



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑰

①① Veröffentlichungsnummer: **0 049 324**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
12.09.84

⑤① Int. Cl.³: **C 10 G 1/02, C 10 B 53/06**

②① Anmeldenummer: **81104562.4**

②② Anmeldetag: **13.06.81**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Schwelen von Ölschiefer.**

③⑩ Priorität: **25.06.80 DE 3023670**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.82 Patentblatt 82/15

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.09.84 Patentblatt 84/37

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE - A - 2 910 614
DE - A - 2 923 048
GB - A - 668 808
GB - A - 1 326 455
GB - A - 1 567 115
US - A - 4 003 797
US - A - 4 066 529
US - A - 4 222 850

⑦③ Patentinhaber: **VEBA OEL Entwicklungs-Gesellschaft mbH, Uhlenbrockstrasse 10, D-4660 Gelsenkirchen-Buer (DE)**

⑦② Erfinder: **Escher, Gerd, Dr., Turmstrasse 14, D-4660 Gelsenkirchen-Buer (DE)**
Erfinder: **Frohnert, Heinz, Horster Strasse 532, D-4250 Bottrop (DE)**
Erfinder: **Wenning, Hans-Peter, Hoonkesweg 11, D-4270 Dorsten-Rhade (DE)**

⑦④ Vertreter: **Krug, Joachim, Dr., Alexander-von-Humboldt-Strasse, D-4650 Gelsenkirchen-Hassel (DE)**

EP 0 049 324 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Zur Schwelung von Ölschiefer sind viele Verfahren bekannt. Dabei wird der Ölschiefer erhitzt, wobei sich das im Schiefer enthaltene Kerogen zersetzt und in Form gasförmiger und flüssiger Kohlenwasserstoffe gewonnen werden kann. Je nach dem Wasserstoffgehalt des Ölschiefers kann ein mehr oder weniger grosser Anteil der organischen Substanz gewonnen werden, ein Teil verbleibt stets als Restkohlenstoff auf dem Schiefer. Im Interesse einer weitestgehenden Ausnutzung des Energiegehalts des Ölschiefers sollte auch dieser Kohlenstoff energetisch genutzt werden.

Viele Verfahren verwenden das Schachtofenprinzip zur Schwelung, z.B. US-A 3 736 247 und DE-B 2 243 389. Nachteilig ist, dass der bei der Zerkleinerung zwangsläufig anfallende Feingutanteil nicht eingesetzt werden kann. Ausserdem ist der vollständige Abbrand des Restkohlenstoffs durch die erforderliche Stückgutaufgabegrösse sehr erschwert. Weiterhin sind die Öldämpfe und das Schwelgas längere Zeit der Schweltemperatur ausgesetzt, wodurch sich Crackreaktionen ergeben, die zu einer Verminderung der Ausbeute und einer Verschlechterung der Ölqualität führen.

In GB-A 668 808 wird ein Verfahren zum Schwelen von Ölschiefer mit einem heissen Gas in einem Schachtofen beschrieben, wobei aus dem Schwelgas die kondensierbaren Bestandteile abgeschieden werden, ein der Vergrösserung der Gasmenge entsprechender Anteil des Schwelgases abgeführt und der Rest nach Aufheizen in den Schwelreaktor zurückgeführt wird. Durch den festen, noch kohlenstoffhaltigen Schwelrückstand wird in einem weiteren, vom Schwelteil abgetrennten Teil des Schachtofens ein sauerstoffhaltiges Gas, insbesondere Luft eingeleitet, um einen Teil des Kohlenstoffs zu verbrennen und die Temperatur des Rückstands zu erhöhen. Danach wird in einem dritten, ebenfalls abgetrennten Teil des Schachtofens durch den so aufgeheizten Rückstand das gekühlte, von kondensierbaren Anteilen befreite Schwelgas geleitet, um es wieder aufzuheizen, worauf es im Gegenstrom durch den Schwelteil des Schwelofens, wo es die Schwelung des Ölschiefers bewirkt, und anschliessend durch frischen Ölschiefer geleitet wird, so dass das nach der Schwelung in ihm enthaltene Öl zumindest teilweise kondensiert.

Bei feiner zerkleinertem Gut ist das Schachtofenprinzip nicht mehr anwendbar. Andere Verfahren mit Feinguteinsatz wie z.B. US-A 3 844 930 arbeiten mit Feststoffen als Wärmeträger. Durch die Wärmeträgerumlaufmenge, die ein Mehrfaches der Schiefereinsetzmenge beträgt, wird die zu handhabende Feststoffmenge weiter erhöht.

