(19) DANMARK

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **163745 B**

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1241/88

(22) Indleveringsdag: 08 mar 1988

(41) Alm. tilgængelig: 09 sep 1989

(44) Fremlagt: 30 mar 1992

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(51) Int.Cl.5 F 28 C 3/12
B 04 C 5/00
F 27 D 13/00

(71) Ansøger: F.L. *Smidth & Co. A/S; Vigerslev Alle 77; 2500 Valby, DK

(72) Opfinder: Ole *Andreasen; DK

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Varmeveksler

(56) Fremdragne publikationer

DE off.g.skrift nr. 1913305
DE freml.skrift nr. 1286696
SE pat. nr. 221971
US pat. nr. 2044614, 4245981

(57) Sammendrag

1241-88

Varmeveksler udformet som en beholder til varmeveksling mellem et pulverformet, fast materiale og en gas, f.eks. til forvarmning af materialet forud for en brændingsproces ved udnyttelse af de varme afgangsgasser fra denne, og som består af en hul, cylindrisk midterdel (1) med tangentielt gasindløb (3), en konisk underdel (2) med materialeudløb (5) og et nedadrettet gasudløb (4), en konkavt mod midterdelen vendende overdel (7, 7') med materialeindløb (8), og hvor det nedadrettede gasudløb (4) er aksialt monteret som et centralrør inde i beholderen og forsynet med et skørt (6), idet overdelens højde, materialeindføringens afstand fra varmevekslerens lodrette akse og indføringens hældning med vandret, centralrørsindløbets (4) højde over midterdelens (1) nedre endeflade og skørtets (6) hældning er således dimensionerede, at der skabes optimale betingelser dels for varmeveksling i radiær modstrøm mellem materiale og gas, dels for udskilning af materiale fra gas inde i beholderen på grund af den nedadrettede aksiale og den tangentiale gashastighed.

fortsættes

1241-88

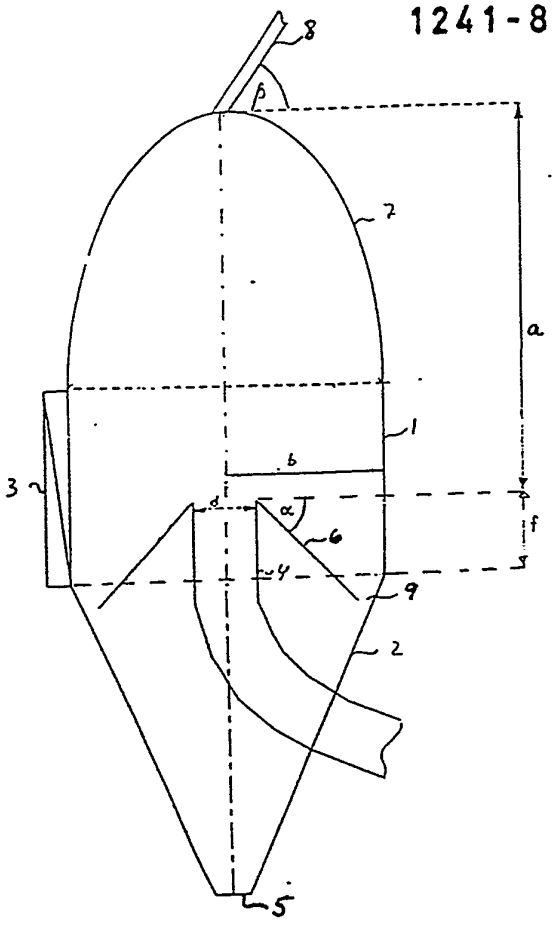


FIG.1

Opfindelsen angår en varmeveksler af den art, som anvendes til varmeveksling mellem et pulverformet, fast materiale og en gas. Sådanne varmevekslere benyttes f.eks. til at forvarme mineralske råmaterialer, som derefter underkastes en brændingsproces, idet forvarmningen sker ved udnyttelse af de varme afgangsgasser fra brændingsprocessen.

Forvarmningen af pulverformede, faste materialer kan ske i et cyklonsystem, som består af et antal cylinderformede cykloner med lodret eller vandret hovedakse og konisk bund med udløb for det faste materiale, således som det f.eks. kendes fra kapital 20 i Duda: Cement-Data-Book, bind 1, 3. udgave (1985), Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.

