

Sänkborr med system för bakåtriktad utströmning

TEKNIKENS BAKGRUND

- 5 Föreliggande uppfinning avser en sänkborr ("DHD") hammare. Föreliggande uppfinning avser särskilt en DHD-hammars aktuator som är försedd med ett system för bakåtriktad utströmning.

10 Typiska DHD-hammare innefattar en kolv som förflyttas cylindriskt med högtrycksgas (t ex luft). Kolven har generellt två ändtor som exponeras för arbetsluftvolym (d v s en returvolym och en drivvolym) som fylls och evakueras för varje cykel av kolven. Returvolymen trycker kolven från dess anslagspunkt vid kronänden av hammaren. Drivvolymen accelererar kolven mot dess anslagsställe.

15

Typiska DHD-hammare kombinerar också utströmmande luft från dessa arbetsluftvolym i en central utströmningsskammare som levererar all utströmmande luft genom borkkronan och utefter de externa delarna av DHD-hammaren. I de flesta fall, kommer ungefär 30% av luftvolymen från DHD-hammarens returkammaren, medan ungefär 70% kommer från hammarens drivkammare. Emellertid resulterar detta i mycket mer luft än vad som är nödvändigt för att rengöra hammarens kronände (t ex hålen vid kronytan). Sådana stora volym av luft som passerar genom relativt små utrymmen skapar flöden med höga hastigheter liksom även bakåtriktade tryck inuti

20 DHD-hammaren. Detta är problematiskt eftersom luft med hög hastighet tillsammans med fasta partiklar (d v s borkkax) och vätskor som förflyttas av luften med hög hastighet förorsakar att externa delar av DHD-hammaren slits snabbt medan bakåtriktade tryck inuti DHD-hammaren reducerar verktygets totala effekt och verkningsgrad.

30

En DHD-hammare, såsom föreliggande uppfinning, som har ett system med bakåtriktad utströmning reducerar mängden luft med hög hastighet vid

kronänden varvid slitage reduceras på DHD-hammaren. Dessutom medför föreliggande uppfinning att det bakåtriktade trycket reduceras inuti DHD-hammaren vilket medför ökad effekt och prestanda för verktyget.

5

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

I enlighet med föreliggande uppfinning är problemen förknippade med evakuering av luftvolymmer med hög hastighet utefter de externa ytorna av en DHD-hammare, och särskilt utefter borrkronans ytor löses med hjälp av att
10 påvisa en DHD-hammare som avger arbetsluftvolymmer genom både en proximal ände av DHD-hammaren och en distal ände av DHD-hammaren.

I en föredragen utföringsform påvisar föreliggande uppfinning en sänkborr-aktuator innefattande en drivkammare anordnad att evakuera arbetsvätske-
15 flöden genom en toppförslutning; en returkammare anordnad att evakuera arbetsvätskeflöden genom en borrkrona; och en solid kolv mellan drivkammaren och returkammaren.

I en annan föredragen utföringsform påvisar föreliggande uppfinning ett
20 sänkborrregulat innefattande: ett hus; en toppförslutning anordnad inuti huset, varvid toppförslutningen innefattar: ett cylindriskt organ; ett centralt hål inuti det cylindriska organet; en backventil inuti det centrala hålet; ett tillförsel-inlopp som står i kommunikation med det centrala hålet; ett utloppsventilrör som står i kommunikation med det centrala hålet; och åtminstone en utlopps-
25 öppning som står i kommunikation med utloppsventilröret; och en kolv anordnad inuti huset och operativt kopplad till toppförslutningen, varvid kolven innefattar ett hål särskilt dimensionerat för evakuering av en del av vätskan i huset.

