

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 153408 B

(21) Patentansøgning nr.: 1593/77

(51) Int.Cl.⁴

C 10 J 3/00

(22) Indleveringsdag: 06 apr 1977

C 10 B 53/08

(41) Alm. tilgængelig: 13 okt 1977

(44) Fremlagt: 11 jul 1988

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 12 apr 1976 US 675935

(71) Ansøger: *UNION CARBIDE CORPORATION; 270 Park Avenue; New York; New York 10017, US

(72) Opfinder: John Erling *Anderson; US

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree

(54) Fremgangsmåde til bortskaffelse af affald under samtidig produktion af gas

(56) Fremdragne publikationer

DK 153408 B

Den foreliggende opfindelse angår i almindelighed en fremgangsmåde til bortskaffelse af fast affald og ressource-genvinding, hvorved der frembringes en brugbar brændselsgas eller kemisk syntesegas, og mere specielt angår den en forbedring af den fra beskrivelsen til US
5 patent nr. 3.729.298 kendte proces, som i det følgende vil blive omtalt som Anderson-processen.

Historisk har den mindst kostbare metode til bortskaffelse af fast affald været åben lossepladsanbringelse. Imidlertid frembringer
10 ubehandlet skrald alvorlige problemer i form af grundvandsforurening som følge af udvaskning, tab af jordværdi, brandfare og skadedyrsinvasion. En mere acceptabel fremgangsmåde - hygiejnisk landopfyldning - har reduceret disse problemer ved at kompostere skraldet og dække det med jord. Ikke desto mindre er denne
15 fremgangsmåde i store bymæssige områder blevet mindre og mindre attraktiv, efterhånden som acceptable områder bliver mere sjældne. Begge disse fremgangsmåder er blevet suppleret med afbrænding af affaldet før landopfyldningen. Medens konventionel afbrænding bevirker betydelig formindskelse af affaldets volumen og nogen
20 mindskning af den forurening, der forårsages af udvaskning, indfører den nye miljøproblemer, såsom luftforurening, og skønt volumenformindskelser på 80-90% er mulige, er slaggen eller asken ikke biologisk inaktiv, og jordpåfyldning er derfor stadig påkrævet. Endvidere har ressource-genvindingen en tilbøjelighed til at være
25 minimal ved konventionel afbrænding.

En løsning på ovennævnte problemer er angivet i beskrivelse og krav til US patent nr. 3.729.298. I store træk indbefatter den fra nævnte patentskrift kendte Anderson-proces tilførsel af affald til den
30 øverste del og oxygen til den nederste del af en lodret skaktovn. Ovnen (eller konverteren) kan beskrives som havende tre funktionelle zoner, nemlig en tørringszone foroven, i midten en zone, hvori der foregår termisk nedbrydning eller pyrolyse, og en forbrændings- og smeltezone (eller herd) ved bunden. Disse zoner er ikke klart
35 adskilte, dvs. der er ingen skarp grænse, der adskiller dem. Efterhånden, som affaldet bevæger sig nedad i ovnen, bliver det først tørret af den varme gas, som stiger op gennem ovnen, og derefter pyrolyseret. Pyrolyse er en proces, hvorved organisk materiale i affaldet bliver nedbrudt og termisk sønderdelt i en

oxygen-fattig atmosfære, resulterende i dannelsen af CO, H₂ og et forkullet materiale. Efterhånden, som affaldet bevæger sig ned gennem pyrolysezonen, bliver det omdannet til flygtigt materiale, som stiger op, og en forkullet masse, som bevæger sig ned i forbrændingszonen. 5 Dér bliver det forbrændt af oxygen, hvad der forårsager dannelse af carbonmonooxid og carbondioxid, hvilket frembringer den varme, der er nødvendig for at smelte de uorganiske, faste stoffer i affaldet, såsom glas og metal. Den smeltede slagge bliver kontinuerligt aftappet fra konverteren og afkølet i et vandbad. En 10 gas, som (på tør basis) indeholder mindst 50% af en blanding af CO og H₂, bliver udtømt fra toppen af ovnen. Efter oprensning er gassen klar til brug som brændselsgas af middelbrændværdi eller til kemisk syntese.