Hidtil kendte cykloner med lodret akse er almindeligvis foroven afgrænset af en cirkulær flad topplade eller en cirkulær åbning på en nedad konkav cyklonoverdel. Gennem pladen eller åbningen kan et gasafgangsrør eller "centralrør" strække sig et stykke ned i cykloncylinderen. Fast materiale suspenderet i gas ledes via et suspensionsindløb tangentielt ind i cylinderen. På grund af gassens cirkulerende bevægelse inde i denne slynges det faste materiale af centrifugalkraften ud mod beholdervæggen, hvor det stoppes og derpå glider ned ad væggen til den koniske bund og videre ud gennem materialeudløbet, mens gassen forlader beholderen gennem centralrøret. Sådanne varmevekslercykloner kendes f.eks. fra DE offentliggørelsesskrift nr. 1913305, SE patentskrift nr. 221971, US patentskrift nr. 4245981 og DE fremlæggelsesskrift nr. 1286696. Varmeveksling sker i cykloner af denne type som en medstrømsvarmeveksling, idet materialet under varmevekslingen af gasstrømmen føres med rundt i cyklonen. For at opnå den til forvarmning forud for en brændingsproces ønskede temperatur af materialet er det almindeligvis nødvendigt at benytte flere sådanne medstrømsvarmevekslere i serie, som oftest fire eller fem trin til forvarmning af f.eks. cementråmaterialer, hvorved denne del af et ovnanlæg får en betragtelig højde over terræn og kræver en ikke ringe materialeindsats til sin konstruktion.

Ved modstrømsvarmeveksling således som den for eksempel kendes fra GB-A-988284 eller fra dansk patentansøgning nr. 1600/85 udnyttes i

cykloner med vandret akse den tangentielt indførte gas' centripetale bevægelsesretning over for det nær cyklonaksen indførte materiales centrifugale bevægelsesretning til opnåelse af en større varmevekslingseffekt end i konventionelle cykloner med lodret akse, ligesom anvendelsen af vandrette modstrømscykloner i forvarmere kan medvirke til en begrænsning af forvarmerens byggehøjde. Brugen af vandrette cykloner har imidlertid den ulempe, at deres udskillegrad ofte er mindre end udskillegraden i konventionelle cykloner.

Det er derfor formålet med opfindelsen at angive en varmeveksler med lodret hovedakse og arbejdende efter modstrømsprincippet, og som har en sådan virkningsgrad, både med hensyn til varmeveksling og med hensyn til materialeudskilning, at den kan erstatte mindst to af de hidtidige trin i en cyklonforvarmer.

Formålet opnås ifølge opfindelsen ved hjælp af en varmeveksler, der består af en cylinderformet midterdel med en nedad tilspidsende, konisk underdel, en konkav, mod midterdelen vendende overdel, som udgør varmevekslerens øvre begrænsning, et tangentielt gasindløb i den cylinderformede dels væg og et aksialt monteret gasudløb eller centralrør, der sammen danner en spiralformet gasstrøm inde i beholderen, mindst et i overdelens top monteret materialeindløb og et materialeudløb i underdelens bund, idet indløb og udløb er således anbragt, at pulverformet, fast materiale, som tilføres varmeveksleren, bibringes et centrifugalt bevægelsesmoment, hvorved materialet under udveksling af varme med gassen passerer gennem varmeveksleren i modstrøm af gassen, der centripetalt bevæger sig ind mod gasudløbsrøret, og som er ejendommelig ved, at det aksialt monterede gasudløb er et nedadrettet rør, som fra sin i det mindste indledningsvis centrale anbringelse inde i beholderen er ført ud gennem dennes koniske underdel, at midterdelens radius b ligger i intervallet $1{,}5d \leq b \leq 3{,}0d$, hvor d er gasudløbsrørets diameter, og at afstanden a fra overkanten af gasudløbsrøret til toppen af overdelen ligger i intervallet $2d \leq a \leq 5d$.

Udformningen af overdelen med de ovenfor beskrevne mål betyder dels, at varmevekslerens akse bliver længere, hvorved der i beholderen opnås lavere radiære gashastigheder ind mod gasudløbsrøret og dermed mindre medrivning af materiale, der behandles, hvilket forøger

varmevekslerens udskillegrad, dels at der i forhold til de kendte varmevekslerkonstruktioner fås en forbedret aksial materialestrømning, idet den resulterende kraft på partiklerne, som er sammensat af centrifugale og gravitionale kræfter, netop vil føre partiklerne i modstrøm med gassen både i radiær og i aksial retning.