Aus den DE-A 2 728 204 und 2 728 455 ist es bekannt, die Pyrolyse von kohlenstoffhaltigem Material, auch von Ölschiefer, in einem Zyklon-Reaktor vorzunehmen. Das kohlenstoffhaltige Material wird hierbei in einer Korngrösse kleiner als 1 mm in einem Trägergasstrom bei Geschwindigkeiten von 20 - 76 m/sec in einen Zyklon-Reaktor geführt. Vor oder im Einlass des Zyklons wird dieser Gasstrom mit einem zweiten Gasstrom vermischt, der heisse Feststoff-

teilchen enthält, die zur Aufheizung des kohlenstoffhaltigen Materials auf Schweltemperatur dienen sollen. Das Gewichtsverhältnis der zur Heizung dienenden Feststoffe zu dem kohlenstoffhaltigen Material soll zwischen 2 und 20 liegen. Nach einer kurzen Kontaktzeit — gerechnet als durchschnittliche Verweilzeit des Trägergases im Zyklon — von weniger als etwa einer Sekunde, insbesondere zwischen 0,1 und 0,6 sec wird das mit den Trägergasen vermischte Schwelgas von den Feststoffen — Wärmeträgerteilchen und Schwelrückstand — getrennt.

Bei diesem bekannten Verfahren fallen also die Schwelgase in Verdünnung durch die Trägergase an, wodurch ihre Aufarbeitung erschwert wird. Der Schwelrückstand verlässt den Zyklon im Gemisch mit den Feststoff-Wärmeträgern, so dass auch bei seiner weiteren Verarbeitung grössere Ballastmengen mitgeschleppt werden müssen.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, dass man die Schwelung von Ölschiefer, bei dem aus dem Schwelgas die kondensierbaren Bestandteile abgeschieden werden, ein der Vergrösserung der Gasmenge entsprechender Anteil abgeführt und der Rest wiederaufgeheizt und in den Schwelreaktor zurückgeführt wird, trotz der gegenüber der Schwelung in Schachtofen um mehrere Grössenordnungen kürzere Schwelzeiten in einem Zyklonreaktor vornehmen kann, wobei das Schwelgas indirekt aufgeheizt und als alleiniger Wärmeträger in den Schwelzyklonreaktor zurückgespeist wird. Ölschiefer und Heizgas werden hierbei im Gleichstrom geführt.

Man erhält so ein reines, unverdünntes Schwelgas, aus dem sich die kondensierbaren Anteile besser abscheiden lassen als aus einem mit Trägergas verdünnten Schwelgas und das auch nach Abscheidung der kondensierbaren Anteile wegen der höheren Konzentration an gasförmigen Kohlenwasserstoffen einen höheren Wert aufweist als das verdünnte Schwelgas. In gleicher Weise wird die Weiterverarbeitung des Schwelrückstands durch das Fehlen der Ballaststoffe erleichtert.

Die Schweltemperaturen liegen im allgemeinen über 450°C und sollten 650°C nicht überschreiten, da andernfalls Ausbeuteminderung durch Crackreaktionen trotz der kurzen Schwelzeiten nicht zu vermeiden sind. Bevorzugt werden Temperaturen zwischen 470 und 550°C. In der anliegenden Fig. 1 sind die Ausbeuten bei der Zyklonschwelung eines Schandelah-Ölschiefers im Vergleich zu den Ausbeuten nach dem Fischer-Test dargestellt. Der eingesetzte Ölschiefer enthielt 10,3 Gew.-% organischen Kohlenstoff und hatte folgende Fischer-Test-Ausbeuten:

Feuchtigkeit (bis 105°C)	1,0 Gew.-%
Schwelwasser	1,9 Gew.-%
Öl	5,4 Gew.-%
Rückstand	88,3 Gew.-%
Gas und Verluste	3,4 Gew.-%

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren wird das Schwelgas auf Temperaturen vorgeheizt, die 150 bis 250 K über der Schweltemperatur liegen. Abhängig ist diese Überhitzung vom Verhältnis Schwelgas zu Ölschiefer, das üblicherweise zwischen 0,8 und 1,4 Nm³/kg, vorzugsweise zwischen 1,0 und 1,2

Nm^3/kg liegt, von der Temperatur des eingesetzten Schiefers, von der Restfeuchte, von der Karbonatzersetzung der enthaltenen Karbonate, und von den Wärmeverlusten des Systems.