15 Med naturlige ressourcer, der efterhånden bliver mere og mere knappe, har der været et voksende krav om at genvinde dem fra affaldsmaterialer. Det er velkendt, at findeling af affald før yderligere bearbejdning er nødvendig, hvis jernmetaller såvel som andre materialer, såsom tin, aluminium eller glas, skal kunne genvindes 20 fra affaldet ved nogen praktisk anvendelig og økonomisk acceptabel teknik. Sådanne genvindingsmetoder gør brug af magnetfelter, elektriske felter eller luftklassifikation til adskillelse af forskellige komponenter i det findelte affald. Findelingsgraden vil variere betragteligt, afhængig af naturen af den anvendte 25 separationsproces, såvel som af de ressourcer, der ønskes genvundet fra affaldet. Skønt jernmetal ved anvendelse af magnetisk separation hører til blandt de stoffer, der lettest genvindes fra findelt affald, kan det ikke uden besvær og på en økonomisk forsvarlig måde ekstraheres og oprenses fra de slagge-metal-rester, som frembringes 30 ved Anderson-processen.

Det har vist sig, at når en skaktovn tilføres findelt affald og behandles ifølge Anderson-processen, har det en tendens til at blive så tæt sammenpakket, at det begrænser gasstrømningen gennem skakten 35 til mindre, end hvad der kræves til, at processen kan forløbe på rette måde. Disse problemer bliver særligt udtalte, hvis ovnen holdes i drift i en lang periode. Et af problemerne forårsaget af det findelte affalds sammenpakning er, at gassen, som stiger op fra herden, ikke strømmer ensartet gennem hele tværsnitsarealet af

affaldslejet men i stedet har en tendens til at blive begrænset til nogle få gennemstrømningsåbninger. Disse gennemstrømningsåbninger bliver gjort større, efterhånden som pyrolysen af affaldet og oxidationen af den frembragte, forkullede masse finder sted, hvad
5 der eventuelt fører til dannelse af én stor kanal, gennem hvilken det meste af gassen derefter strømmer. En sådan kanaldannelse reducerer processens effektivitet betragteligt, eftersom de varme gasser fra herden, der stiger op gennem kanalen, har utilstrækkelig tid og overfladekontaktareal til at overføre den nødvendige varme,
10 til at forgasningen, pyrolysen og tørringsprocessen kan finde sted. Følgelig forlader gasserne toppen af ovnen ved høj temperatur, hvad der resulterer i en lav, termisk nyttevirkning, en forøgelse af oxygenforbruget og en nedsættelse af brændværdien for den producerede gas.

15 Formålet med den foreliggende opfindelse er at afhjælpe ovennævnte ulemper ved den fra beskrivelsen til US patent nr. 3.729.289 kendte fremgangsmåde til bortskaffelse af fast affald under samtidig produktion herudfra af en brugbar gas og en inaktiv, fast rest.

20 Dette formål opnås med fremgangsmåden ifølge den foreliggende opfindelse til bortskaffelse af affald under samtidig produktion af et brugbart gasprodukt og en inaktiv, fast rest, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:

- 25
- a) fødnings af affald til den øverste del af en lodret skaktovn,
 - b) fødnings af en oxygenholdig gas til den nedre del af denne ovn,
 - c) pyrolyse af den organiske del af affaldet,
 - 30 d) fluidisering af den uorganiske del af affaldet,
 - e) udtømning af de gasformige produkter fra toppen af ovnen,
 - f) aftapning af det fluidiserede, uorganiske materiale fra den nedre del af ovnen,

35 og hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at affaldet tilføres ovnen i form af piller af komprimeret affald, hvilke piller har tilstrækkelig strukturel styrke til at forblive sammenhængende i det mindste i ovnens tørre- og pyrolysezoner til hindring af kanaldannelse og til tilvejebringelse af en porøs struktur hele vejen

gennem affaldslejets højde, og som har:

- 1) en massefylde, der er større end den ved ligningen:

5

$$D = \frac{32.000}{(100-0,8A)}$$

givne, hvor:

10

D = pillens massefylde (kg/m^3), og

A = procent uorganisk materiale i affaldspillen, og

15

- 2) et forhold mellem overflade og rumfang, der er større end det ved ligningen:

$$R = 5,64 \left(\frac{G}{H} \right)^{0,625}$$

20

givne, hvor:

R = forholdet mellem pillens overfladeareal og dens rumfang (m^2/m^3),

H = højden af affaldslejjet i ovnen (m),

25

G = affaldstilførselshastigheden (ton/dag/m^2 af ovnens tværsnitsareal).

