



(12) PATENT

(19) NO

(11) 340228

(13) B1

NORGE

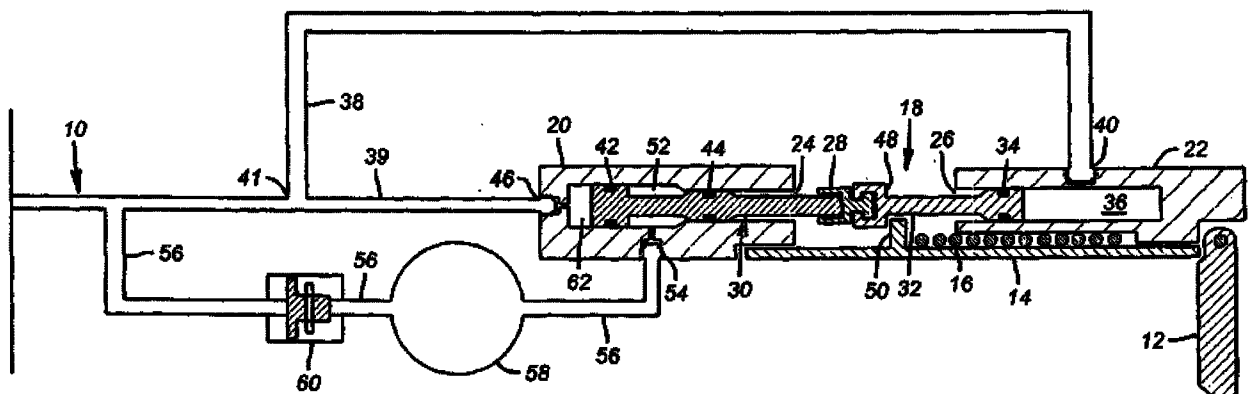
(51) Int Cl.
E21B 34/10 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20092040	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2007.11.13 PCT/US2007/84514
(22)	Inng.dag	2009.05.26	(85)	Videreføringsdag	2009.05.26
(24)	Løpedag	2007.11.13	(30)	Prioritet	2006.12.05, US, 11/633,799
(41)	Alm.tilgj	2009.07.06			
(45)	Meddelt	2017.03.20			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P.O. Box 4740, US-TX77019-2118 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Clifford H Beall, 8002 South Peach Circle, US-OK74011 BROKEN ARROW, USA			
		Edward W Welch Jr, 105 South Kalanchoe, US-OK74012 BROKEN ARROW, USA			
		Darren E Bane, 4810 S 197th E. Avenue, US-OK74014 BROKEN ARROW, USA			
		David Z Anderson, 1442 East 140th Pl., US-OK74033 GLENPOOL, USA			
		Alan N Wagner, 3746 South 194 East Avenue, US-OK74014 BROKEN ARROW, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Styringssystem som er minimalt sensitivt for hydrostatisk trykk i styringsledning.
(56)	Anførte publikasjoner	GB 2423780 A GB 2322652 A
(57)	Sammendrag	

Et styringssystem for et nedihulls verktøy, så som en undergrunns sikkerhetsventil, har som særtrekk et arbeidsstempel som er insensitivt for rørtrykk i ventilen. De hydrostatiske krefter fra den eneste styringsledning fra overflaten er betydelig redusert med en forgreningsledning til en stempelbunn som er litt mindre enn stempeltoppen. Et variabelt volum mellom stempeltetningene er forbundet til et lavtrykksreservoar for kompressibelt fluid, for å tillate stempelbevegelse. Stemplet kan være modulært for å muliggjøre sammenstilling eller forskyvning av borer i ventilhuset. Sviktsikker stenging ved tetningsfeil er tenkelig.



Oppfinnelsens område

Området for denne oppfinnelse er styringssystemer for nedihulls ventiler, og mer bestemt for undergrunns sikkerhetsventiler, hvor systemet er rørtrykkinsensitivt.