Um eine stärkere Aufheizung des rückgeführten Schwelgases zu vermeiden, ist es zweckmässig, den Ölschiefer weitgehend vorzutrocknen und auf eine Temperatur kurz unterhalb des Beginns der Kerogenzersetzung vorzuwärmen.

Überraschenderweise ergab sich weiterhin, dass beim erfindungsgemässen Verfahren gröberes Einsatzmaterial verwendet werden kann als beim bekannten Verfahren. So kann Ölschiefer einer Körnung bis zu 3 mm, selbst bis 5 mm verwendet werden. Diese grobkörnigeren Schiefer haben den Vorteil, geringere Staubmengen zu enthalten, wodurch sowohl die Verarbeitung des Schwelgases, als auch die Weiterbehandlung des Schwelrückstands wesentlich erleichtert werden.

In Fig. 2 ist der Restkohlenstoffgehalt des oben erwähnten Ölschiefers nach der Schwelung in Abhängigkeit von seiner Korngrösse aufgetragen. Man erkennt, dass die Ausschmelzung bei Korngrössen von 2 mm praktisch gleich der bei Korngrössen von 0,1 mm ist und auch bei Korngrössen von 3 mm nur eine unbedeutende Erhöhung des Restkohlenstoffgehalts festzustellen ist.

Die Abscheidung der kondensierbaren Anteile aus dem Schwelgas erfolgt durch dessen direkte Abkühlung mit kaltem Öl, gegebenenfalls mit nachfolgender elektrostatischer Fällung der Ölnebel.

Als zweckmässig hat es sich erwiesen, im Schwelgas enthaltenen Staub vor der Abscheidung der kondensierbaren Anteile zu entfernen, da die Trennung des Kondensats von den Stäuben grosse Schwierigkeiten macht. Zur Abscheidung der Stäube können z.B. Hochleistungszyklone eingesetzt werden.

Besonders zweckmässig hat sich jedoch die Abscheidung mittels Elektrofiltration erwiesen. Dies ist durchaus überraschend, denn es war nicht zu erwarten, dass bei den hohen Temperaturen von mehr als 450°C eine Elektrofiltration der Schwelgase möglich ist, da in reduzierender Atmosphäre allein ohne das Vorhandensein von Schweldämpfen das elektrische Feld zusammenbricht. Der Schwelrückstand wird aus dem Zyklon-Reaktor abgezogen; sein Kohlenstoff wird zweckmässigerweise mit sauerstoffhaltigen Gasen, insbesondere Luft verbrannt, wobei das heisse Verbrennungsgas zum Vorwärmen des Kreislauf-Schwelgases verwendet werden kann.

Zweckmässigerweise erfolgt die Verbrennung des Kohlenstoffs des Schwelrückstands mit sauerstoffhaltigen Gasen in einem Wirbelbett. Dabei sind die Verbrennungsbedingungen so einzustellen, dass bei der Verbrennung entstehendes SO_2 durch evtl. im Schiefer enthaltenem Dolomit und Calcit in den Rückstand eingebunden wird.

Zur Verbesserung der Schwelausbeute kann man den aus dem Schwelzyklon-Reaktor ausgetragenen Schwelrückstand zunächst in einem Behälter entgasen, bevor sein Kohlenstoff mit sauerstoffhaltigen Gasen verbrannt wird. Durch den im Entgasungsbehälter befindlichen Schwelrückstand kann Schwelgas zum schnelleren Abführen der noch anfallenden Gase hindurchgeleitet werden, wobei es zweckmäs-

sig ist, den Schwelrückstand mit Rührern aufzulokern oder in einer Drehtrommel umzuschichten.

Die bekannte Vorrichtung, bei der die Gasabführung des Schwelreaktors mit einem Ölabscheider und der Einführstutzen des Schwelreaktors über ein Gebläse mit dem Ölabscheider verbunden ist, weist zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens einen Zyklonreaktor mit tangentialer Einführstutzen und einen Wärmetauscher zwischen Gebläse und dem tangentialen Einführstutzen des Schwelzyklonreaktors auf. Vorzugsweise ist ein Vorwärmer für den zu schwelenden Ölschiefer vor dem tangentialen Einführstutzen des Schwelzyklonreaktors vorgesehen.