30 I en ytterligare föredragen utföringsform påvisar föreliggande uppfinning en aktuator innefattande: ett hus; en kolv anordnad inuti huset, varvid kolven innefattar ett genomgående hål dimensionerat att tillåta en vätska inuti huset

att delvis evakueras därigenom; en borrhkrona kopplad till en distal ände av
huset och operativt kopplad till kolven; och en toppförslutning ansluten till en
proximal ände av huset och operativt kopplad till kolven, varvid toppförslut-
ningen innefattar: en utloppsöppning; och ett utloppsventilrör som står i
5 kommunikation med utloppsöppningen, vari utloppsöppningen evakuerar
vätskan; en drivkammare utformad inuti huset och som står i kommunikation
med utloppsventilröret; en returkammare anordnad distalt i förhållande till
drivkammaren, och utformad av en inre väggyta hos huset och en yttre yta av
kolven; vari vätskan tillförs till drivkammaren genom tillförselinloppet, och vari
10 huset, kolven, och toppförslutningen är anordnade att evakuera vätska från
drivkammaren ut genom utloppsöppningen, och evakuera vätska från
returkammaren ut genom en öppning i borrhkronan.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

15

Den föregående sammanfattningen såväl som den följande detaljerade
beskrivningen av uppfinningen, kommer att bättre förstås tillsammans med
bifogade ritningar. I syfte att illustrera uppfinningen visas föredragna
utföringsformer i ritningarna. Det skall emellertid förstås att uppfinningen inte
20 är begränsad till de arrangemang som visas.

Fig. 1 är en sidovy av ett snitt genom en DHD-hammare i enlighet med en
föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning;

Fig. 2 är en sidovy av en mycket förstorad backventil för DHD-hammaren
25 enligt Fig. 1;

Fig. 3 är en vy av ett förstorat snitt genom DHD-hammaren enligt Fig. 1 med
backventilen i öppet läge;

Fig. 4 är en sidovy av ett snitt genom DHD-hammaren med en solid kolv i
enlighet med en annan föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning;

30 Fig. 4A är en sidovy av ett snitt genom DHD-hammaren enligt Fig. 4 med
kolven i ett "nedsänkt" läge;

Fig. 5 är en sidovy av ett snitt genom DHD-hammaren med en solid kolv i enlighet med ytterligare en annan föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning och med en kolv delvis placerad på avstånd från borrhkronan och tätande mot ett utloppsventilrör; och

- 5 Fig. 5A är en sidovy av ett snitt genom DHD-hammaren enligt Fig. 5 med en kolv helt avlägsnad från borrhkronan.

DETALJERAD BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

- 10 Viss terminologi används i den följande beskrivningen för bekvämlighets skull och är inte begränsande. Orden "höger", "vänster", "övre" och "undre" avser riktningar i ritningarna till vilka hänvisningar har gjorts. I syfte att underlätta är "distal" generellt refererad till såsom mot borrhkronans ände för DHD-hammaren och "proximal" används generellt för riktningen mot toppförslutnings-
- 15 änden för DHD-hammaren såsom visas i Fig. 1. Terminologin inkluderar de ovan specifikt nämnda orden, men även avvikelser därifrån, och ord med liknande innebörd.

- I en föredragen utföringsform påvisar föreliggande uppfinningen en DHD-
- 20 hammare 5 med en slagtrycksaktuator 10 såsom visas i Fig. 1 och 2, för användning med ett konventionellt sänkborrhör (ej visat). I Fig. 1 innefattar DHD-hammaren 5 en aktuator 10, ett hus 12, såsom ett förlängt hus 12, och en borrhkrona 16. Aktuatoren 10 innefattar en kolv 14, en toppförslutning 18, en cylinder 54 och en cylindertopp 56. Kolven 14 är generellt anordnad inuti
- 25 huset 12 med sin proximala ände glidande i ingrepp med insidan av cylindern 54.

- Kolven 14 är generellt anordnad såsom visas i Fig. 1. Kolven 14 innefattar huvudsakliga tvärsnittsareor D1 och D2 placerade på avstånd från varandra
- 30 och mindre tvärsnittsareor D3 och D4 placerade på avstånd från varandra. Den huvudsakliga tvärsnittsarean D1 är anordnad vid den mest proximala änden av kolven 14 och är dimensionerad så att den ryms inuti cylindern 54.

