



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

217974
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 10 F 5/00
C 10 L 9/08

(22) Přihlášeno 17 12 79

(21) (PV 8895-79)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 18 12 78
(7812248) Nizozemsko

(40) Zveřejněno 26 03 82

(45) Vydáno 15 01 85

(72)

Autor vynálezu

VAN RAAM LEOPOLD, RUYTER HERMAN PETRUS, VAN BREUGEL
JOSEFUS WILHELMUS, AMSTERDAM (Nizozemsko)

(73)

Majitel patentu

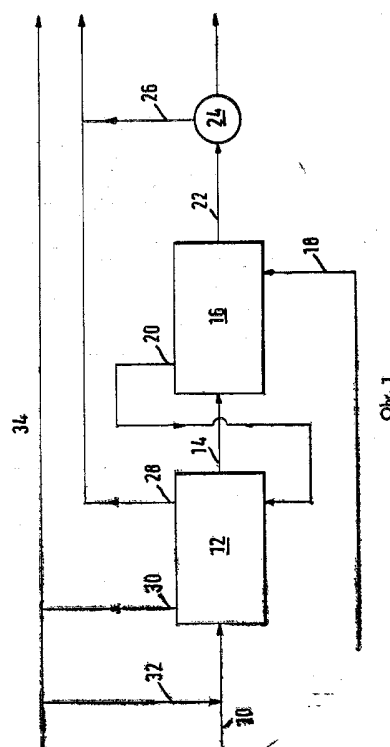
SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V., HAAG
(Nizozemsko)

(54) Způsob obohacování nízkohodnotného uhlí

1

V postupu podle tohoto vynálezu se dvojstupňovým způsobem obohacuje nízkohodnotné uhlí, přičemž v prvním stupni se uhlí zahřívá v přítomnosti vody na teplotu v rozmezí od 150 do 300 °C, při tlaku, který je přinejmenším stejný jako tenze par vody při použité teplotě, přičemž v druhém stupni zpracovávání se uhlí oddělené přinejmenším od části své kapalně vodné fáze přítomné po prvním stupni zahřeje na teplotu větší než 300 °C při tlaku nižším, než je tenze par vody při teplotě 300 °C. Nízkohodnotným uhlím se v tomto případě míní hnědé uhlí a ostatní podobné uhlíkaté látky, jako například rašelina, lignit, dřevo a uhelný odpad.

2



Vynález se týká způsobu obohacování nízkajakostního uhlí ve dvojstupňovém procesu za odlišných reakčních podmínek.

Odstraňování většiny vody z uhlí je vysoce žádoucí, neboť při tomto odstraňování se dosáhne zvýšení účinnosti při přepravě tohoto uhlí a dále se zvýší spalné teplo uhlí a tím dojde ke zlepšení jeho kvalitativních vlastností.

Nízkajakostní uhlí může obsahovat až do 90 % hmotnostních vody, i když obvykle se obsah vody pohybuje v rozmezí od 40 do 70 % hmotnostních. Voda může být přítomna v rozličných formách, například chemicky vázaná, jako gel nebo jako absorbovaná voda.

Výše uvedeným termínem „nízkajakostní uhlí“ se dále v popise a v definici předmětu vynálezu míní hnědé uhlí a ostatní podobné uhlíkaté látky, například rašelina, lignit, dřevo a uhelný odpad.

V uhlí obsažená voda může být odstraněna buď částečně pomocí sušení za tepla, nebo úplně pomocí tepelného obohacování. Obecně je možno konstatovat, že voda odstraněná sušením za tepla se po určité době znovu absorbuje, zatímco při tepelném obohacování se odstraní voda nevratně z důvodu chemických změn, které v uhlí nastanou.

Tepelné obohacování uhlí může být rozděleno do dvou odlišných stupňů, kterými jsou odvodňování a dekarboxylace (odstranění skupin, které obsahují kyslík). Odvodňování se provádí obecně při teplotách přibližně 200 °C a jeho výsledkem je odstranění podstatné části vázané vody. Po oddělení vody od uhlí zde již není sklon k opětné absorpci vody.