Gemäss einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist ein bei Temperaturen des Taupunktes der Schwelgase arbeitender Staubabscheider, insbesondere ein Elektrofilter zwischen Schwelzyklonreaktor und Ölabscheider angeordnet. Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist der Feststoffaustrag des Schwelzyklonreaktors mit einem Verbrennungsofen und dessen Heissgasausgang mit dem zur Erhitzung des als Trägergas dienenden Schwelgases vorgesehenen Wärmetauscher verbunden. Es hat sich auch als zweckmässig erwiesen, am Feststoff-Abführstutzen des Schwelzyklonreaktors bzw. zwischen diesem Abführstutzen und der Verbrennungsvorrichtung für Schwelrückstand eine Nachschweltrommel vorzusehen.

In der anliegenden Fig. 3 ist eine erfindungsgemässe Vorrichtung schematisch dargestellt. Anhand dieser sei das erfindungsgemässe Verfahren erläutert:

Der Ölschiefer 1 wird auf eine Korngrösse kleiner als 3 mm zerkleinert. Die Zerkleinerung und Sichtung erfolgt zweckmässigerweise zusammen mit der Trocknung und Vorwärmung in einer Mahltrocknung 2, wozu die Rauchgase 3 nach dem Kreislaufgasvorwärmer 4 eingesetzt werden. Das gekühlte Rauchgas wird über die Leitung 5 abgeführt.

Der zerkleinerte, getrocknete und auf ca. 110°C vorgewärmte Ölschiefer 6 wird in der Steigleitung 7 mit Kreislaufschwelgas 8 gemischt, wobei bereits im Steigrohr ein wesentlicher Teil der Wärme vom Heizgas auf den Schiefer übertragen wird, und dieses Gemisch über die tangentiale Zuführung 9 in den Schwelzyklon 10 geführt. Über die Leitung 11 verlassen die öl- und staubhaltigen Schwelgase den Schwelzyklon 10, während der Schwelrückstand über die Leitung 12 in eine Nachschweltrommel 13 geführt wird. Um die Abführung der entstehenden Schwelgase zu beschleunigen, wird ein Teil des heissen Kreislaufgases durch die Leitung 14 in die Nachschweltrommel 13 geführt. Das Schwel- und Kreislaufgas 15 aus der Nachschwelung 13 wird zusammen mit den Schwelgasen 11 aus dem Schwelzyklon in ein Entstaubungssystem 16 geführt. Der abgeschiedene Staub wird über die Leitung 17 in die Nachschweltrommel 13 gegeben. Durch die Rohrleitung 18 gelangt das entstaubte Gas in die Ölabscheidung 19 und wird dort von den kondensierbaren Anteilen befreit, die als Produkt über die Leitung 20 der Weiterverarbeitung zugeführt werden. Aus der Ölabscheidung 19 wird ebenfalls ein der bei der Vor Schwelung anfallenden Gasmenge entsprechender Teil des Schwelgases als Produkt über die Leitung 21

abgeführt. Das übrige Schwelgas wird über die Leitung 22 dem Verdichter 23 zugeführt und gelangt nach der Verdichtung durch die Leitung 24 zum Kreislaufgasvorwärmer 4.

Der heisse Schwelrückstand 25 hinter der Nachschweltrommel 13 wird einem Wirbelbett-Verbrennungsofen 26 zugeführt, in dem der Restkohlenstoff abgebrannt wird. Die Temperaturregelung zur Einstellung der optimalen SO₂-Einbindung erfolgt durch den Wärmetauscher 27 im Wirbelbett, der als Dampferzeuger ausgebildet ist. Das heisse Rauchgas verlässt den Wirbelbettofen über die Leitung 28. Der Wärmeinhalt dieses Gases wird im Kreislaufgaswärmetauscher 4 zur Schwelung und in der Mahltrocknung 2 zur Trocknung und Vorwärmung des Ölschiefers genutzt.

Der abgebrannte Ölschiefer aus dem Wirbelbettofen wird durch die Leitung 29 einem Kühler 30 zugeführt und verlässt den Kühler über die Leitung 31. Zur Kühlung dient die Verbrennungsluft 32, die im Verdichter 33 komprimiert, über die Leitung 34 zum Kühler 30 geführt wird und über die Leitung 35 in den Wirbelbettofen 26 gelangt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schwelen von Ölschiefer mit einem heissen Gas in einem Schwelreaktor, bei dem aus dem Schwelgas die kondensierbaren Bestandteile abgeschieden werden, ein der Vergrößerung der Gasmenge entsprechender Anteil abgeführt und der Rest wieder aufgeheizt und in den Schwelreaktor zurückgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zyklonreaktor verwendet, das Schwelgas indirekt wieder aufgeheizt und als alleiniger Wärmeträger in den Schwelzyklon-Reaktor zurückgespeist wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ölschiefer vor seinem Zusatz zum Schwelgas auf Temperaturen unterhalb der Schweltemperatur vorgewärmt und getrocknet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ölschiefer einer Korngrösse bis zu 5 mm der Verschwelung unterworfen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Schwelgas bei Temperaturen über dem Taupunkt der kondensierbaren Anteile der Staub abgeschieden wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Staub durch Elektrofiltration entfernt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff des Schwelrückstands mit sauerstoffhaltigen Gasen verbrannt und das Verbrennungsgas ganz oder teilweise zum Vorwärmen des Kreislauf-Schwelgases verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbrennungsgas nach dem Vorwärmen des Kreislaufgases zur Vorwärmung und Trocknung des Ölschiefers verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwelrückstand nach seinem Austrag aus dem Schwelzyklon-Reak-