Den huvudsakliga tvärsnittsarean D2 är anordnad distalt i förhållande till tvärsnittsarean D1 och dimensionerad så att den ryms inuti huset 12. Den mindre tvärsnittsarean D3 är anordnad mellan de huvudsakliga tvärsnittsareorna D1 och D2 så att de formar den väsentligen cirkulära behållaren 48
5 mellan en yttre yta av kolven 14 och en inre yta av huset 12. Den mindre tvärsnittsarean D4 är anordnad distalt i förhållande till den större tvärsnittsarean D2 och den definierar väsentligen den totala storleken av den undre delen av kolven 14.

10 Kolven 14 inkluderar även ett centralt hål 50 (t ex ett genomgående hål) anordnat utefter en central axel hos kolven 14 såsom visas i Fig. 1. Det centrala hålet 50 inkluderar en proximal ände och en distal ände. Den proximala änden av det centrala hålet 50 är dimensionerat så att det kan ta emot ett utloppsventilrör 24. Den distala änden av det centrala hålet 50 är
15 dimensionerat så att det kan styra det totala procentuella flödet och graden av flöde av arbetsluftvolymen från en returkammare 46 till utloppsöppningar 26a, 26b för att på ett fördelaktigt sätt förse borrhöret 16 och toppförslutningen 18 med en lämplig mängd evakueringsluft, såsom kommer att beskrivas mer i detalj nedan.

20

DHD-hammaren 5 kan sättas samman med ett borrhör (ej visat) via gängade kopplingar, såsom med gängor 20. Borrhöret kan bestå av vilket som helst konventionellt borrhör vars struktur, funktion och arbetssätt är väl känd för fackmannen. En detaljerad beskrivning av strukturen, funktionen och
25 arbetssättet för borrhöret är därför inte nödvändig för en fullständig förståelse av föreliggande utföringsform. Borrhöret tillför DHD-hammaren 5 högtrycksluft, tillförseleffekt och rotation. Det kommer att förstås att medan luft är den föredragna gasen som används i samband med föreliggande uppfinning, kan också någon annan gas, eller en kombination av gas och vätska, användas.
30 Borrhöret är också typiskt mindre i diameter än DHD-hammaren 5 (vilket typiskt kan vara $2\frac{7}{8}$ till ungefär 12 tum i diameter).

Såsom bäst visas i Fig. 2 och 3, kan toppförslutningen 18 inkludera ett rörformat organ 22, såsom ett rörhus eller ett cylindriskt organ, som har utloppsventilröret 24 (d v s ett avlångt rörformat organ), åtminstone en, men företrädesvis ett flertal, utloppsöppningar 26a, 26b (endast två utlopps-
5 öppningar visas i illustrationssyfte), en tillförselöppning 28, ett centralt hål 30 för att rymma en backventil 32, och en kaffbackventil 62. Toppförslutningen 18 är via gängor ansluten till huset 12 och anordnad att operativt vara kopplad till kolven 14. Backventilen 32 är generellt anordnad att skapa en ventilfunktion för flödet av tryckluft som mottas via tillförselinloppet 28.

10

Backventilen 32 innefattar en tillförselbackventil 34, ett tryckorgan, såsom en fjäder 36 mellan tillförselbackventilen 34 och ett anhåll 38. Anhållet 38 är placerat distalt i förhållande till tillförselbackventilen 34 och ovanför en styrhylsa 58. Anhållet 38 kan också vara anordnat såsom en toppyta för styr-
15 hylsan 58 och placerad inuti det centrala hålet 30 för att täta eller blockera luftflödet mellan tillförselinloppet 28 och utloppsventilröret 24. Backventilen 32 är operativt kopplad med tillförselinloppet 28. Tillförselbackventilen 34 är generellt av en cylindrisk konstruktion och har en sluten ände 40 och en öppen ände 42 med ett inre hål 44. Det inre hålet 44 rymmer en ände av
20 fjädern 36 för omvänd rörelse hos fjädern 36. Tillförselbackventilen 34 är placerad inuti det centrala hålet 30 så att vid kompression av backventilen 32 vilar tillförselbackventilen 34 mot anhållet 38.