Dekarboxylace se provádí při poněkud vyšších teplotách, zejména nad 300 °C, a má za následek další strukturální změnu v uhlí. Uhlí dostává v podstatě hydrofobní charakter vlivem odstranění polárních skupin bohatých na kyslík, které jsou nositeli hydrofilních vlastností uhlí.

I když může být pro některé typy uhlí výhodně použito sušení za tepla, stává se tento způsob méně účinným tehdy, když má uhlí vysoký obsah vody, jelikož musí být v tomto případě dodáno latentní teplo na její odpaření. Navíc neprobíhají ve struktuře uhlí žádné změny, takže výsledný vysušený produkt zůstává hydrofilní a v případě, že se neučiní zvláštní opatření, dojde k opětné absorpci značného množství vody přítomné v okolní vlhkosti. Vedle toho se ani podstatně nezvyšuje spalné teplo uhlí, což je nutné ke stanovení takové ceny, která může ospravedlnit náklady na dopravu i na značné vzdálenosti.

Z dosavadního stavu techniky je znám způsob obohacování, který je popsán v patentu Velké Británie č. 1 471 949, při kterém se vodní disperze jemně roztříděného uhlí tlakuje a potom se zahřeje na teplotu více než 150 °C, čímž se provede odvodnění uhlí.

Aby se zabránilo odpařování vody, udržuje se tlak na vyšší hodnotě, než je tlak vody. Nejúčinnější obohacování však probíhá při relativně vysokých teplotách, které v případě, že má voda zůstat v kapalně fázi, vyžadují použití velmi vysokého tlaku.

Vzhledem k tomu, že se má tímto způsobem zpracovávat veliké množství uhlí, jsou požadované tlakové nádoby velice nákladné.

Cílem vynálezu je navrhnout postup obohacování nízkajakostního uhlí, při kterém by byly odstraněny výše uvedené nedostatky.

Podstata způsobu obohacování nízkajakostního uhlí podle vynálezu spočívá v tom, že v prvním stupni zpracovávání se uhlí zahřívá v přítomnosti vody na teplotu v rozmezí od 150 do 300 °C při tlaku, který je přinejmenším stejný, jako je tenze par vody při použité teplotě, a v druhém stupni zpracovávání se uhlí, které se oddělí přinejmenším od části své kapalně vodné fáze přítomné po prvním stupni, zahřeje na teplotu více než 300 °C při tlaku nižším, než je tenze par vody při teplotě 300 °C.

Ve výhodném provedení postupu podle vynálezu se v druhém stupni uhlí zahřeje na teplotu nižší než 400 °C, nejvýhodněji v rozmezí od 300 do 340 °C, přičemž se toto zahřívání výhodně provádí přímou párou. V prvním stupni se ve výhodném provedení postupu podle vynálezu použije teploty v rozmezí od 180 do 260 °C. Co se týče použitého tlaku, rovněž se ve výhodném provedení postupu podle vynálezu použije v obou stupních tlak v rozmezí od 3 do 4,5 MPa. Výhodné je při tomto provedení, když se v prvním stupni použije stejného tlaku jako v druhém stupni. Po provedení zpracovávání v druhém stupni je možno výhodně vzniklý dehet odvést a využít k dalšímu použití.

Postup podle vynálezu je výhodný v tom, že se velký podíl vody z uhlí odstraní v prvním stupni bez nutnosti odpařování vody, přičemž v druhém stupni proběhne vysoký stupeň dekarboxylace a obohacování, které mohou být provedeny při značně vyšší teplotě bez toho, že by se musel udržovat tak vysoký tlak, aby se zabránilo odpařování vody při teplotě použité pro druhý stupeň.

Ve většině případů se neukazuje jako výhodné použití teploty větší než 400 °C, protože nad touto teplotou již může docházet ke zplyňování uhlí. Jestliže se však za určitých okolností zjistí, že by bylo ekonomicky výhodné ve způsobu podle vynálezu překročit tuto teplotu, neexistují z technického hlediska žádné důvody, proč by to nemohlo být provedeno.

Během zpracovávání se z upravovaného uhlí často uvolňují značná množství lehkých dehtových podílů. Tyto dehty, které jsou samy o sobě cenné, mohou být získány oddělováním z použité vody nebo mohou být

s výhodou extrahovány z uhlí za použití rozpouštědla, jako je toluen.