5

Bakgrunn for oppfinnelsen

Undergrunns sikkerhetsventiler brukes i brønner for å stenge dem i tilfelle av en ukontrollert tilstand, for å sørge for sikkerheten for å overflatepersonell og hindre skade på eiendom og forurensning. Disse ventiler omfatter typisk en klaff, som er stengeelementet, og som er dreibart montert til å rotere 90 grader mellom en åpen og en stengt posisjon. Et hult rør som kalles et strømningsrør aktueres nedover mot klaffen for å rotere den til en posisjon bak røret og bort fra sitt sete. Dette er den åpne posisjon. Når strømningsrøret trekkes tilbake, presses klaffen av en fjær som er montert på dens dreietapp, for å rotere til den stengte posisjon, mot et på lignende vis utformet sete.

15

Strømningsrøret opereres av et hydraulisk styringssystem som inkluderer en styringsledning fra overflaten til en side av et stempel. Øking av trykket i styringsledningen beveger stemplet i en retning, og forflytter strømningsrøret sammen med det. Denne bevegelse skjer mot en stengefjær som generelt er dimensjonert til å kompensere for det hydrostatiske trykk i styringsledningen, friksjonstap på stemplets tetninger og vekten av komponentene som skal beveges i en motsatt retning, for å forflytte strømningsrøret opp og bort fra klaffen, slik at klaffen kan svinge til stengt posisjon.

20

Normalt er det ønskelig å la klaffen gå til en stengt posisjon i tilfelle av feilmodi i det hydrauliske styringssystem og under normal operasjon ved tap eller fjerning av trykk i styringsledningen. Nødvendigheten av å oppfylle krav til normal modus og feilmodus i et rørtrykkinsensitivt styringssystem, særlig i anvendelse med en dypt satt sikkerhetsventil, har tidligere vist seg å være en utfordring. Resultatene representerer et mangfold av løsningsmåter som har tilført kompleksitet til designen ved å inkludere trekk for å sørge for at den sviktsikre posisjon oppnås uten hensyn til hvilken tetning som lekker. Enkelte av disse systemer har overlegg av pilotstempler og flere trykksatte gassreservoarer, mens andre krever flere styringsledninger fra overflaten, delvis for å kompensere for trykket fra styringsledningens

30

hydrostatiske trykk. Enkelte nylige eksempler på disse innsatser kan ses i USP 6.427.778 og 6.109.351.

5 GB 2423780 A omtaler en underoverflatesikkerhetsventil konfigurert for å styre fluidstrømning gjennom en produksjonsrørstreng som innbefatter et styrestempel og et balansestempel som er konstruksjonsmessig isolert fra hverandre, hvori styrestemplet kan aktiveres mellom en første posisjon og en andre posisjon i samsvar med å motta trykksatt fluid fra kontrolleren gjennom en styreledning, og balansestemplet er bevegelig mellom en nedre posisjon og en øvre posisjon i samsvar med hydrostatisk trykk i et balansekommer, som er i fluidkommunikasjon med en balanseledning, som også er anordnet til ventilen.

10 GB 2322652 A omtaler en annen underoverflatesikkerhetsventil med en hydraulisk trykkforsterker ved overflate.

Til tross for disse innsatser, et rørtrykksensitivt styringssystem for dypt satte sikkerhetsventiler som hadde større enkelhet, forbedret pålitelighet og lavere produksjonskostnad, fortsatte å være et mål å oppnå. Den foreliggende oppfinnelse sørger for et rørtrykksensitivt arbeidsstempel. Den nøytraliserer de hydrostatiske krefter i styringsledningen i en betydelig utstrekning, samtidig som den kjører en eneste styringsledning til overflaten. Den tilveiebringer et komprimert gassvolum med lavt trykk for å tillate stemplet å bevege seg når slik bevegelse reduserer volumet i et hulrom mellom stempeltetninger. Disse og andre trekk ved den foreliggende oppfinnelse vil fremgå klarere for de som har fagkunnskap innen teknikken ved en gjennomgang av beskrivelsen av den foretrukne utførelse og den tilknyttede tegning av styringssystemet, samtidig som man innser at det fulle omfang av oppfinnelsen skal finnes i kravene.