Varmevekslerens gasudløbsrør er nedadrettet for at sikre et optimalt samspil mellem de aksiale og tangentiale gashastigheder og er derfor ført ud gennem den koniske underdel. På grund af den nedadrettede aksialhastighed, der kan skabes i varmeveksleren, bliver materialet trukket ind i og fordelt i varmeveksleren, og på grund af tangentialhastigheden bliver materialet slynget ud mod beholdervæggen, hvor det dels møder den varmeste gas, dels bliver udskilt fra gassen. Disse 2 effekter afpasses efter hinanden ved en tilpasning af afstanden fra gasudløbsrørets top til toppens overdel.

Varmeveksleren har mindst et materialeindløb anbragt i toppen af det konkave dæksel i afstanden op til 1,5 gange gasudløbsrørets diameter fra cyklonaksen regnet i det vandrette plan og med en hældning i forhold til dette på mindre end 90° i samme retning som gasstrømningen. Denne strømning danner en fra gasindførslen til centralrøret radiært indad rettet potentialhvirvel, hvorfor materialet tilsættes i nærheden af centrum i denne hvirvel, således at der i den radiære retning opstår et modstrømsforhold mellem materiale og gas, fordi materialepartiklerne, der har en langt større densitet end gassen, af centrifugalkraften bliver slynget udad mod beholdervæggen.

Varmevekslerens gasudløbsrør eller centralrør er således monteret, at overkanten af rørets indløb inde i varmeveksleren ligger i afstanden 0 til 2,0 gange centralrørets indre diameter over den cylindriske midterdels nedre endeflade. Nær selve indløbsåbningen kan røret til en forøgelse af varmevekslingen være forsynet med et fra røret nedadhældende skørt af varmebestandigt materiale. Skørtet kan danne en vinkel på mellem 40° og 70° med det vandrette plan og strækker sig ud mod den koniske underdels indervæg, således at der mellem denne og skørtets omkreds dannes en ringspalte, gennem hvilken udskilt materiale kan passere ned mod et materialeudløb. Skørtet bevirker, at der inde i varmevekslerkammeret opstår mere symmetriske tilstande for gassens og materialets bevægelser, idet

den forstyrrende indvirkning på disse ved centralrørets udføring gennem konusdelen elimineres samtidig med, at skørtet medvirker til at tvinge materialet ud mod beholderens indervæg i det område, hvor gastemperaturen er højest.

I en særlig udførelsesform for varmeveksleren danner en afkortet konisk underdel, undersiden af skørtet og gasudløbsrøret den nedre begrænsning af beholderen, hvorved en væsentlig reduktion af varmevekslerens højde kan opnås. Den mellem skørtet og konusdelen dannede ringspalte leder i så fald det udskilte materiale til en opluftningstransportrende egnet til transport af varme materialer.

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, der diagrammatisk og uden at være begrænsende viser nogle udførelseseksempler.

Fig. 1 er et lodret aksialsnit af en varmeveksler med konisk underdel.

Fig. 2 er et lodret aksialsnit af en varmeveksler med en anden udformning af overdelen end den i fig. 1 viste.

Fig. 3 er den i fig. 1 viste varmeveksler set fra oven.

Fig. 4 er en varmeveksler med afkortet konisk underdel.

Den på fig. 1 og 2 viste varmeveksler består af en beholder med en hul cylindrisk midterdel 1 med lodret akse, en nedad tilspidsende, konisk underdel 2 med et materialeudløb 5, et på midterdelen 1 monteret gasindløb 3 for tangentiel indføring af gassen i beholderen og en som et konkavt mod midterdelen vendende dæksel 7 eller 7' udformet overdel. Den på fig. 1 viste varmeveksler har en ellipsoideformet overdel, mens den på fig. 2 viste har en keglestubformet overdel. Inde i beholderen er monteret et aksialt nedadrettet gasudløbsrør eller centralrør 4, der er ført ud gennem sidevæggen på den koniske underdel 2. Beholderens radius b ligger i intervallet $1{,}5d \leq b \leq 3{,}0d$, hvor d er den indre diameter inde i beholderen af gasudløbsrøret. Afstanden a fra overkanten af gasudløbsrøret 4 inde i midterdelen 1 ligger i intervallet $2d \leq a \leq 5d$.