Tepelná vodivost hnědého uhlí je extrémně nízká. Pro zlepšení přestupu tepla na uhlí v prvním stupni a pro usnadnění procesu odvodňování se může přidat voda. Uhlí může být dále přiváděno v jemně roztržené formě, často ve formě čerpatelné suspenze, která usnadňuje manipulaci a tlakování.

Na konci prvního stupně zpracovávání může být voda z uhlí jednoduše vypouštěna nebo může být oddělena jinými běžnými způsoby, jako je odstřeďování nebo aglomerování.

V druhém stupni se uhlí s výhodou zahřívá přímo párou a ve výhodném provedení přehřátou párou, jejíž teplota může ležet v rozmezí od 500 do 540 °C.

Tlak v prvním stupni musí být dostatečný k tomu, aby zůstala voda v kapalně fázi. Tlak použitý v obou stupních zpracovávání leží při výhodném provedení postupu podle vynálezu v rozmezí od 3 do 4,5 MPa, přičemž je výhodné, aby tlak v prvním stupni byl v podstatě stejný jako tlak použitý pro druhý stupeň. Teplota, na kterou se uhlí zahřívá v prvním stupni zpracovávání, leží při výhodném provedení v rozmezí od 180 do 260 °C, přičemž rozmezí od 200 do 230 °C je optimální. Teplota v druhém stupni leží při výhodném provedení mezi 300 až 340 °C.

Ačkoliv probíhá odvodňování v prvním stupni velmi rychle, takže nehledě na čas potřebný na zahřátí uhlí na teplotu odvodňování není nutný žádný významný čas zdržení, trvá dekarboxylace v druhém stupni poněkud déle. V závislosti na teplotě a stupni zpracovávání, které má být provedeno, může být tedy uhlí zadrženo v druhém stupni při panující teplotě po dobu až do 5 hodin, obvykle po dobu od 5 do 30 minut. Optimální doba zdržení se běžně určuje analýzou nákladů a zisku při způsobu obohacování, přičemž se bere do úvahy povaha uhlí, vložená hodnota a schopnost upravovat uhlí.

Způsob podle vynálezu je vhodný i pro uhlí, které je ve formě značně velkých kusů, například až do 150 milimetrů. S částicemi okolo 5 milimetrů se nicméně lépe manipuluje, jestliže se má uhlí dopravovat ve formě suspenze. Menší částice by se mohly na konci prvního stupně hůře oddělovat od vodné fáze.

Postup podle vynálezu se provádí v zařízení, které se skládá z první reakční nádoby, uzpůsobené pro dávkování nízkojakostního uhlí a vody a ke zpracovávání této dávky při teplotě v rozmezí od 150 do 300 °C při tlaku vyšším, než je tenze par vody při použité teplotě, dále z prostředku pro oddělení vodné fáze od uhlí a z druhé reakční nádoby, uzpůsobené pro dávkování uhlí z první reakční nádoby a k zahřátí uhlí na teplotu nad 300 °C při tlaku nižším, než je tenze par vody při teplotě 300 stupňů Celsia.

První reakční nádoba může být s výhodou vybavena dávkovacím zařízením, které je přizpůsobeno na dávkování uhlí a vody požadované pro první stupeň zpracovávání. Jestliže obsahuje nástřík dostatečné množství vody, může být použito čerpadlo.

Aby bylo dosaženo co možná nejnížší spotřeby energie, odebírá se tato přídavná voda z vyextrahované vody z první reakční nádoby. Obdobně může být teplo potřebné pro první stupeň reakce z velké míry dodáno párou, která opouští druhou reakční nádobu.

V prvním provedení způsobu podle vynálezu jsou reakční nádoby umístěny nad sebou, konkrétně první reakční nádoba nad druhou, takže po vyrovnání prvků v obou reakčních nádobách se vsázka z první nádoby může nechat gravitací přepustit do druhé nádoby.

V dalším provedení způsobu podle vynálezu se vsázka první nádoby po vypuštění přebytku vody přepraví do druhé nádoby pomocí mechanického prostředku, jako je šnekový dopravník.

