne, hvilket i prinsippet foregår ved strømningsgiver FT 200 tilkoblet strømningsstyrer FC 200 som igjen styrer ventil FV 200. Drenering av væske fra kontrollseparatoren

medfører et senket væsknivå L 100 i kontrollseparatoren, hvorfor den tidligere beskrevne nivåstyrer LC 100 A vil bevirke åpning av ventil FV 100 slik at en økt strømningsmengde av væske ankommer kontrollseparatoren og nivået i kontrollseparatoren gjenoprettes. Strømningsmengden av væske drenert fra kontrollseparatoren vil typisk være i området 5 % til 10 % av den totale strømningsmengde av væske gjennom væskeutløpet fra degasseren. Ved stasjonær strømningsmengde av væske gjennom degasseren kan også væskedreneringen F 200 fra kontrollseparatoren holdes stasjonær. Dersom den totale strømningsmengde av væske F 300 gjennom degasseren varierer, kan F 200 styres i forhold til F 300, slik det er indikert med sammenkoblinger mellom strømningsgiverne FT 300 og FT 200 på Fig. 2.

Trykket i kontrollseparatoren må holdes tilstrekkelig høyt til at væske kan føres fra kontrollseparatoren til utløpsledningen for den tyngre fase fra degasseren, og ikke omvendt. Dette oppnås ved å regulere ventil FV 850 slik at den er tilstrekkelig strupet til at trykket er minst like høyt som trykket i utløpsledningen for den tyngre fase fra innløpsflerfaseseparatoren.

Nivåstyring for væskedrenering fra innløpsflerfaseseparatoren foregår ved at nivået L700 styres med nivåstyrer LC700A, som virker på ventil FV600 via strømningsstyrer FC600, slik det er illustrert på Fig. 2.

Innløpsflerfaseseparatoren har kompensasjon av nivåmålingen på grunn av forekommende tetthetsvariasjoner, slik det er illustrert med  $f(x)$  tilkoblet LC700A. Væskene som ankommer innløpsflerfaseseparatoren kan variere i tetthet fra ren glykol til vann til ren kondensat, i alle blandingsforhold. Nivået L700 vil bli påvirket av nevnte variasjon dersom nivåmålingen foregår i henhold til differansetrykk.

Differansetrykket DP100 over degasseren måleblende benyttes fordelaktig som foroverkobling til væskeutløpet fra innløpsflerfaseseparatoren, basert på forholdsreguleringsprinsippet, for å fremme en økende væskedrenering før det detekteres et økt nivå L700 i innløpsflerfaseseparatoren. Differansetrykksignalet manipuleres for å oppnå hensiktsmessig linearisering.

Gassavdraget fra innløpsflerfaseseparatoren styres automatisk. Prinsipielt oppnås styringen ved at ventil FV850 i gassutløpet fra innløpsflerfaseseparatoren styres basert på trykket i innløpsflerfaseseparatoren, tilveiebrakt ved hjelp av trykk giver PT750. Imidlertid blir styringen kompensert for å ivareta massebalansen, illustrert ved foroverkoblingene vist på Fig. 2. Rørledningens massebalanse opprettholdes generelt ved å justere FC850 settpunkt etter behov, for å holde variasjonen i rørledningstrykket innen akseptable grenser. Ved at væskene som ankommer innløpsflerfaseseparatoren summeres med gasstrømningsmengden og tilveiebringes som en prosessverdi, funksjonerer den totale massestrøm som en foroverkobling til PC750, hvilken igjen benyttes for å justere rørledningens interne massebalanse ved å holde rørledningens utløpstrykk innen akseptable grenser som definert ved driftssettpunkt.

I tillegg til den ovennevnte stabilisering av rørledningsstrømmen oppnås det en ytterligere stabilisering ved å installere en innretning for strømningsinformasjon, slik som trykkstyrer PC800, oppstrøms i rørledningen, eksempelvis nær brønnhoder, ved høytliggende og lavtliggende punkter, slik som i bunnen av stigerør og toppen av forhøyninger i rørledningstraséen. PC800 kan tilkobles PC750 slik det er illustrert på Fig. 2, eller alternativt kan tilkoblingen være direkte til FC900 eller FC850.

Beskyttelsesfunksjonene for styresystemet omfatter beskyttelse mot å få væske ut i gassutløpet fra innløpsflerfase-separatoren og beskyttelse mot å få gass ut i væskeutløpet fra innløpsflerfase-separatoren. Således oppnås beskyttelse av nedstrøms anordnet utstyr, beskyttelse av selve styresystemet, samt at nevnte beskyttelsesfunksjoner er vesentlige for å sikre automatisk styring, især automatisk start og stopp.