25

Sammenfatning av oppfinnelsen

Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås ved et styringssystem for en nedihulls ventil som opereres fra overflaten, omfattende:

- 30 - et hus som har en gjennomgående boring for å holde inne rørtrykk og et ventilorgan deri som er bevegelig mellom en åpen og en lukket posisjon,
- en stempelanordning, i en vegg som danner huset hvor stempelanordningen er opererbart forbundet til ventilorganet,

kjennetegnet ved at stempelanordningen har en øvre og en nedre ende som er forbundet til hverandre, hvor nevnte øvre og nedre ender av nevnte stempelanordning har forskjellige diametere, hvor styresystemet videre omfatter:

- en første forbindelse i huset i fluidkommunikasjon med den øvre ende av stempelanordningen og en andre forbindelse i huset i fluidkommunikasjon med den nedre ende av stempelanordningen,
- en alltid åpen lending mellom de første og andre forbindelser for å tilveiebringe kompenserende krefter på de øvre og nedre ender, og
- en enkel styreledning fra overflaten forbundet til ledningen.

Foretrukne utførelsesformer av systemet er videre utdypet i kravene 2 til og med 18.

Et styringssystem for et nedihulls verktøy, så som en undergrunns sikkerhetsventil, har som særtrekk et arbeidsstempel som er insensitivt for rørtrykk i ventilen. De hydrostatiske krefter fra den eneste styringsledning fra overflaten er betydelig redusert med en forgreningsledning til en stempelbunn som er litt mindre enn stempeltoppen. Et variabelt volum mellom stempeltetningene er forbundet til et lavtrykksreservoar for kompressibelt fluid, for å tillate stempelbevegelse. Stemplet kan være modulært for å muliggjøre sammenstilling eller forskyvning av borer i ventilhuset. Sviktsikker stenging ved tetningsfeil er tenkelig.

Kort beskrivelse av tegningen

Figur 1 er et skjematisk systemdiagram av styringssystemet.

Detaljert beskrivelse av den fortrukne utførelse

Den foreliggende oppfinnelse kan brukes som et styringssystem for en undergrunns sikkerhetsventil (subsurface safety valve, SSSV), eller for den saks skyld andre typer av nedihulls verktøy som opereres hydraulisk fra overflaten, generelt via en styringsledning 10. I en SSSV-applikasjon, er endekomponenten en klaff 12 som skyves åpen av strømningsrør 14 som beveger seg mot forbelastningen fra en kraftfjær 16. Siden den foreliggende oppfinnelse har anvendelser utover SSSVer, er enhver henvisning til et strømningsrør generelt ment å referere til en del av et verktøy som aktueres av en stempelanordning 18 i et styringssystem.

Siden de som har fagkunnskap innen teknikken er godt klar over vanlige komponenter i SSSVer, er de utelatt fra tegningen for å tillate større klarhet ved forståelse av operasjonen av styringssystemet. For eksempel er det velkjent at klaffen 12 i den posisjon som er vist på figur 1 er i den stengte posisjon mot et sete som omgir en passasje i et ventilhus. Denne passasje utsettes for indre rørtrykk, samtidig som den er isolert mot trykk i styringsledningen 10. Strømningsrøret 14 og deler av stempelanordningen 18 er på lignende vis utsatt for rørtrykk i passasjen. Kun et parti av ventilhuset i umiddelbar nærhet av stempelanordningen 18 er vist for klarhets skyld.

Med dette som en introduksjon, kan det ses at et øvre hus 20 er sidestilt motstående et nedre hus 22. De kan være i én del eller to deler som er bundet sammen. Det er motstående boringer 24 og 26 med innbyrdes avstand som tar imot stempelanordningen 18. Boringene 24 og 26 er fortrinnsvis innrettet, men noe forskyvning kan tas opp med en modulær design av stempelanordningen 18. En konnektor 28 kan brukes til å forbinde det øvre stempel 30 til det nedre stempel 32. På grunn av kanalene ved endene av konnektoren 28, kan det øvre stempel 30 være forbundet til det nedre stempel 32 med en senterlinjeforskyvning. Selv om en stangstempeldesign er foretrukket, er andre stempelformer tenkelige.