Takové uspořádání má výhodu v tom, že doprava uhlí do druhé reakční nádoby může být prováděna v podstatě nepřetržitě.

Zařízení se alternativně skládá z nejméně jedné reakční nádoby, přičemž každá z nádob je zařízena na provedení obou stupňů zpracovávání podle vynálezu. Ve své nejjednodušší podobě je každá z nádob uzpůsobena k dávkování nízkojakostního uhlí a vody a k zahřívání této směsi na teplotu v rozmezí od 150 do 300 °C při tlaku vyšším, než je tenze par vody při použité teplotě. Nádoba je vybavena prostředkem pro oddělení kapalně vody od uhlí (nebo obráceně) po dokončení prvního stupně způsobu a je zařízena tak, že uhlí může být v následné fázi zahříváno na teplotu větší než 300 stupňů Celsia při tlaku nižším, než je tenze vodních par při teplotě 300 °C. Z ekonomických důvodů může být kolem centrálního dávkovacího zařízení uhlí umístěna řada nádob. Tyto nádoby obsahují potrubní členy pro dopravu vody a páry z nádoby s vyšší teplotou do nádoby s nižší teplotou. Celý postup potom může být prováděn šaržovitě, přičemž každá dávka zůstává v jednotlivé nádobě během celého postupu. Například pára z nádoby, ve které se provede druhý stupeň zpracovávání, prochází do nádoby, ve které začíná první stupeň a voda z prvního stupně se použije na přehřátí čerstvého neupraveného uhlí v další nádobě.

Způsob podle vynálezu může být také prováděn v jediné nádobě nepřetržitě. Taková nádoba může obsahovat dvě zóny; první reakční zónu, kde se provádí první stupeň zpracovávání, a druhou reakční zónu, kde se uskutečňuje druhý stupeň. Pro dopravu uhlí nádobou z první do druhé zóny jsou k dispozici mechanické prostředky. Nádoba může být s výhodou skloněna, takže vo-

da má tendenci shromažďovat se v nižší zóně, která je zónou nižší teploty. Pára o vysoké teplotě, vstupující do horní zóny, je vedena směrem k nižší zóně protiproudem k uhlí, jehož teplota stoupá tak, jak postupuje uhlí vzhůru reakční nádobou.

Tímto způsobem se dosáhne optimálního využití dodané energie. Pára z velké části zkondenzuje v době, kdy dosáhne spodního konce první reakční zóny, a veškerá voda, která se odpaří z uhlí v horní části reaktoru, opět zkondenzuje dolů, takže se neztratí její latentní výparné teplo.

Mechanické prostředky mohou obsahovat dopravník se sítím, lopatkami nebo rameny, které se pohybují buď kontinuálně, nebo střídavě, nebo které vykonávají vratný pohyb rychle nebo pomalu. Ve výhodném provedení podle vynálezu se dopravník skládá z řady sklopných lopatek, ramen nebo vidlicovitých elementů, upevněných k centrální hnací části, které během vzhůru směřujícího zdvihu unášejí uhlí směrem nahoru z původní pozice A do nové pozice B prostřednictvím elementu a. Během opačného zdvihu se elementy sklápějí směrem k hnací části a element a se vrací do své výchozí pozice A, zatímco uhlí zůstává v B. Element b je potom k dispozici, aby uhlí v B dopravil při dalším vzhůru směřujícím pohybu do nové pozice C nad B a tak dále. Takovýto dopravník s vratným pohybem má výhodu v tom, že může posunovat uhlí pomalu reakční nádobou, přičemž zaručuje jemné promíchávání uhlí, aniž způsobuje jeho drcení. Pohon může být realizován hydraulicky, takže mezi vnitřkem a vnějším nádobou nemusí být proti tlaku v nádobě instalováno žádné komplikované těsnění. Popřípadě může být použito šnekového dopravníku.

Vlastní reakční nádoba může být konstruována jako skloněná válcovitá ocelová nádoba s izolací nebo bez izolace, nebo se může popřípadě skládat z vyztužené betonové nádoby jakéhokoli průřezu (který nemusí být nezbytně jednotný podél délky nádoby), nejen z důvodu lepšího uložení dopravníku, ale také pro usnadnění vypouštění vody z uhlí.