Backventilen 32 är anordnad att styra flödet av tryckluft från tillförselinloppet
25 28 till behållaren 48 (Fig. 1) för att slagtrycksvis driva kolven 14. Såsom visas i Fig. 2, är tillförselbackventilen 34 i sitt stängda läge varvid den bildar en tätning (en hermetisk tätning) mellan den övre ytan av tillförselbackventilen 34 och det rörformade organet 22 för att förhindra ett flöde av tryckluft från tillförselinloppet 28 till behållaren 48. Fig. 3 visar tillförselbackventilen 34 i
30 öppet läge. I detta öppna läge flödar tryckluft ned via tillförselinloppet 28, förbi tillförselbackventilen 34, och därefter till behållaren 48 genom en

passage 68 som står i kommunikation med behållaren 48 och det centrala hålet 30.

Därefter driver tryckluften i behållaren 48 drivkammaren 52 och returkammaren 46 genom en serie av öppningar (ej visade) utformade och anslutna till kolven 14, huset 12 och cylindern 54. Serien av öppningar är antingen öppna eller stängda beroende av läget hos kolven 14 i huset 12. En sådan öppningskonfiguration av serien av öppningar är väl känd inom området och en detaljerad beskrivning av deras struktur och funktion är inte nödvändig för en förståelse av föreliggande utföringsform. Tryckluften i behållaren 48 öppnar och stänger cykliskt serien av öppningar för att utföra trycksättning av drivkammaren 52 och returkammaren 46 för att driva slagtrycksrörelsen hos kolven 14 i aktuatorn 10.

Glidhylsan 58 innefattar ett antal öppningar 60a, 60b (varav endast två är visade som illustration) i kommunikation med utloppsöppningar 26a, 26b (varav endast två är visade som illustration). Öppningarna 60a, 60b är anordnade vid utloppsöppningarna 26a, 26b för att minimera flödesmotståndet och en uppbyggnad av ett bakåtriktat tryck medan styrhylsan 58 företrädesvis är anordnad med ett flertal skåror. Styrhylsan 58 kan alternativt vara anordnad med någon annan typ av öppning som tillåter flödet av luft från utloppsventilröret 24 till utloppsöppningen 26a, 26b, såsom en öppning eller ett plenum.

Kaffbackventilen 62 är anordnad såsom en cirkulär flexibel ventil som är placerad som en ring 64. Kaffbackventilen 62 kan tillverkas av vilket som helst material lämpligt för dess avsedda användning, såsom en polymer (t ex elastomerer, plast etc) eller ett kompositmaterial. Storleken och tjockleken av kaffbackventilen 62 kan företrädesvis utformas för att kompensera för vilket som helst avståndsgap mellan toppförslutningen 18 och det yttre huset 12.

Med hänvisning till Fig. 1-3, och funktionsmässigt, när tryckluft tillförs aktuatoren 10, öppnar tryckluften tillförselbackventilen 34. Tillförselbackventilen 34 förblir öppen så länge tryckluft tillförs till DHD-hammaren 5. När tryckluft flödar förbi tillförselbackventilen 34, fylls behållaren 48 med luft och
5 därefter matas returkammaren 46 och drivkammaren 52 vilket skapar arbetsluftvolymen som förflyttar kolven 14 på ett slagtryckssätt inuti huset 12.

Cylindern 54 har ett flertal tillförselöppningar 72 och en cylindertoppförslutning 56 som är placerad vid toppen av cylindern 54. När tryckluft från
10 behållaren 48 fyller drivkammaren 52, genom serien av öppningar, fylls eller trycksätts drivkammaren 52 för att få kolven 14 att accelerera mot ett anslag mot borrkronan 16. Därefter fylls returkammaren 46 med luft under högt tryck från behållaren 48 för att förflytta kolven 14 tillbaka upp i drivkammaren 52.