Det nedre stempel 32 har en tetning 34 for å avgrense et tredje kammer 36 med variabelt volum. Styringsledningen 10 har en forgrening 38 som ved forbindelse 40 er forbundet til kammer 36 og en forgrening 39 som er forbundet til forbindelsen 46. De danner en sammenføyning 41 i umiddelbar nærhet av det øvre hus 20. Det finnes valgmuligheter for hvordan forgreningen 38 skal rutes. Den kan for eksempel rutes slik at forbindelsen 40 utsettes for rørtrykk som påvirker strømningsrøret 14 og klaffen 12. Forgreningen 38 kan valgfritt rutes på utsiden av ventilhuset i det omgivende ringformede rom. Avhengig av hvilket valg som gjøres, vil det være forskjellige betraktninger vedrørende hvordan systemet responderer hvis en komponent svikter, hvilket vil bli forklart nedenfor. Den foretrukne utførelse er å kjøre forgreningen 38 til forbindelsen 40 langs en rute som utsettes for enten rørtrykk eller ringromstrykk, med ringromstrykk foretrukket, for å garantere ønskede feilmodi i tilfelle av lekkasje.

Trykk som påføres på styringsledningen 10 går gjennom forgreningen 38 til kammeret 36, hvor det vil utøve en opphulls kraft på det nedre stempel 32. Det

øvre stempel 30 har en tetning 42 som har større diameter enn tetningen 34. Det øvre stempel 30 har en annen tetning 44 som fortrinnsvis har den samme eller svært nær den samme størrelse som tetningen 34. Siden begge tetninger 44 og 34 er på stempelanordningen 18 og på en side utsettes for det samme rørtrykk,
 5 opplever stempelanordningen 18 ingen netto kraft fra å utsettes for rørtrykk, og kan av denne årsak refereres til som rørtrykkinsensitiv. Tetningen 42 er imidlertid laget større enn tetningen 34 ut fra sin design, og begge utsettes for trykk i styringsledningen 10 og dens forgrening 38. Selv om det bare er en eneste styringsledning 10 som går fra overflaten som avsluttes i forbindelsene 40 og 46, kan det
 10 ses at hydrostatisk trykk i styringsledningen 10 i hovedsak er kompensert for ved dette arrangement. Det er en netto kraft fra hydrostatisk trykk i styringsledningen 10 på stempelanordningen 18 i en nedhulls retning lik trykket nær forbindelsene 40 og 46, som bør være identisk, dividert på arealdifferansen for tetningen 34 subtrahert fra arealet av tetningen 42. Selvsagt, ved påføring av trykk på styringsledningen 10, øker den netto nedihulls kraft på stempelanordningen 18, for å overvinne kraftfjæren 16, for å forflytte stempelanordningen 18 inntil skulderen 48 på
 15 det nedre stempel 32 kommer i inngrep med skulderen 50 på strømningsrøret 14, for å rotere klaffen 12 til den åpne posisjon.

Inn mellom tetningene 42 og 44 er det et første kammer 52 med variabelt
 20 volum som blir mindre ettersom stempelanordningen 18 forflyttes mot fjæren 16. For å tillate stempelanordningen 18 å bevege seg i denne retningen uten å bli sperret, har forbindelsen 54 en ledning 56 som fører til et reservoar 58 som fortrinnsvis er minst 4 ganger volumet av kammeret 52. Ledningen 56 fortsetter til en ventil 60 som normalt er stengt, og hvis formål vil bli forklart senere. Bortenfor ven-
 25 tilen 60 er ledningen 56 tilknyttet styringsledningen 10. Reservoaret 58 er fortrinnsvis ved atmosfærisk trykk eller litt høyere, og inneholder et kompressibelt fluid. I normal operasjon hever bevegelse av stempelanordningen 18 mot fjæren 16 trykket litt i reservoaret 58, i en grad som er relatert til volumforholdene mellom kammeret 52 og reservoaret 58, men som på ingen måte målbart hemmer bevegelsen
 30 av stempelanordningen 18.