Na výstupu z druhé zóny může být upravované uhlí výhodně vytlačováno přes extrudér a opětně granulováno nebo ponecháno v kusech, spojených dohromady vlastním dehtem.

Zejména tam, kde je obohacovací úprava provedena za přísnějších podmínek, uvolňují se cenné uhelné dehtové produkty. Tyto produkty mohou být odstraněny z vody a odděleny od ní běžnými prostředky, nebo mohou být z upravovaného uhlí extrahovány rozpouštědlem.

Postup obohacování nízkopakostního uhlí podle vynálezu bude v dalším ilustrován pomocí připojených obrázků, na kterých je schematicky znázorněno:

na obr. 1 jedno z možných provedení postupu podle vynálezu,

na obr. 2 zařízení k provádění postupu podle vynálezu, přičemž se v tomto zařízení, vzhledem k postupu zobrazenému na obr. 1, provádí šaržovitý postup,

na obr. 3 zařízení k provádění postupu podle vynálezu, přičemž se v tomto zařízení, vzhledem k obr. 1, provádí semikontinuální postup,

na obr. 4 zařízení k provádění postupu podle vynálezu, přičemž se v tomto zařízení vzhledem k obr. 1, provádí kontinuální postup.

Na obr. 1 vstupuje směs obsahující nízkopakostní uhlí a 40 až 50 % hmotnostních vody potrubím **10** do první zóny **12**, kde se zvyšuje její teplota na hodnotu mezi 200 až 250 °C při tlaku 3 až 4,5 MPa. Tlak za těchto podmínek převyšuje tlak par přítomné vody, takže voda zůstává v kapalně fázi a nemusí být dodáváno latentní teplo na její odpaření. Po proběhnutí požadované doby zdržení, která bude záviset na charakteru a stáří uhlí a na použité teplotě, opouští uhlí první zónu **12** potrubím **14** a prochází do druhé zóny **16**. V tomto stadiu je uhlí již částečně obohaceno a ztratilo přibližně tři čtvrtiny svého původního obsahu vody. Uhlí je poněkud méně hydrofilní a může být dopraveno do druhé zóny **16** s malým přebytkem vody.

Zatímco tlak je v druhé zóně v podstatě též jako tlak panující v první zóně, teplota je podstatně vyšší, konkrétně 320 až 350 °C. Za této teploty a tlaku je voda v parní fázi a během úpravy v druhé zóně se veškerá zbytková povrchová voda na uhlí rychle odpařuje. Vázaná voda se uvolňuje a rovněž se odpařuje a polární skupiny obsahující kyslík se převedou zejména na kysličník uhličitý.

Teplo se do druhé zóny dodává ve formě přehřáté páry o teplotě v rozmezí od 500 do 540 °C potrubím **18**. Tato pára potom postupuje potrubím **20** do první zóny **12**.

Upravené uhlí opouští druhou zónu potrubím **22** a odlaková se v místě **24**. Veškeré plyny a zbylá pára se odtažují potrubím **26**. Tyto plyny obvykle obsahují vodní páru, určité množství sirovočistky a stopy dalších plynů, jako jsou lehké uhlovodíky a podstatný podíl kysličníku uhličitého, který vzniká v druhé zóně vlivem zde probíhající dekarboxylace.

Určité množství plynu se též odtahuje z první zóny cestou **28**. Jestliže jsou tyto plyny dostatečně bohaté na uhlovodíky, mohou být s výhodou použity jako zdroje tepla, buď části, nebo veškerého, potřebného k provedení postupu, který má slabě endotermní zabarvení.

Voda se odebírá z první zóny v místě **30** tak, aby se udržel poměr vody k uhlí v požadovaných mezích. Obvykle tvoří tento podíl přibližně 1 díl vody na 1 díl uhlí. Bylo zjištěno, že voda je potřebná nejen pro pro-

vedení způsobu obohacování, ale také proto, aby se zajistil dostatečný a účinný přenos tepla na uhlí. Tato voda, která má teplotu v rozmezí od 200 do 250 °C, může být recirkulována potrubím **32** do potrubí **10**, kde vytváří suspenzi uhlí určeného pro zpracování, nebo může být její teplo převedeno (není znázorněno) do tlakované suroviny v potrubí **19**. Odpadní voda odchází potrubím **34** a před použitím musí být upravena, aby se z ní odstranily nečistoty, kterými mohou být minerální látky, rozpuštěné sloučeniny síry atd., a popřípadě se musí snížit její teplota.