tor in einem Behälter auf der Schweltemperatur gehalten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch den mittels Rühren oder Drehrommel bewegten Schwelrückstand Schwelgas nach Abscheidung der kondensierbaren Bestandteile geleitet wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Gasabführung eines Schwelreaktors (10) mit einem Ölabscheider (19) und der Einführungsstutzen des Schwelreaktors (10) über ein Gebläse (23) mit dem Ölabscheider (19) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (10) ein Zyklonreaktor mit tangentialen Einführungsstutzen (9) ist und dass sich ein Wärmetauscher (4) zwischen dem Gebläse (23) und dem tangentialen Einführungsstutzen (9) des Schwelzyklon-Reaktors (10) befindet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vorwärmer (2) für den zu schwelenden Ölschiefer vor dem tangentialen Einführungsstutzen (9) des Schwelzyklon-Reaktors (10) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein bei Temperaturen oberhalb des Taupunktes der Schwelgase arbeitender Staubabscheider (16) zwischen Schwelzyklon-Reaktor (10) und Ölabscheider (19) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Staubabscheider (16) ein Elektrofilter verwendet wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoffaustrag (12) des Schwelzyklon-Reaktors (10) mit einem Verbrennungsofen (26) und dessen Heissgasausgang mit dem Wärmetauscher (4) verbunden ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nachschweltrommel (13) am Feststoff-Abführstutzen (12) des Schwelzyklon-Reaktors (10) bzw. zwischen diesem Abführstutzen (12) und der Verbrennungsvorrichtung (26) für Schwelrückstand vorgesehen ist.

Claims

1. Method for distillation of oil shale in a hot gas in a distillation reactor, the method including separating the condensible portions from the distillation gas, removing a portion of the gas corresponding to the increase in the amount of gas, re-heating and passing back the rest of the gas into the distillation reactor, characterised in that a cyclone reactor is used, the distillation gas is re-heated indirectly and feeded back into the distillation cyclone reactor for sole heat carrier.

2. Method according to claim 1, characterised in that the oil shale is pre-heated to temperatures below the distillation temperature and dried before it is placed in the distillation gas.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that oil shale with a granular size of up to 5 mm is subjected to distillation.

4. Method according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the dust is removed from the

distillation gas at temperatures above the dew point of the condensable portions.

5. Method according to claim 4, characterised in that the dust is removed through electrofiltration.

6. Method according to any one of claims 1 to 5, characterised in that the carbon of the distillation residue is burned with oxygen-containing gases and all or part of the combustion gas is used to pre-heat the circulating distillation gas.

7. Method according to any one of claims 1 to 6, characterised in that the combustion gas is used to pre-heat and dry the oil shale after pre-heating the circulating gas.

8. Method according to any one of claims 1 to 7, characterised in that the distillation residue is held in a container at the distillation temperature after being removed from the distillation cyclone reactor.

9. Method according to claim 8, characterised in that distillation gas, after removal of condensable portions, is passed through the distillation residue agitated by stirring or by means of a rotating drum.

10. Apparatus for carrying out the method according to any one of claims 1 to 9, with the gas exhaust of a distillation reactor (10) connected with an oil separator (19) and the feed nozzle for the distillation reactor (10) connected by way of a blower (23) with the oil separator (19), characterised in that the reactor (10) is a cyclone reactor having a tangential feed nozzle (9) and that a heat exchanger (4) is located between the blower (23) and the tangential feed nozzle (9) of the distillation cyclone reactor (10).

11. Apparatus according to claim 10, characterised in that a pre-heater (2) for the oil shale to be distilled is provided before the tangential feed nozzle (9) of the distillation cyclone reactor (10).