Hvis det er en tetningssvikt i tetningen 34, kan høyt rørtrykk gå inn i kammeret 36 og derfra gjennom forbindelsen 40 og forgreningen 38 til forbindelsen 46 og inn i kammeret 62. Siden trykket nå er det samme i det tredje kammer 36 og

det annet kammer 62 (det vil si rørtrykk), vil det være en netto åpningskraft på stempelanordningen 18, på grunn av at diameteren av tetningen 42 er større enn diameter av tetningen 34 (som nå har sviktet). Uten ventilen 60 i systemet, kan klaffen 12 holdes åpen inntil svikt i tetningen 34, eller, for den saks skyld, svikt i 5 forbindelsene 40 og 46. Ventilen 60 avføler en trykkoppbygging i ledningen 56 som skjer på grunn av svikt i tetningen 34 og rørtrykk som vandrer så langt gjennom forgreningen 38. Ventilen 60 kan være en sprengplate eller et stempel som holdes av en pinne som skjæres over eller enhver annen ekvivalent innretning som går til åpen stilling ved et forhåndsbestemt trykk. Når ventilen 60 åpner, utlig- 10 nes trykket ved forbindelsene 46 og 54, hvilket fjerner enhver innvirkning fra rørtrykk på stempelanordningen 18 som opptrådte på grunn av svikt i tetningen 34. Ved dette punkt skyver fjæren 16 stempelanordningen 18 til den for ventilen stengte posisjon som er vist på figur 1. Fra dette punkt kan stempelanordningen 18 ikke lenger opereres fra styringsledningen 10, og klaffen 12 er i sin sviktsikre 15 stengte posisjon.

De som har fagkunnskap innen teknikken vil forstå at den foreliggende oppfinnelse illustrerer et nedihulls verktøystyringssystem som kan kjøres av en eneste styringsledning fra overflaten 10, som videre er konfigurert til å adressere motstående ender av stempelanordningen på en måte som minimerer effekten av hydro- 20 statiske trykk i styringsledningen. Denne reduksjon av den netto effekt av hydrostatiske trykk til tross for bruk av en eneste styringsledning til overflaten, tillater bruk av et lavere trykk for å bevege stempelanordningen 18. Forskjellige diametre av de motstående ender av stempelanordningen tillater at en tilstrekkelig netto åpningskraft påføres for å bevege stempelanordningen 18 mot fjæren 16. Stempel- 25 anordningen er insensitiv for rørtrykk, hvilket dramatisk senker det påkrevde åpningsstrykk sammenlignet med konvensjonelle undergrunns sikkerhetsventiler. Bevegelsen av stempelanordningen 18 reduserer volumet av et kammer 52, men med tilføyelsen av et reservoar med nokså stort volum, gjøres motstanden mot bevegelse fra kompresjonseffekten av volumreduksjon i kammeret 52 ubetydelig på 30 grunn av tilstedeværelsen av det store reservoar 58 som opereres ved et initialt trykk som er nært atmosfærisk. Med svært høye rørtrykk i størrelsesorden 137,895 MPa eller mer, ser tetningene 44 og 34 nokså store trykkdifferanser som hjelper dem til å tette mer effektivt. Svikt i tetningen 34, forbindelsen 40 eller forbindelsen

46 åpner ventilen 60 for å utligne trykk over tetningen 42, for å la fjæren 16 presse klaffen 12 til den sviktsikre stengte posisjon. Stempelboringene 24 og 26 kan ha en skjevinnretting som kan kompenseres ved å gjøre stempelanordningen 18 modulær ved bruk av en konnektor 28 som tolererer forskyvning mellom det øvre stempel 30 og det nedre stempel 32.

Den ovenstående beskrivelse er illustrativ for den foretrukne utførelse og forskjellige alternativer, og den er ikke ment for å gi konkret form til det bredeste omfang av oppfinnelsen, som er bestemt av kravene som er vedføyd nedenfor, og som korrekt er gitt sitt fulle omfang bokstavelig og ekvivalent.

P A T E N T K R A V

1. Styringssystem for en nedihulls ventil som opereres fra overflaten, omfattende:

- 5 - et hus som har en gjennomgående boring for å holde inne rørtrykk og et ventilorgan (12) deri som er bevegelig mellom en åpen og en lukket posisjon,
- en stempelanordning (18), i en vegg som danner huset hvor stempelanordningen (18) er opererbart forbundet til ventilorganet (12),
- k a r a k t e r i s e r t v e d a t stempelanordningen (18) har en øvre og en nedre
- 10 ende (30, 32) som er forbundet til hverandre, hvor nevnte øvre og nedre ender (30, 32) av nevnte stempelanordning (18) har forskjellige diametere, hvor styresystemet videre omfatter:
- en første forbindelse (46) i huset i fluidkommunikasjon med den øvre ende (30) av stempelanordningen (18) og en andre forbindelse (40) i huset i fluidkommunikasjon med den nedre ende (32) av stempelanordningen (18),
- 15 - en alltid åpen lending (38, 39) mellom de første og andre forbindelser (46, 40) for å tilveiebringe kompenserende krefter på de øvre og nedre ender (30, 32), og
- en enkel styreledning (10) fra overflaten forbundet til ledningen (38, 39).