V obr. 2 se provádí obohacování podle vynálezu tak, že uhlí prochází následně čtyřmi nádobami **36**, **12**, **16** a **24**.

Měřené množství uhelných částic, jejichž velikost se pohybuje převážně mezi 20 a 150 milimetry, se zavádí do horního zásobníku **36** prostřednictvím dopravníku **40**. Potrubím **42** se přidává voda v takovém množství, aby se obsah volné vody ve směsi zvýšil na 60 % hmotnostních celkového množství (tj. 40 % hmotnostních uhlí).

Po vyprázdnění první reakční nádoby **12** se dávka připravená v horním zásobníku **36** vypustí do nádoby **12** spojovacím průchodem **44**, který se uzavře ventilem **46** poté, když se dokončí vypouštění. Potrubím **48** vstupuje přehřátá pára o tlaku 3,5 MPa a teplotě mezi 315 a 350 °C a je dmýchána směsí až teplota směsi dosáhne teploty 230 stupňů Celsia při tlaku 4,5 MPa. Veškeré plyny a nekondenzovaná pára se odvádějí potrubím **28**.

Voda se z nádoby vypouští pomocí potrubí **50**, přičemž se zčásti recirkuluje do nové várky v horním zásobníku **36** a částečně se vypouští jako odpadní voda potrubím **38** a příslušně se upravuje, nebo slouží jako teplovýmenné médium. Pro typický vzorek viktoriánského hnědého uhlí platí, že z původní náplně 40 kg uhlí a 60 kg vody se po úpravě v nádobě **12** odstraní 40 kg vody.

Zbýlých 60 kg vlhkého uhlí se potom vypustí do druhé reakční nádoby **16** spojovacím průchodem **52** mezi oběma těmito nádobami. Po vypouštění se průchod uzavírá ventilem **53** a do nádoby je v místě **54** uváděna přehřátá pára o teplotě 540 °C a tlaku 4,5 MPa. Pára je dmýchána hmotou zčásti odvodněného uhlí, dokud teplota uhlí nedosáhne teploty 340 °C. Chladnější, ale stále ještě přehřátá pára opouští druhou reakční nádobu **16** potrubím **48**, které vede do první reakční nádoby **12**, jak bylo uvedeno výše.

Jakmile dosáhla náplň druhé reakční nádoby **16** požadované teploty, uzavře se dávka páry a může se uskutečnit vypouštění do spodního zásobníku **24** prostřednictvím spojovacího průchodu **56**. Po dokončení vypustí se průchod **56** uzavře ventilem **57** a tlak v nádobě **24** se sníží otevřením ventilu **58** na odvětrávacím potrubí **60**.

Za podmínek uvedených shora tvoří 96 % hmotnostních získaného plynu kyslíčník uhlíčitý. Přítomny jsou dále stopy sirovodíku a lehkých uhlovodíků.

Po odplynění a ochlazení se částice upraveného uhlí plní po dávkách z nádoby **24** na dopravník **62**.

Takovýto šaržovitý postup má výhodu v tom, že je velice přizpůsobivý, takže dovoluje zpracování uhlí o rozdílné kvalitě za optimálních podmínek jak z hlediska teploty, tak i z hlediska doby zdržení. Jeho výhodou je navíc to, že vyžaduje relativně jednoduché zařízení.

Zařízení zobrazené v obr. 3 je upravenou verzí zařízení zobrazeného v obr. 2, ale má výhodu v tom, že je uzpůsobeno pro semikontinuální postup.

Potrubím **64** se do první reakční nádoby **12** zavádí pod tlakem suspenze uhelných částic o přibližné velikosti 5 milimetrů a vody. Tato směs má již zvýšenou teplotu, neboť se na přípravu suspenze v **68** používá horká procesní voda z potrubí **66**. Na vyhřátí suspenze na teplotu 220 °C při tlaku od 3 do 3,5 MPa se používá, jako dříve, pára o teplotě od 315 do 350 °C. Uhlé částice se pomalu pohybují nádobou směrem dolů a voda vystupuje sítí **70**, zatímco částice uhlí jsou unášeny šnekovým dopravníkem **72**, který vede do druhé reakční nádoby **16**.