12. Apparatus according to claim 10 and 11, characterised in that a dust remover (16) operating at temperatures above the dewing point of the distillation gases is arranged between the distillation cyclone reactor (10) and the oil separator (19).

13. Apparatus according to claim 12, characterised in that an electrofilter is used as the dust remover (16).

14. Apparatus according to any one of claims 10 to 13, characterised in that the solid material removal system (12) of the distillation cyclone reactor (10) is connected to a combustion furnace (26) and the hot gas exhaust of the latter is connected to the heat exchanger (4).

15. Apparatus according to any one of claims 10 to 14, characterised in that a post-distillation drum (13) is provided on the solid material removal port (12) of the distillation cyclone reactor (10) or between this removal port (12) and the combustion device (26) for the distillation residue.

Revendications

1. Procédé pour la distillation lente d'un schiste bitumeux ou huileux, dans un réacteur de distillation, à l'aide d'un gaz chaud, où les fractions condensables sont séparées du gaz de distillation, un volume partiel correspondant à l'augmentation du volume dû à la formation de gaz au cours de la distillation lente

est éliminé, et le reste est à nouveau réchauffé et recyclé dans le réacteur de distillation, procédé caractérisé en ce que l'on utilise un réacteur à cyclone, réchauffe indirectement le gaz de distillation, et le recycle dans le réacteur de distillation à cyclone comme fluide unique caloporteur.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le schiste huileux est séché et préchauffé à une température inférieure à la température de distillation lente, avant son introduction dans le courant de gaz de distillation recyclé.

3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le schiste huileux soumis à la distillation lente possède une granulométrie pouvant aller jusqu'à 5 mm.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on sépare les poussières du gaz de distillation lente à une température supérieure au point de rosée des constituants condensables.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dépoussiérage est effectué par électrofiltration.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le carbone contenu dans le résidu de distillation est brûlé dans un mélange gazeux contenant de l'oxygène, et le gaz de combustion ainsi formé est employé, en totalité ou en partie, pour le pré-chauffage du gaz de distillation lente à recycler.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le gaz de combustion, après avoir servi au pré-chauffage du gaz de distillation à recycler, est utilisé pour le séchage et le pré-chauffage du schiste à traiter.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le résidu de distillation évacué du réacteur de distillation lente à cyclone est maintenu dans un réservoir à la température de distillation.

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que l'on fait passer du gaz de distillation, dont ont été séparés les composants condensables, à travers le résidu de distillation maintenu en agitation par des agitateurs ou un tambour rotatif.

10. Installation pour la réalisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, où le conduit d'évacuation des gaz d'un réacteur de distillation (10) est relié à un séparateur d'huile (19) et les tuyaux d'alimentation du réacteur de distillation (10) sont reliés au séparateur d'huile en passant par un compresseur (23) de gaz, installation caractérisée en ce que le réacteur (10) est un réacteur à cyclone avec des tuyaux d'alimentation (9) tangentiels et qu'il est disposé un échangeur de chaleur (4) entre le compresseur de gaz et les tuyaux d'alimentation (9) tangentiels du réacteur de distillation à cyclone.

11. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend une installation de pré-chauffage (2) du schiste à traiter en amont du tuyau d'alimentation tangential (9) du réacteur à cyclone (10).

12. Installation selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisée en ce qu'un séparateur de poussières (16) fonctionnant à une température supé-

rieure au point de rosée du gaz de distillation est intercalé entre le réacteur de distillation à cyclone (10) et le séparateur d'huile (19).

13. Installation suivant l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que le conduit d'évacuation des matières solides (12) du réacteur à cyclone (10) est connecté à un four de combustion (26).

14. Installation selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisée en ce que le conduit

d'évacuation des matières solides (12) du réacteur à cyclone (10) est relié à un four de combustion (26), et le conduit d'évacuation des gaz chauds du réacteur est relié à l'échangeur de chaleur (4).

15. Installation selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisée en ce qu'un tambour de post-distillation (13) est prévu sur le conduit d'évacuation des matières solides (12) du réacteur de distillation à cyclone (10), ou entre ce conduit (12) et le four de combustion (26) prévu pour le résidu de distillation.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

Ausbeute bei der Zyklonschwelung.