15 När tryckluft tillförs till DHD-hammaren 5, får tryckluften backventilen 32 att öppna. Tryckluft flödar därefter genom en passage 68 in i behållaren 48. Behållaren 48 matar därefter tryckluft till en drivkammare 52 och en returkammare 46 för att effektuera en slagtrycksrörelse hos kolven 14. När kolven 14 rör sig i ett slagtryck inuti huset 12 tillåter den antingen drivkammaren 52
20 att släppa ut tryckluft, d v s arbetsluftvolymen eller returkammaren att släppa ut arbetsluftvolymen. D v s när kolven 14 rör sig distalt, går den distala änden av kolven 14 i tätande ingrepp med en lagertätning (ej visad) som förhindrar arbetsluftvolymen från returkammaren 46 från att släppas ut, medan samtidigt arbetsluftvolymen från drivkammaren 52 tillåts att släppas ut. När kolven 14
25 rör sig proximalt går den proximala änden av kolven 14 i tätande ingrepp med utloppsventilröret 24 för att förhindra arbetsluftvolymen från drivkammaren att släppas ut, medan arbetsluftvolymen från returkammaren 46 evakueras.

30 När tryckluft evakueras genom utloppsöppningar 26a, 26b flödar den initialt genom utloppsventilröret 24 innan den når in i ringen 64. Luft som flödar genom utloppsventilröret 24 kommer in i styrhysan 58, flödar genom

öppningar 60a, 60b och passerar därefter genom utloppsöppningar 26a, 26b. Den evakuerande luften flödar därefter in i ringen 64 där den sprids för att utöva ett jämnt radiellt öppningstryck (d v s en öppningskraft) mot kaffback-ventilen 62. Kaffbackventilen 62, som är tillverkad av material såsom en elastomer, stänger p g a den återskapande kraften av materialet efter det att luft som evakuerats från DHD-hammaren 5 försvunnit, varigenom bråte hindras från att nå DHD-hammaren 5. Den evakuerande luften försvinner ut ur DHD-hammaren 5 genom en eller flera öppningar 70 i en toppförslutningshylsa 66 som tillåter luft från ringen 64 att passera ut ur DHD-hammaren 5.

10 Toppförslutningshylsan 66 omger toppförslutningen 18 och är anordnad vid en övre ände av huset 12. Detta resulterar effektivt i att ungefär 70% av den totala luften i DHD-hammaren 5 flödar ut ovanför drivkammaren 52 eller nära toppen av aktuatorn 10, varigenom den signifikant reducerar mängden luft som flödar förbi borrkronans skäryta.

15

Luft som evakueras bakåt genom toppen av aktuatorn 10 resulterar fördelaktigt i mindre bakåtriktat tryck inuti DHD-hammaren 5. Detta skapar en fördel genom ökad effekt och bättre prestationsförmåga hos verktyget eftersom mindre bakåtriktat tryck medför mindre motriktade krafter mot lufttrycket som används för att driva DHD-hammaren 5. Dessutom induceras mindre höghastighetsflöden tvärs borrkronans skäryta vilket resulterar i mindre slitage totalt. Detta är ett direkt resultat av att den utflödande luften befinner sig vid toppändan av DHD-hammaren 5, där det externa lufttrycket på utsidan av DHD-hammaren 5 är lägre beroende av att borrhörets diameter

20

är smalare än den totala diametern av DHD-hammaren 5. Typiskt är den externa flödesarean ovanför DHD-hammaren 5 i området där borrhöret är anslutet, ungefär 3 gånger större än den externa arean kring DHD-hammaren självt. Som resultat, kan det dynamiska trycket kring toppändan av DHD-hammaren 5, vara ungefär 9 gånger lägre än trycket vid bottenändan av

25

30 DHD-hammaren 5.

Dessutom resulterar evakuerande luft genom utloppsöppningar 26a, 26b, placerade ovanför kolven 14 och som har en relativt stor innerdiameter relativt till typiska luftpassager i DHD-hammare, i reducerad flödes hastighet och mindre bakåtriktat tryck inuti DHD-hammaren 5.