30

Fortrinsvis bør processen udføres ved at anvende en gas indeholdende mindst 40% oxygen (rumfangsprocent) som oxygenholdig fødegas. Det er også at foretrække, at vægtforholdet mellem tilført oxygen og affald holdes inden for intervallet 0,15:1 til 0,28:1. Imidlertid vil de fordele, der hidrører fra den foreliggende opfindelse, også gavne fremgangsmåden, når den benyttes uden for de ovenfor angivne betingelser og intervaller.

35

Figurerne 1a og 1b er begrebsmæssige strømskemaer, der illustrerer fremgangsmåden ifølge den foreliggende opfindelse til bortskaffelse af affald og genvinding af ressourcer.

- Det må forstås, at betegnelsen "affald", som den anvendes her, omfatter ethvert fastformigt affald; dvs. en hvilken som helst type af bymæssigt, industrielt, kommercielt eller jordbrugsmæssigt affaldsmateriale. Sådanne materialer er normalt sammensat af varierende mængder af organiske og uorganiske materialer, såsom papir, plast, gummi, træ, glas, madrester, blade, vand, blikdåser og andre metal-affaldsprodukter. Det er også muligt at blande spildevandsslam i affaldet og dermed også blive af med dette materiale.
- 10 Betegnelsen "findelt" om affaldet omfatter i den foreliggende beskrivelse et stort interval af partikelstørrelser såvel som enhver metode til formindskelse af partikelstørrelsen, eftersom begge disse faktorer primært er afhængig af arten af den forbehandling, som affaldet kan blive underkastet af hensyn til ressource-genvindingen
- 15 inden pyrolysen. Findelingen kan således bestå i adskillige trin af findeling til en meget lille partikelstørrelse, eller den kan involvere en kun minimal opbrydning af grovstrukturen eller en opbrydning af plastsække for at blottlægge deres indhold - såsom med en plejlmølle. I de tilfælde, hvor det ubehandlede, faste affald
- 20 ifølge sin natur forefindes i tilstrækkeligt små partikler til, at det direkte kan formes til piller, kan en ren frasortering af for store genstande eventuelt være tilstrækkelig. Hovedkriteriet er affaldets egnethed til at blive komprimeret til stærke piller.
- 25 Hovedtrækkene ved den foreliggende opfindelses fremgangsmåde til bortskaffelse af affald og genvinding af ressourcer kan lettere forstås under henvisning til tegningen. Affald bliver normalt afleveret til renovationsanlægget i affaldsindsamlings- eller affaldstransportkøretøjer 1, som nedstyrter affaldet i en grav 2. En
- 30 kran 3 blander affaldet i graven for at hjælpe til med at sikre et relativt ensartet forråd af materiale. En sådan grav bør have kapacitet til adskillige dages kontinuerlig drift for at kunne tilvejebringe et relativt ensartet fødemateriale, såvel som for at undgå standsning af driften i weekend'er, hvor kommunalt affald
- 35 normalt ikke bliver indsamlet. Kranen 3 læsser affaldet på et transportbånd 4, som transporterer affaldet i den tilstand, hvori det er modtaget, til et findelingsapparat 5, hvor affaldet bliver reduceret i størrelse, således at største dimension er ca. 10-15 cm på de partikler, der forlader findelingsapparatet. Det findelte

affald bliver derefter transporteret med transportbånd 6 til en konventionel magnetbåndsseparator 7, som fjerner ca. 95% af det jernholdige materiale fra affaldet. Det jernholdige materiale falder ned på et transportbånd 8, som transporterer det til en transportanhænger (ikke vist) for at blive transporteret til en metalgenvindingsfabrik. Den tilbageblevne del af det findelte affald, som i det væsentlige er frit for magnetisk metal, falder ned på et transportbånd 9, der transporterer affaldet R til en beholder 10, som føder affaldet til en højtrykspilleformer 11, der er anbragt nær toppen af en ovn 12.