Voda se ze spodku první reakční nádoby evakuuje potrubím **74** a část této vody se podobně jako dříve použije jako přídavná voda do suspenze, kam se dodává potrubím **66**. Zbytek se po úpravě a po provedení výměny tepla vypouští potrubím **76**. Zbýlá pára, která opouští první reakční nádobu **12** potrubím **78**, může být též použita na vyhřívání vody nebo vstupující suspenze.

Druhá reakční nádobu **16**, která je menší než první reakční nádobu **12**, je vybavena vstupem páry **80**, který dovoluje, aby byla přehřátá pára o teplotě 540 °C a tlaku 4 MPa profukována částečně odvodněnými uhelnými částicemi. Část zbylé vody se pochopitelně odpaří a bude procházet s párou do první reakční nádoby potrubím **82**, ale vlivem podmínek, které panují v první reakční nádobě, opět většina vody zkonduje, takže nedojde ke ztrátě latentního tepla.

Náplně druhé reakční nádoby **16** se střídavě uvolňují uzavíratelným spojovacím průchodem **56** do zásobníku **24**. Tlak v zásobníku **24** se snižuje odpuštěním plynu vzniklého z uhlí potrubím **60**. Uhlí se potom vypouští výstupním otvorem **84** zásobníku do dopravníku **62**.

V případě, že se má obohatené uhlí použít přímo pro zplyňování nebo pro briketování, nebo je-li určeno pro další zpracování, může být výstup ze zásobníku popřípadě modifikován, aby se zužitkovaly teplota a/nebo tlak dávky.

Zařízení zobrazené na obr. 4 je uzpůsobeno

beno na kontinuální postup a je vhodné pro úpravu velkých množství uhlí. Co se týče zařízení zobrazeného v obr. 2, skládá se v podstatě z plnicí nádoby **36**, z reakční nádoby **88**, která je rozdělena na první reakční zónu **12** k provádění odvodňovacího stupně a na druhou reakční zónu **16** k provádění dekarboxylace, a z výpustní nádoby **24**.

Do plnicí nádoby **36** je přiváděno uhlí a voda může být přidávána potrubními linkami **42** a **86**. Obsah potom prochází do první reakční zóny **12** reakční nádoby **88**.

Reakční nádoba **88** se skládá z prodloužené válcovité nádoby, jejíž dvě reakční zóny **12** a **16** mají rozdílné průměry a jsou spojeny s kónickou částí **92**, přičemž první reakční zóna **12** má větší průměr než druhá reakční zóna **16**. Osa nádoby **88** je skloněna od první reakční zóny **12** k druhé reakční zóně **16** směrem vzhůru v úhlu, který leží obecně mezi 5 a 15°; v tomto případě činí úhel přibližně 12,5°. Jestliže je zařízení v činnosti, je uhlí posunováno nádobou **88** pomocí šnekového dopravníku **94**, který je poháněn motorem **96**, umístěným vně nádoby.

První zóna **12** nádoby **88** obsahuje, nehledě na uhlí, vodu o teplotě 240 °C a v nádobě se udržuje tlak 4,5 MPa. Uhlí, které je do ní zaváděno z plnicí nádoby **36**, prochází potrubím **64**. Šnekový dopravník **94** unáší uhlí a posunuje je kónickou částí **92** pomalu do druhé zóny **16**. Voda zůstává převážně v první zóně. Přebytek vody se shromažďuje v jímce **99**, odkud je odstraňován potrubím **100** a dopravován do usazovací nádrže **108**.

V usazovací nádrži **108** může být voda stáním oddělena od lehkých dehtů, které vznikly z uhlí. Dehet se odstraňuje potrubím **110** a voda potrubím **114**. Voda může být recirkulována potrubím **42** do plnicí nádoby **36**, jak bylo uvedeno dříve. Veškeré plyny a nezkondenzovaná pára jsou odtažovány z nádoby **88** potrubím **28** do sběrného místa **102**, zatímco voda, lehké dehty a plyny jsou odtažovány potrubími **86**, **104** a **106**.