Ved overfylling av innløpsflerfase-separatoren vil den tilbakevirkende nivåstyrer LC700B overstyre de ovennevnte reguleringssløyfer, og ventil FV850 strupes, og ved ytterligere overfylling vil gassutløpsisolasjonsventil XV100 stenges, hvorpå også FV850 vil bli stengt for å beskytte de tilkoblede enheter i styresystemet.

En tett avstengningsventil XV200 er anordnet i utløpsledningen for væske for å oppnå ytterligere sikkerhet mot gjennomstrømning av gass til væskeutløpet enn det som kan oppnås alene med ventil FV600, slik det er illustrert på Fig. 2. Ved stengning av XV200 vil også FV600 bli stengt for å beskytte tilkoblede enheter i styresystemet.

Dersom nedstrøms anordnet utstyr må nedstenges, stenges henholdsvis avstengningsventil for gass XV100 og avstengningsventil for væske XV200, slik det er illustrert med symbolene PSD på Fig. 2.

Den mest foretrukne utførelsesform av styresystemet ifølge den foreliggende oppfinnelse er utførelsesformen illustrert på Fig. 2. Imidlertid kan styresystemet tilpasses de foreliggende prosessbehov. Fordelaktig blir alle variablene monitorert ettersom utstyr for slik monitorering er standard funksjonalitet på vanlig benyttede SAS (Safety and Automation System).

Syklustiden for kontrollfunksjonene implementert i SAS er fordelaktig mindre enn 0,5 sekund. Alle styreenheter og kontrollfunksjoner er fordelaktig utstyrt med støtfri omkobling mellom de ulike kontrollmodi manuell, automatisk og kaskade.

Patentkrav

1. Styresystem og sammenstilling for automatisert strømningsstabilisering,  
5 forseparasjon av gass fra væske og forhindring av gassgjennomslag for en fluidstrøm fra en rørledning for hvilken væske er den dominerende fase, idet en kompakt syklonbasert inline-degasser med en nedstrøms tilkoblet kompakt flerfaseinnløpsseparator er anordnet enten ved utløpet, innløpet eller både utløpet og innløpet av rørledningen,  
karakterisert ved at styresystemet omfatter:  
10       minst én innretning for strømningsmåling i rørledningen, foroverkoblet til styresystemet, for økt strømningsstabilisering i rørledningen,  
          innretninger for automatisk styrt væskedrenering fra degasseren og innløpsflerfaseseparatoren,  
          innretninger for automatisk styrt gassavdrag fra degasseren og  
15 innløpsflerfaseseparatoren, inkludert en måleblende med en differansetrykk giver for angivelse av et differansetrykk over måleblenden, anordnet i et uttaksrør for den lettere fase fra et separasjonskammer i degasseren til en kontrollseparator i degasseren, idet nevnte differansetrykk benyttes som grunnlag for regulering av en ventil i nevnte uttaksrør for å regulere strømningsmengden av den lettere fase fra separasjonskammeret  
20 til kontrollseparatoren, og  
          beskyttelsesfunksjoner.
2. Styresystem ifølge krav 1,  
karakterisert ved at innretningene for automatisk styrt væskedrenering fra  
25 degasseren og innløpsflerfaseseparatoren er basert på nivåsignaler fra nevnte enheter, idet styringen korrigeres i henhold til foroverkoblede målte verdier for tetthet og strømningsmengde.
3. Styresystem ifølge krav 1,  
30 karakterisert ved at innretningene for automatisk styrt gassavdrag fra degasseren og innløpsflerfaseseparatoren er basert på trykkstyring som korrigeres i henhold til foroverkoblede målte verdier for tetthet og strømningsmengde.
4. Styresystem ifølge krav 1-3,  
35 karakterisert ved at det omfatter minst én automatisk beskyttelsesfunksjon mot å føre væske ut gjennom gassutløpet.
5. Styresystem ifølge krav 1-4,



karakterisert ved at det omfatter minst én automatisk beskyttelsesfunksjon mot gjennomstrømning av gass ut væskeutløpet.

6. Styresystem ifølge krav 1-5,

5 karakterisert ved at flere givere for strømningsinformasjon i rørledningen er anordnet, slik som foroverkoblede givere for strømningsmengde, strømnings sammensetning og strømningsstrykk.

7. Styresystem ifølge krav 1-6,

10 karakterisert ved at responstiden for enhver kontrollsløyfe i styresystemet er under 0,5 sekund.