20

2. System som angitt i krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t stempelanordningen (18) er anordnet i øvre og nedre motstående boringer (24, 26) med innbyrdes avstand, og videre omfatter en øvre borings tetning (44) og en nedre borings tetning (34) som utsettes for rørtrykk.

25

3. System som angitt i krav 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t de øvre og nedre borings tetninger (44, 34) som utsettes for rørtrykk har hovedsakelig den samme dimensjon, hvilket gjør stempelanordningen (18) upåvirkelig for rørtrykk.

30

4. System som angitt i krav 3,
karakterisert ved at stempelanordningen (18) omfatter en styringsledningstrykktetning (42) i den øvre boring (24) som har en større dimensjon enn den øvre borings tetning (44).

5

5. System som angitt i krav 4,
karakterisert ved at styringsledningstrykktetningen (42) og den øvre borings tetning (44) avgrenser et første kammer (52) med variabelt volum i den øvre boring (24), idet det første kammer (52) med variabelt volum inneholder et kompressibelt fluid.

10

6. System som angitt i krav 5,
karakterisert ved at det første kammer (52) med variabelt volum er i fluidkommunikasjon med et større reservoar.

15

7. System som angitt i krav 6,
karakterisert ved at reservoaret (58) opererer i det minste ved atmosfærisk trykk.

20

8. System som angitt i krav 6,
karakterisert ved at
styringsledningstrykktetningen (42) avgrenser et andre kammer (62) med variabelt volum i den øvre boring (24) tilgjengelig gjennom den første forbindelse (46);

25

den nedre borings tetning (34) avgrenser et tredje kammer (36) med variabelt volum i den nedre boring (26) tilgjengelig for den andre forbindelse (40).

9. System som angitt i krav 8,
karakterisert ved at reservoaret (58) er i selektiv strømningskommunikasjon med ledningen (38, 39).

30

10. System som angitt i krav 9,
karakterisert ved at den selektive strømningskommunikasjon mellom
reservoaret (58) og ledningen (38, 39) omfatter en trykksensitiv normalt stengt
ventil (60).

5

11. System som angitt i krav 10,
karakterisert ved at den normalt stengte ventil (60) omfatter en
sprengplate.

10

12. System som angitt i krav 11,
karakterisert ved at stempelanordningen (18) omfatter to deler sam-
menføyd av en konnektor (28) som kan ta opp skjevinnretting av
boringene (24, 26).

15

13. System som angitt i krav 12,
karakterisert ved at stempelanordningen (18) er driftsmessig i inn-
grep, mellom boringene (24, 26) med innbyrdes avstand, til et forbelastet strøm-
ningsrør (14) som funksjonsdyktig er forbundet til ventilorganet (12) som omfatter
en klaff.

20

14. System som angitt i krav 1,
karakterisert ved at ledningen (38, 39) er i det minste delvis utsatt for
trykk i den gjennomgående boring.

25

15. System som angitt i krav 1,
karakterisert ved at ledningen (38, 39) strekker seg hovedsakelig i
veggen i huset.

30

16. System som angitt i krav 6,
karakterisert ved at reservoaret (58) er i det minste så stort som volu-
met av det første kammer (52) med variabelt volum.

17. System som angitt i krav 8,
karakterisert ved at svikt i den nedre borings tetning (34) setter stem-
pelanordningen (18) i en posisjon hvor ventilorganet (12) er stengt.
- 5 18. System som angitt i krav 10,
karakterisert ved at svikt i den nedre borings tetning (34) eller den
første eller annen forbindelse (46, 40) trykksetter ledningen (38, 39) og åpner den
trykksensitive normalt stengte ventil (60).