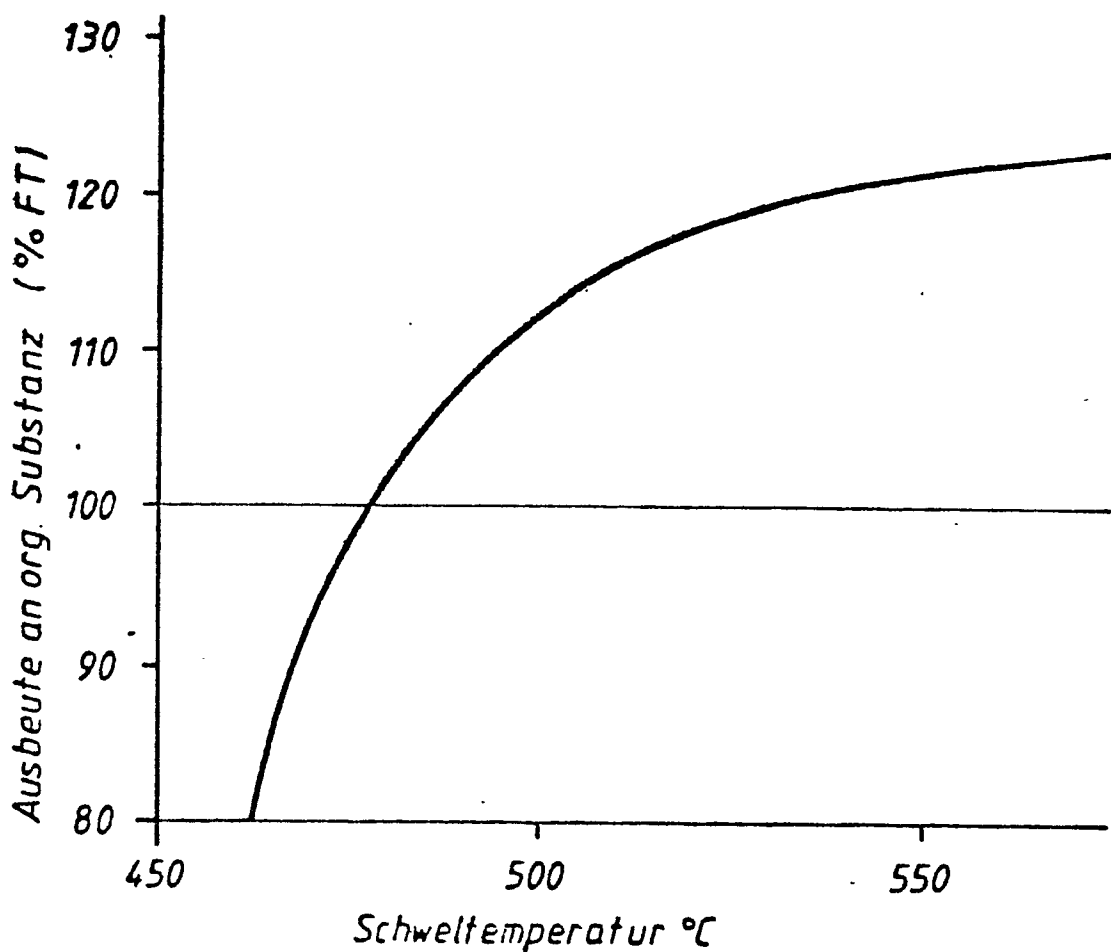


FIG.1

Restkohlenstoff im Schwelrückstand