En pilleformer 11 sammenpresser affaldet til den ønskede størrelse og massefylde. Pilleformerer 11 transporterer også pillerne af det findelte affald direkte ind i den øverste del af skaktovnen 12. De tæt sammenpakkede affaldspiller tilvejebringer en pakning, der forhindrer gasser i at sive ud af ovnen gennem tilførselsåbningen for affaldet. Producerede gasser G udtømmes fra toppen af ovnen 12 gennem en udtømningskanal 13. Disse gasser, som (på tør basis) indeholder mindst 50 volumenprocent CO og H₂, kan anvendes enten som brændselsgas eller som syntesegas til kemiske processer, f.eks. til fremstilling af ammoniak. Den nedre del af ovnen 12 indeholder en herdsektion, der omfatter organer til indsprøjtning af oxygen gennem en eller flere tvier (indblæsningshuller) 14 og en slagge-hane til aftapning af det flydendegjorte metal og slaggen, som flyder gennem en slaggekanal 15 ud i en vandfyldt afkølingsbeholder 16. Vandet i afkølingsbeholderen, som får slaggen til at størkne og gå i stykker i et finkornet, inaktivt, uorganisk materiale, tilvejebringer også en vandlås, som forhindrer gasserne i at sive ud af ovnen, der drives ved et let overtryk. En kædetransportør 17 kan anvendes til at fjerne det størknede materiale S fra afkølingsbeholderen 16 og derefter lade det falde ned i en opsamlingsbeholder, såsom en lastbil med tippelad 18.

Styrken af pillerne, som bedst kan angives ved deres massefylde, og forholdet mellem pillernes overflade og rumfang er af kritisk betydning for korrekt drift af ovnen. Pillerne må være tilstrækkeligt stærke til at forblive intakte inde i ovnen, efterhånden som de bevæger sig ned gennem tørrings- og pyrolysezonen. Dette er nødvendigt for, at de inde i ovnen

tilvejebringer en porøs struktur, som gør det muligt for gasserne at stige op gennem hele lejets tværsnitsareal på en sådan måde, at der tilvejebringes en god kontaktflade mellem gas og fast stof, hvilket er nødvendigt for varmeoverførslen. Uventet nok har det vist sig, at

5 tørring forøger pillernes styrke. Følgelig øges pillernes styrke, efterhånden som de synker ned gennem skaktovnen. Det er tilstedeværelsen af sådanne sammenhængende piller igennem hele lejets højde, som sikrer, at lejet forhindres i at blive en fast, gas-uigennemtrængelig masse, og samtidig gør det muligt for pillerne

10 at bevæge sig i forhold til hinanden, efterhånden som affaldet forbruges ved de pyrolyse- og forbrændingsprocesser, der finder sted inde i ovnen. Ved bevægelse af pillerne i forhold til hinanden har store kanaler en tendens til at blive lukket, efterhånden som pillerne falder ned i kanalen. I tilgift vil lejet til stadighed

15 reetablere sig selv, efterhånden som affald forbruges, hvorved pludselige, store instabiliteter forhindres i at opstå, hvilket ellers ville medføre et sammenfald af lejet.

En affaldspille med for lille massefylde vil mangle tilstrækkelig

20 strukturmæssig styrke og vil have en tendens til at gå i stykker, når den transporteres ind i ovnen. Dette resultat ville forårsage, at den samme type fænomener ville opstå, som når ovnen fødes med ikke-pilleformet, findelt affald.

25 Det har vist sig, at for at frembringe en affaldspille, som har tilstrækkelig strukturmæssig styrke til at forblive sammenhængende under den ovennævnte proces, må den have en massefylde, der er større end den ved ligningen:

30

$$D = \frac{32.000}{(100-0,8A)}$$

givne, hvor:

35

D = pillens massefylde (kg/m^3),

A = procent uorganisk materiale i affaldspillen (%).