1/1

Fig. 1

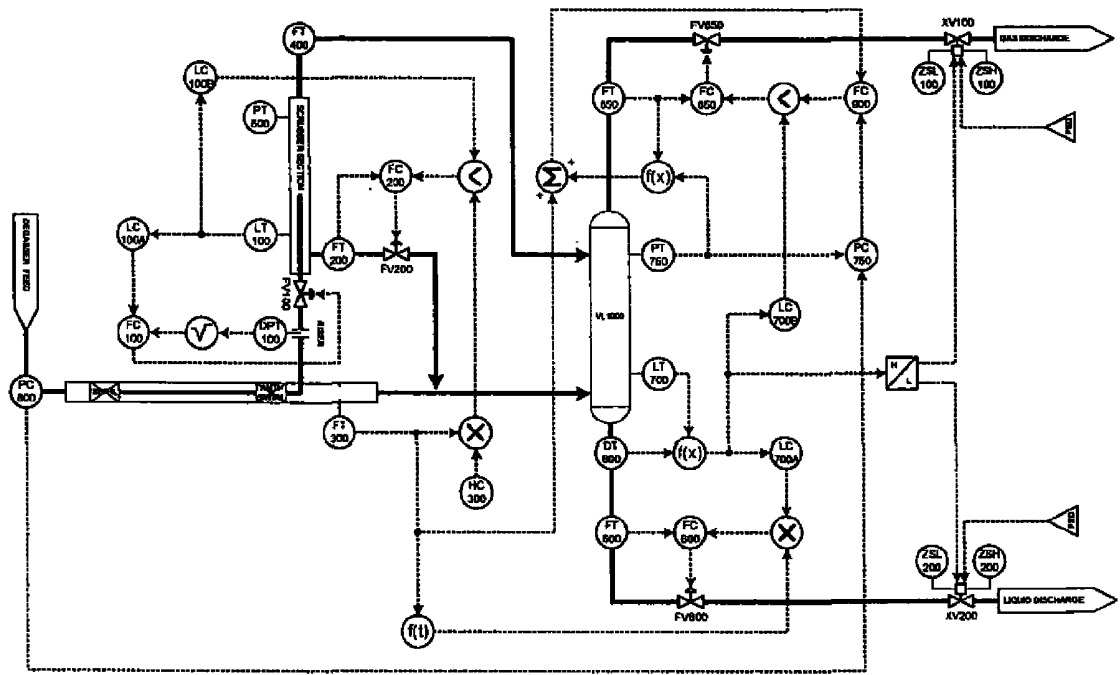
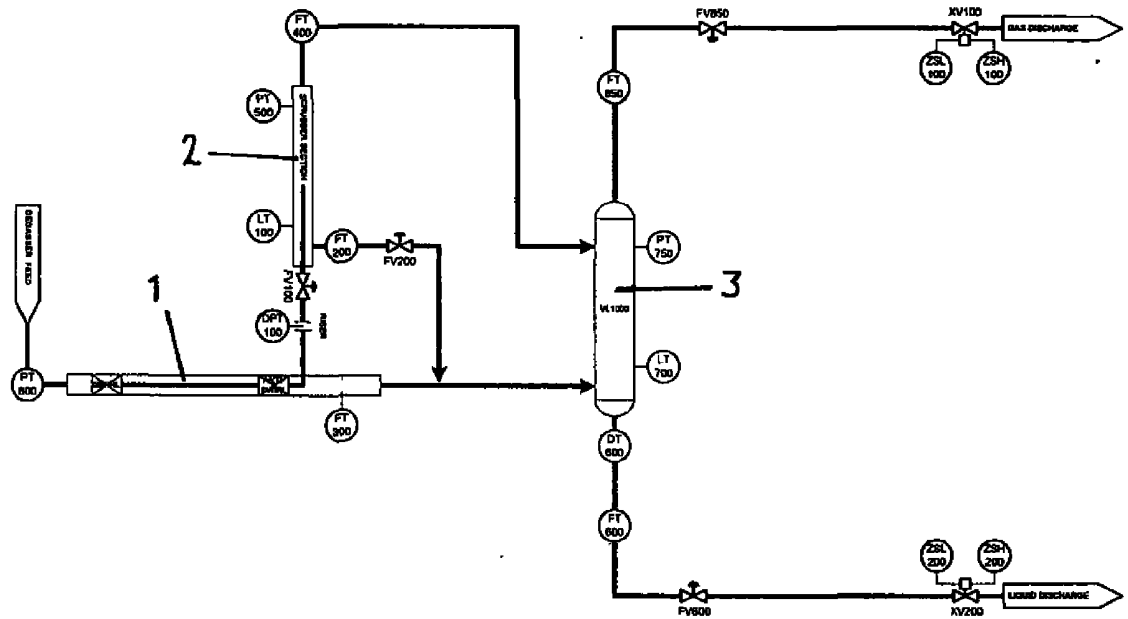


Fig. 2