Overdelen har i sin top et materialeindløb 8. Selve indløbsåbningen er anbragt i afstanden g liggende i intervallet $0 < g \leq 1{,}5d$ fra beholderens lodrette akse regnet i det vandrette plan. Indløbet er udformet som et cirkulært rør, der ikke rager ind i beholderen, og som danner en vinkel β på mindre end 90° med det vandrette plan, idet hældningen har samme retning som bevægelsesretningen af den spiralformede gasstrøm inde i beholderen. Afstanden g og hældningen β bidrager til etablering af det bedst muligt modstrømsforhold i radiær retning mellem materiale og gas inde i beholderen. På figurerne er kun vist et af flere mulige materialeindløb i toppen af en overdel.

På fig. 3 er med en stiplet pillinie antydet den gennem gasindløbet 3 tangentielt indførte gasstrøms bevægelse ind mod det aksialt anbragte gasudløb 4 inde i midterdelen 1 og med en punkteret pillinie det tilførte materiales centrifugale bevægelse fra materialeindløbet 8 ud mod beholdervæggen.

Til skabelse af de for varmevekslingen optimale gashastigheder er gasudløbet eller centralrøret 4 ført ud gennem den koniske underdel 2, med mindre denne af afkortet. Til yderligere sikring af de bedst mulige bevægelsesbetingelser for gas og materiale inde i beholderen er centralrøret nær selve gasindløbet inde i beholderen forsynet med et skørt 6, der danner en vinkel α i intervallet $40° \leq \alpha \leq 70°$ med vandret og strækker sig ud mod den koniske underdels 2 indervæg for sammen med denne at danne en ringspalte 9, gennem hvilken udskilt materiale kan passere ned mod materialeudløbet 5. Ringspalten kan eksempelvis have en bredde på 150 mm. Ved brug af skørt har selve indløbet på centralrøret 4 inde i beholderen hensigtsmæssigt en højde f i intervallet $0 \leq f \leq 2{,}0d$ over den cylinderformede beholdermellemdels 1 nedre endeflade.

Den på fig. 4 viste alternative udførelsesform for varmeveksleren ifølge opfindelsen, her med en keglestubformet overdel 7' med et materialeindløb 8 og et gasindløb 3, udmærker sig ved en væsentlig afkortning af den koniske underdel 2, således at denne afkortede del, undersiden af skørtet 6 og centralrøret 4 danner varmevekslerens nedre begrænsning. Ved denne løsning ledes udskilt materiale fra ringspalten 9 til en ikke vist opluftningstransportrende for

varme materialer, som ved hjælp af transportrenden ledes til det efterfølgende behandlingstrin i anlægget.

Patentkrav

1. Varmeveksler udformet som en beholder med en cylinderformet midterdel (1), en nedad tilspidsende konisk underdel (2), en konkav, mod midterdelen vendende overdel (7), som udgør varmevekslerens øvre begrænsning, et tangentielt gasindløb (3) i den cylinderformede midterdels væg og et aksialt monteret gasudløb (4) til dannelse af en spiralformet gasstrøm inde i beholderen, mindst et materialeindløb (8) i beholderens top og et materialeudløb (5) i beholderens bund, idet indløb og udløb er således anbragt, at pulverformet, fast materiale, som tilføres varmeveksleren bibringes et centrifugalt udadrettet bevægelsesmoment, hvorved materialet under udveksling af varme med gassen passerer gennem varmeveksleren i modstrøm af gassen, der centripetalt bevæger sig ind mod gasudløbsrøret, k e n d e t e g n e t ved, at det aksialt monterede gasudløb er et nedadrettet rør (4), som fra sin i det mindste indledningsvis aksiale anbringelse inde i beholderen er ført ud gennem dennes koniske underdel (2), at midterdelens (1) radius b ligger i intervallet $1,5d \leq b \leq 3,0d$, hvor d er gasudløbsrørets (4) diameter, og at afstanden a fra overkanten af gasudløbsrøret (4) til toppen af overdelen (7) ligger i intervallet $2d \leq a \leq 5d$.