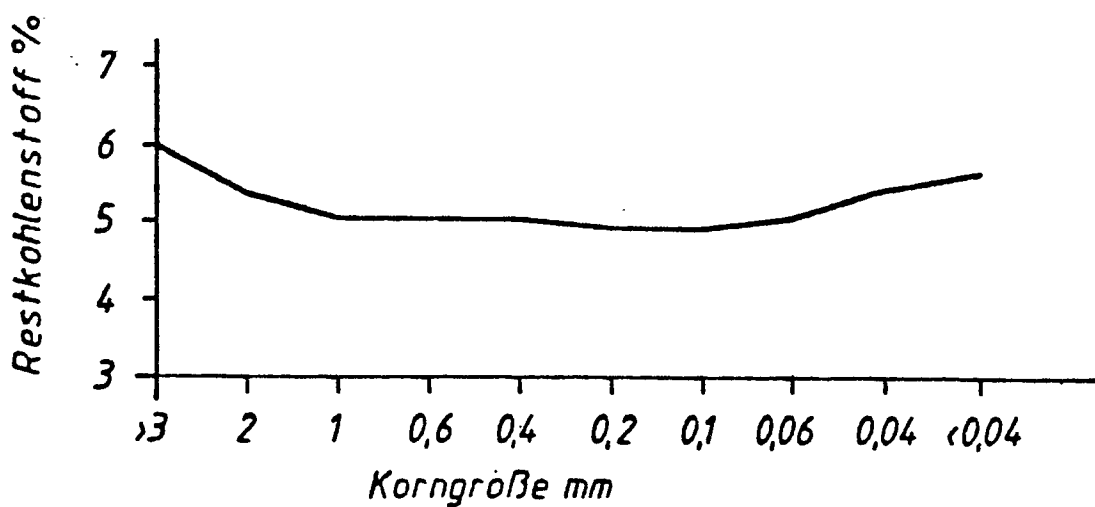


FIG.2

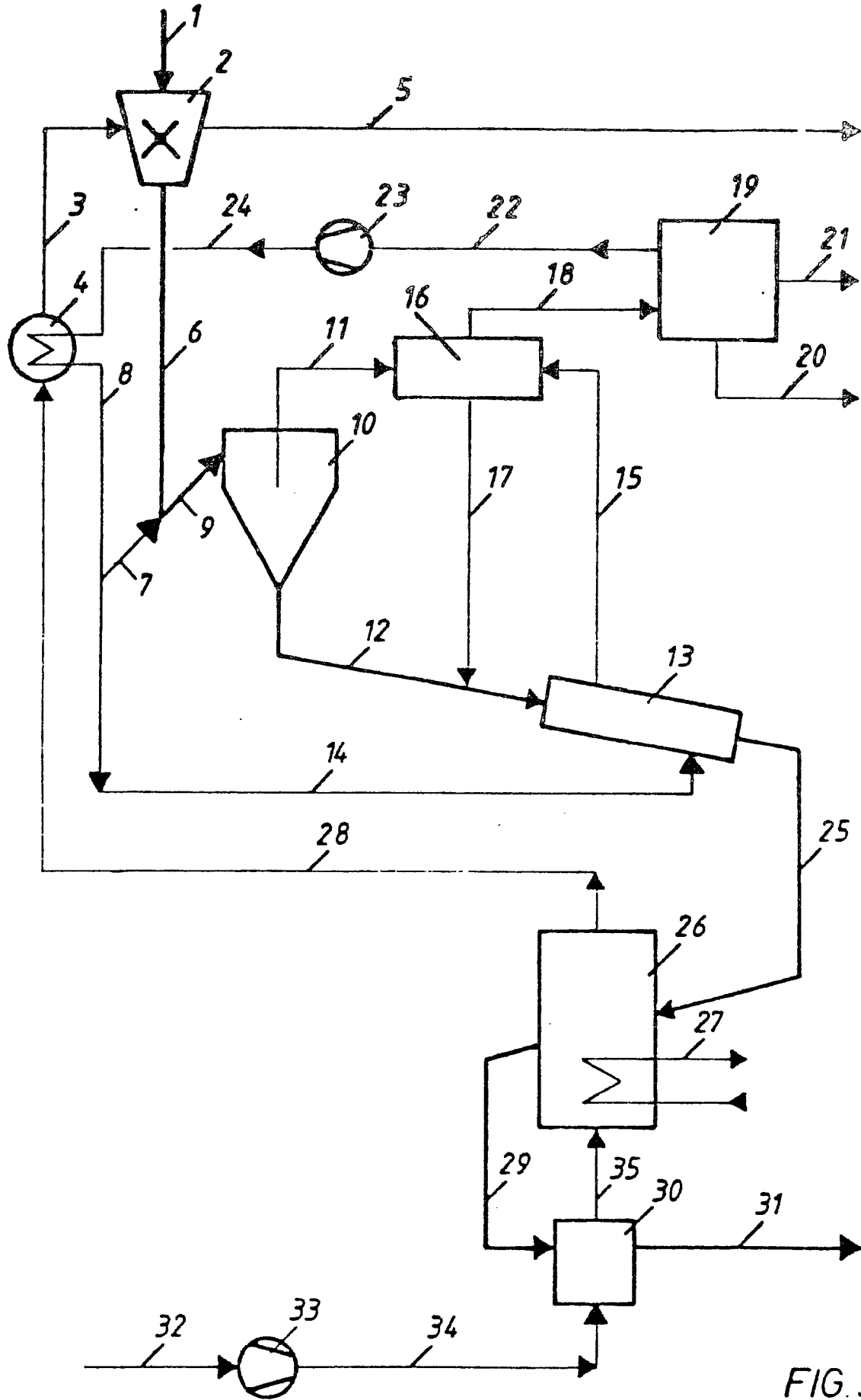


FIG. 3