Når affaldspillerne har tilstrækkelig stor massefylde til at have

den nødvendige, strukturelle styrke, bliver tørrings- og pyrolyse-reaktionerne begrænset af hastighederne for varmeoverførsel og af diffusionen inde i pillen. For at opnå optimal drift skal forholdet mellem overfladen og rumfanget af pillerne være større end det ved

5 ligningen:

$$R = 5,64 \left(\frac{G}{H} \right)^{0,625}$$

10 givne, hvor:

R = forholdet mellem pillens overfladeareal og dens rumfang (m^2/m^3),

H = højden af affaldslejet i ovnen (m),

15 G = affalds-tilførselshastigheden (ton/dag/ m^2 af ovnens tvær-snitsareal).

Hvis en pille har et forhold mellem overflade og rumfang, som er mindre end det ved ovennævnte ligning beregnede resultat, vil

20 energien af de i skaktovnen opstigende gasser blive utilstrækkeligt udnyttet, hvad der vil få temperaturen af de producerede gasser til at stige, og - som tidligere nævnt - frembringer sådanne høje gastemperaturer dårlig drift i form af højere oxygenforbrug, og en lavere brændværdi af den producerede gas.

25

De høj-vægtfyldige piller, der er nødvendige for den foreliggende opfindelse, bør skelnes fra komprimeret affald frembragt med almindelige husholdnings- eller industriaffaldskomprimeringsmaskiner. Disse komprimerer normalt kun materialet til ca. 1/3 af

30 dets oprindelige rumfang, idet de anvender ramtryk på ca. 2,1 kg/cm^2 . En sådan komprimering er fuldstændig utilstrækkelig til at frembringe piller af den størrelse og med den massefylde, der er nødvendig for den foreliggende metode. Apparatur, der er egnet til at producere piller af den påkrævede type til fremgangsmåden ifølge

35 den foreliggende opfindelse, er beskrevet i beskrivelsen til US patent nr. 4.133.259, 1976.

Selv om den foreliggende opfindelse vil fungere tilfredstillende med piller lavet af enhver form for affald, så længe som det er i stand

til at blive formet til piller med den angivne massefylde og det angivne forhold mellem overflade og rumfang, fremstilles pillerne fortrinsvis af findelt affald. Det er også at foretrække, at det meste af det jernholdige materiale fjernes fra det findelte affald, forinden det komprimeres til piller. Det foretrukne interval for pillemassefylden er 400 til 800 kg/m³.

Eksempel

10 Det følgende eksempel vil tjene til illustration af fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Cylindriske piller af kommunalt affald, som havde en massefylde på 480-640 kg/m³, en diameter på 33 cm og en længde varierende fra 13 til 20 cm, fremstillet ved komprimeringstryk på 28-70 kg/cm², blev tilført en lodret skaktovn med en gennemsnitshastighed på 90 ton/dag. Skaktovnen var af metal, 15 havde en ildfast foring, en indvendig diameter på 3 meter og en total leje-højde på ca. 6 meter. Pillernes overflade/rumfangsforhold varierede fra 22 til 28 m²/m³. Komprimeringstrykket og pillelængden varierede på grund af variationer i affaldets fugtighedsindhold og på grund af variationer i affaldssammensætningen. Ligevægtstilstande 20 blev etableret efter, at ovnen havde være i drift i ca. 24 timer. Driften af ovnen forløb glat og effektivt, hvilket indiceredes af en konstant gasproduktionshastighed, et konstant trykfald over lejet og af den lave temperatur (150-315⁰C), hvormed den afgående gas forlød 25 ovnen. Oxygen tilført under driften blev holdt inden for et interval på 0,17 til 0,22 ton oxygen/ton affald.