2. Varmeveksler ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved at det foroven i overdelen anbragte materialeindløb (8) peger i samme retning som bevægelsesretningen for den spiralformede gasstrøm inde i beholderen, og at dets hældning β i forhold til det vandrette plan er mindre end 90°, og at dets indføring i toppen regnet i vandret plan ligger i afstanden g i intervallet $0 < g \leq 1,5d$ fra varmevekslerens lodrette akse.

3. Varmeveksler ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at gasudløbsrørets (4) overkant inde i den cylindriske midterdel (1) ligger i afstanden f i intervallet $0 \leq f \leq 2,0d$ fra den cylindriske midterdels nedre endeflade og nær overkanten er forsynet med et fra røret nedadhældende skørt (6) af varmebestandigt materiale, hvilket skørt danner en vinkel α på mellem 40° og 70° med det vandrette plan, og som strækker sig ud mod den koniske underdels (2) indervæg, således at der mellem denne og skørtets omkreds dannes en ringspalte (9).

4. Varmeveksler ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e - t e g n e t ved, at kammerets koniske underdel (2) er afkortet, og at den afkortede koniske underdel og undersiden af skørtet (6) under dannelsen af ringspalten (9) og sammen med røret (4) udgør beholderens nedre begrænsning.

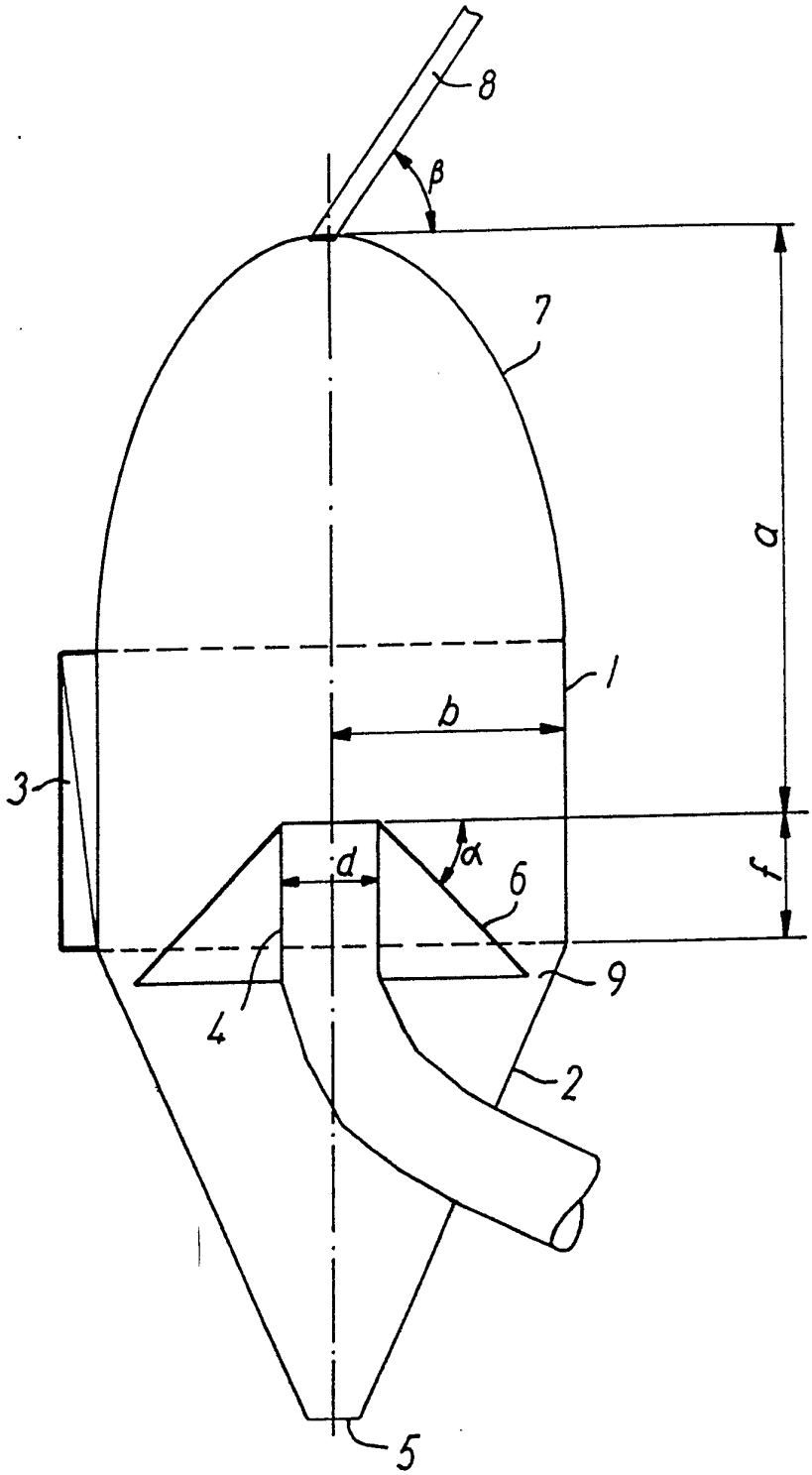


FIG.1

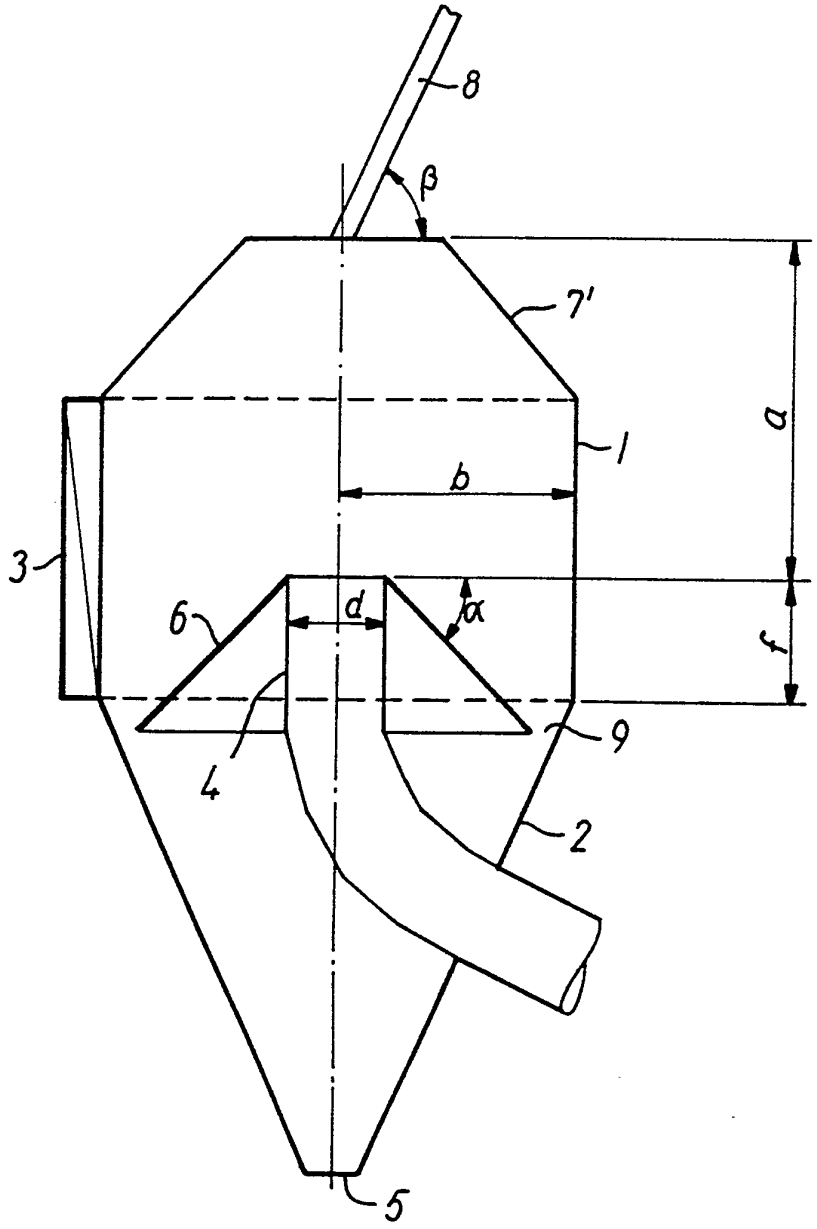


FIG.2

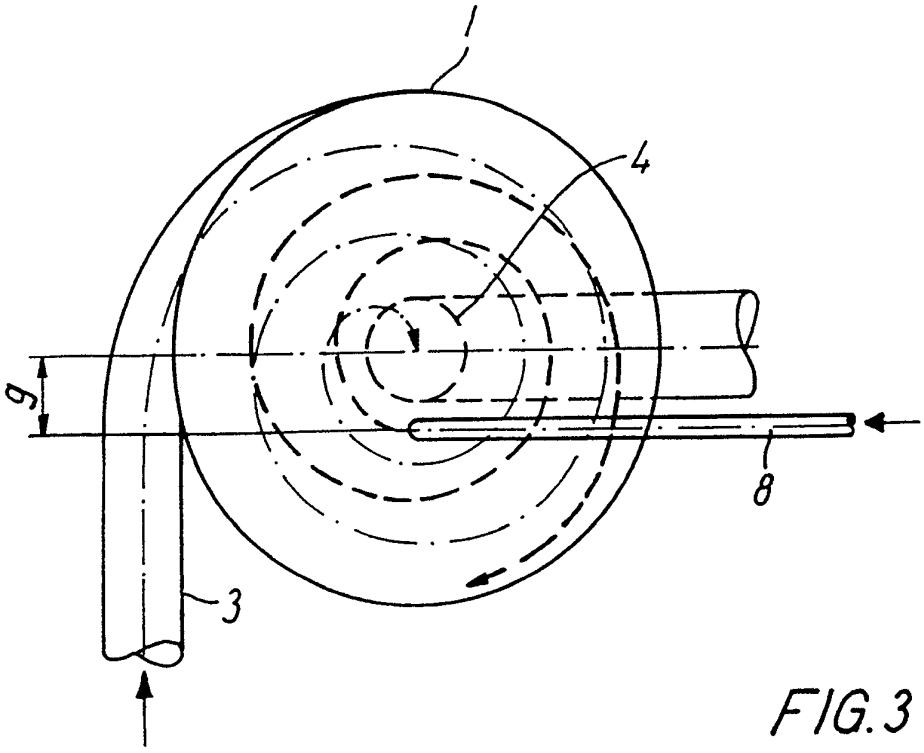


FIG. 3

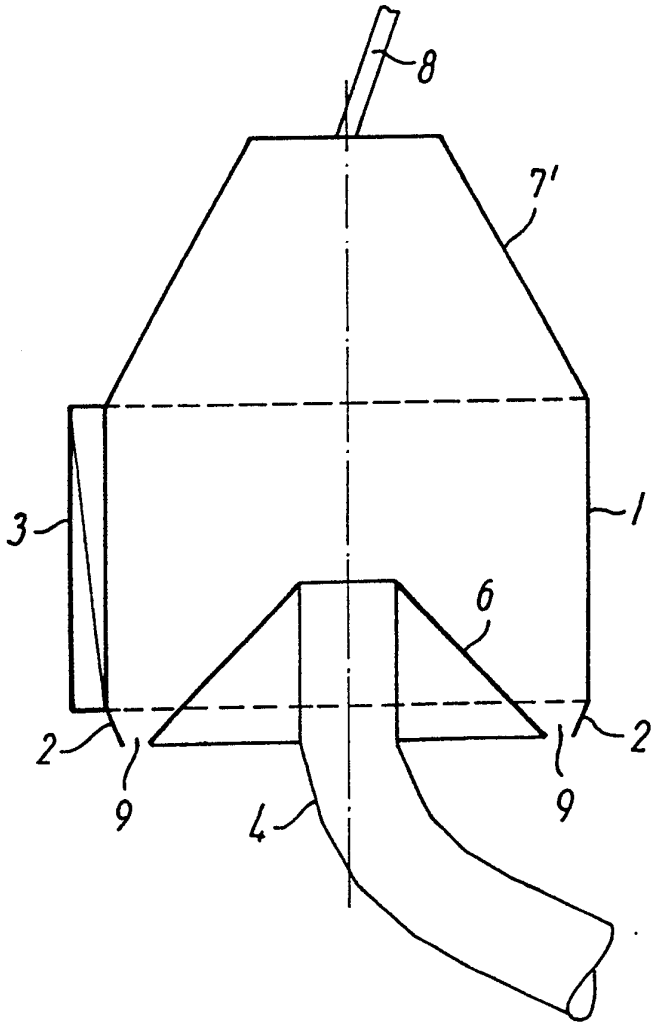


FIG. 4