5

I en annan föredragen utföringsform påvisar föreliggande uppfinning en aktuator 110, som visas i Fig. 4, 4A, 5 och 5A att den innefattar en toppförslutning 118, en drivkammare 152, en kolv 114, en returkammare 146, och en borrhkrona 116. Aktuators 110 är anordnad väsentligen likadant som den tidigare beskrivna utföringsformen enligt Fig. 1-3. Emellertid är aktuators 110 enligt föreliggande utföringsform anordnad med en kolv 114 utan ett centralt genomgående hål för passage av luft genom kolven 114 (d v s en solid kolv). Den solida kolven 114, tätar och separerar effektivt drivkammarens 152 och returkammarens 146 utloppsöppningar beroende av dess solida konstruktion, d v s utloppsöppningarna 126a, 126b och returutloppsöppningen 126. Dessutom bidrar den solida kolven 114 ytterligare till att hindra avfallspartiklar från att komma in i aktuators 110. Den solida kolven 114 är placerad mellan drivkammaren 152 och returkammaren 146. Drivkammaren 152 och returkammaren 146 är utformad delvis av en proximal och en distal yta hos den solida kolven 114.

Drivkammaren 152 är anordnad att evakuera arbetsluftvolymen genom toppförslutningen 118. Returkammaren 146 är anordnad att evakuera arbetsluftvolymen genom en central öppning 174 i borrhkronan 116. Under hänvisning till Fig. 5, där den solida kolven 114 rör sig bort från borrhkronan 116, går kolvens hål 150 i tätande ingrepp med utloppsventilröret 124 för att förhindra drivkammaren 152 från att evakuera arbetsluftvolymen. Under hänvisning till Fig. 5A, när den solida kärnkolv 114 rör sig uppåt och bort från borrhkronan 116, öppnar en returutloppsöppning 126, utformad mellan den distala änden av kolven 114 och ett lager 166, helt för att tillåta att arbetsluftvolymen från returkammaren 146 att evakueras genom den centrala öppningen 174 i borrhkronan 116. Den centrala öppningen 174 erbjuder en primär flödeskanal

för att tillåta arbetsluftvolymen att flöda från returkammaren 146 genom
borrkronan 116.

Under hänvisning till Fig. 4A, kan aktuatoren 110 valfritt inkludera en tätning
5 156, såsom en O-ringstättning eller en elastomerisk tätning, för att tätande gå
i ingrepp med den solida kolven 114 och huset 112 när aktuatoren 110 är i sitt
"nedsänkta läge". I det "nedsänkta läget" är DHD-hammaren inte längre i
direktkontakt med en borryta (d v s DHD-hammaren är inte aktivt borrande
mot en yta) och kolven 114 och borrkronan 116 befinner sig i sina mest
10 distala lägen.

Tätningen 156 tillhandahåller medel för att tätta returkammaren 146 från
resten av aktuatoren 110 ovanför returkammaren 146 för att fördelaktigt
förhindra avfallspartiklar från att komma in i aktuatoren när den befinner sig i
15 sitt "nedsänkta läge". Tätningen 156 kan placeras ungefär vid en övre del av
lagret 166 så att när kolven 114 är i sitt "nedsänkta läge" gränsar den tätande
mot kolven 114 och huset 112. Företrädesvis är tätningen 156 placerad inuti
ett spår 158 i en inre yta av husets vägg.

20 Aktuatoren 110 tillhandahåller, enligt föreliggande utföringsform, med fördel en
DHD-hammare i vilken väsentligen all arbetsluftvolym i drivkammaren 152
kan evakueras genom toppförslutningen 118 medan väsentligen all arbets-
luftvolym i returkammaren 146 kan evakueras genom borrkronan 116. Så-
som tidigare angetts är det problematiskt att använda extremt höga hastig-
25 hetsflöden förbi borrkronans yta, men med konventionella DHD-hammare är
det nödvändigt att evakuera arbetsluftvolymen från DHD-hammaren för att
förflytta borrarfall från borrkronan 116. Emellertid har uppfinnarna av före-
liggande uppfinning upptäckt att man genom att evakuera väsentligen all
arbetsluftvolym ovanför borrkronan 116 också resulterar i igensättning av den
30 centrala öppningen 174 av borrkronan 116 beroende på otillräcklig utblåsning
genom borrkronan 116. Igensättning av borrkronan 116 av borrarfall leder till
felfunktion hos DHD-hammaren på så sätt att penetrationen av DHD-

hammaren avtar. Sammanfattningsvis har uppfinnarna av föreliggande uppfinning upptäckt att man inte bara kan evakuera all eller väsentligen all arbetsluftvolym genom den proximala änden av DHD-hammaren utan att åsamka väsentliga funktionsproblem, såsom igensättning av borrhkronan.