30

35

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåde til bortskaffelse af affald under samtidig
 5 produktion af et brugbart gasformigt produkt og en inaktiv, fast rest, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:

- a) fødnings af affald til den øverste del af en lodret skaktovn,
- b) fødnings af en oxygenholdig gas til den nedre del af denne
 10 ovn,
- c) pyrolyse af den organiske del af affaldet,
- d) fluidisering af den uorganiske del af affaldet,
- e) udtømmning af de gasformige produkter fra toppen af ovnen,
- f) aftapning af det fluidiserede, uorganiske materiale fra den
 15 nedre del af ovnen,

k e n d e t e g n e t ved, at affaldet tilføres ovnen i form af
 piller af komprimeret affald, hvilke piller har tilstrækkelig
 strukturel styrke til at forblive sammenhængende i det mindste i
 20 ovnens tørre- og pyrolysezoner til hindring af kanaldannelse og til
 tilvejebringelse af en porøs struktur hele vejen gennem
 affaldslejets højde, og som har:

- 1) en massefylde, der er større end den ved ligningen:
 25

$$D = \frac{32.000}{(100-0,8A)}$$

30 givne, hvor:

D = pillens massefylde (kg/m^3), og

A = procent uorganisk materiale i affaldspillen, og

- 2) et forhold mellem overflade og rumfang, der er større
 35 end det ved ligningen:

$$R = 5,64 \left(\frac{G}{H} \right)^{0,625}$$

givne, hvor:

R = forholdet mellem pillens overfladeareal og dens rumfang
(m^2/m^3),

5 H = højden af affaldslejet i ovnen (m),

G = affaldstilførselshastigheden (ton/dag/m^2 af ovnens tvær-
snitsareal).

10 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at
affaldet er blevet findelt, inden det komprimeres til piller.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at det
meste jernmetal er blevet magnetisk adskilt fra det findelte affald,
inden det komprimeres til piller.

15 4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at
massefylden af pillerne ligger i området fra 400 til 800 kg/m^3 .

20 5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den
oxygenholdige gas indeholder mindst 40% oxygen, og at vægtforholdet
mellem den oxygenmængde og den affaldsmængde, som tilføres ovnen,
holdes inden for intervallet 0,15:1 til 0,28:1.

25

30

35

FIG. 1a

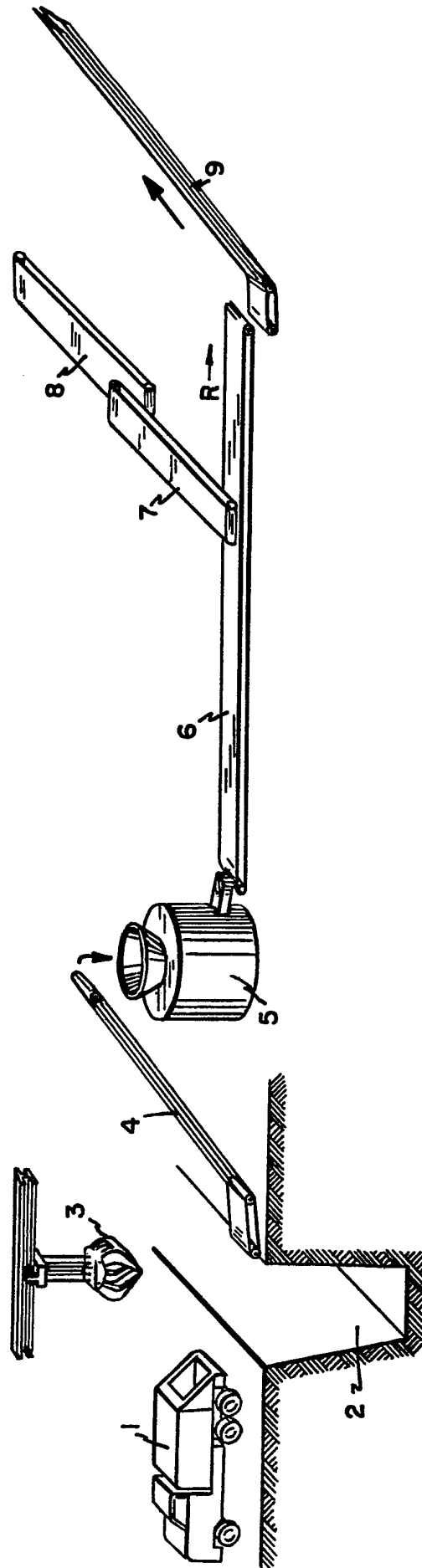


FIG. 1b