5

För att lösa detta problem har uppfinnarna av föreliggande uppfinning överraskande upptäckt att inte all arbetsluftvolym behöver evakueras genom borrhkronan 116 för att förhindra igensättning av borrhkronan 116. Uppfinnarna har upptäckt att genom att evakuera arbetsluftvolymen från returkammaren 146 bara genom borrhkronan 116 åstadkommer tillräcklig utblåsning av den centrala öppningen 174. Detta uppnåddes genom att begränsa flödet av arbetsluftvolym i returkammaren 146 bakåt till den proximala änden av DHD-hammaren genom användning av en solid kolv 114 med endast ett centralt hål 156 anordnat att anslutas mot utloppsventilröret 124. Med andra ord är det centrala hålet 156 inte ett genomgående hål. Den solida kolven 114 hindrar också med fördel avfall från att komma in i den distala eller nedre delen av DHD-hammaren och tillhandahåller en högre strukturell integritet till DHD-hammaren generellt. Detta är signifikant eftersom konventionella DHD-hammaren generellt lider av strukturell integritet såsom ett resultat av kolvar som har genomgående hål.

Med hänvisning åter igen till Fig. 1, kan problemet med igensättning av borrhkronans centrala öppning 74 alternativt lösas genom att dimensionera öppningen D5 av den distala änden av det centrala hålet 50 för evakuering av en del av arbetsluftvolymen genom kolven 14 och dels genom borrhkronan 16. Dimensionering av öppningen D5 vid den distala änden av det centrala hålet 50 kan ske så att den blir ca 0,001% till ca 4,0%, och företrädesvis från 0,001% till ca 1,0%, av den totala tvärsnittsarean D2 av kolven 14. Detta tillåter trycket i returkammaren 46 att väsentligen nå ledningstryck (d v s det tryck som tillförs via borrhret). Genom att tillåta trycket i returkammaren 46 att väsentligen nå ledningstryck kan åstadkomma tillräckligt tryck för genomblåsning av den centrala öppningen 74, varigenom igensättning av

borrkronan 16 förhindras. Tex kan öppningen D5 vid den distala änden av det centrala hålet 50, anordnas så att den blir ca 0,01 tum till ca 0,75 tum i diameter för en kolv 14 som har en total diameter av ca $4 \frac{5}{8}$ tum.

- 5 Vidare accepterades generellt att konventionella DHD-hammare krävde att luft kontinuerligt evakuerades genom borkronan 116 när DHD-hammaren var i sitt "nedre läge" (se Fig. 4A) för att blåsa ut borrarfall under normal användning. Emellertid har uppfinnarna av föreliggande uppfinning även överraskande upptäckt att detta inte är nödvändigt. D v s det evakueras en
- 10 kritisk kvantitet av utloppsvätska som är nödvändig för att förhindra igen-sättning av borkronan 116 och för att tillräckligt blåsa ut borrhålet när DHD-hammaren är i sitt "nedre läge". Denna kritiska kvantitet av utloppsvätska är ungefär lika med utloppsvätskan som genereras av returkammaren 146 när DHD-hammaren är i sitt "nedre läge".

15

- Det förutsätts av fackmannen att ändringar kan göras i utföringsformerna som beskrivits ovan utan att för den skull avvika från det breda uppfinnings-konceptet som beskrivs häri. Det skall därför förstås att denna uppfinning inte begränsas till de beskrivna utföringsformerna utan syftet är att bifogade
- 20 patentkrav täcker ett flertal varianter inom uppfinningens skyddsomfång.