Vlivem sklonu reakční nádoby a vlivem toho, že lehce zhutnělé uhlí zaplňuje šnekový dopravník jenom zčásti, čímž umožňuje protisměrné proudění páry z druhé reakční zóny **16** do první, zůstává většina vody v první zóně **12**, zatímco uhlí je posunováno z první zóny směrem vzhůru do druhé zóny.

Přehřátá pára o teplotě 540 °C vstupuje do druhé zóny **16** v místě **116**. Tlak je v druhé zóně v podstatě stejný jako v zóně první, tedy 4,5 MPa, tudíž veškerá voda doprovozející uhlí se podobně, jako bylo uvede-

no výše pro jiný případ, rychle odpařuje. Uhlí se vyhřeje párou na teplotu přibližně 340 °C. Při této teplotě zůstává uhlí po požadovanou dobu zdržení a potom se vypouští vertikálním průchodem **120** do výpustní nádoby **24**. Veškeré plyny vzniklé z uhlí se odvětrávají a upravené uhlí je po ochlazení schopno dopravy nebo vhodné pro další případné zpracování, jako například pro rozpouštědlovou extrakci, při níž se odstraňují lehké dehtové podíly vzniklé během způsobu obohacování uhlí.

Uhlí může být zaváděno do reakční nádoby, jak bylo uvedeno dříve, ve formě suspenze, nebo pomocí zásobníkového systému, jak bylo popsáno s odkazem k obr. 2. Může být dávkováno do reaktoru také pomocí čerpadla na pevné látky nebo šnekovým mechanismem a skříňka označená jako **36** může znamenat jakýkoliv vhodný dávkovací mechanismus. Upravené uhlí může být obdobně na výstupu vypouštěno pomocí zásobníkového systému, jak bylo popsáno s ohledem na obr. 2, nebo pomocí šnekového mechanismu, který je následován například granulátorem.

Příklad 1

V autoklávu o obsahu 350 cm³ bylo zpracováno 150 g australského hnědého uhlí (velikost částic přibližně 10 mm) v přítomnosti 90 cm³ vody. Teplota byla stupňovitě zvyšována o 8 °C za minutu. Byly provedeny následující tři pokusy:

Pokus 1:

Uhlí bylo zahřáto na teplotu 250 °C při tlaku 4,5 MPa.

Pokus 2:

Uhlí bylo zahřáto na teplotu 340 °C při tlaku 20 MPa.

Pokus 3:

Uhlí bylo zahřáto na teplotu 250 °C při tlaku 4,5 MPa, voda byla při teplotě 250 °C vypuštěna a uhlí bylo zahřáto párou na teplotu 340 °C při tlaku 5 MPa.

Jak u suroviny, tak i u produktů byly změřeny výhřevnost a rovnovážný obsah vlhkosti (určeno normou „Standart method of test for equilibrium moisture of coal“ při 96–97% relativní vlhkosti a 30 °C, ASTM D-1412-74), vztažené na suchý organický podíl bez popela (D.A.F.).

Výsledky jsou shrnuty v tabulce I.

Tabulka I

	výhřevnost kJ/kg D.A.F.	rovnováha kg/kg D.A.F.	obsah vlhkosti % hmot.
uhelná surovina	28 500	1,5	60
pokus 1	29 700	0,6	37
pokus 2	31 800	0,1	9
pokus 3	32 700	0,1	9

Nejlépších výsledků bylo dosaženo v pokusu 3, který byl proveden způsobem podle vynálezu.

Příklad 2

V postupu podle tohoto příkladu bylo v autoklávu o obsahu 2 l zpracováno 654,5 g australského hnědého uhlí, (které obsahovalo 256,2 g organické hmoty, 394,7 g vody, tj. 60,3 % hmotnostních a 3,6 g popela, mělo výhřevnost 26 670 kJ/kg D.A.F. a sypnou hmotnost 0,21 kg organického materiálu/l) se 65,5 g vody.

Směs byla v době 80 minut zahřata při

tlaku 4,5 MPa na teplotu 250 °C, po kterých byla vypuštěna kapalná voda. Poté následovalo další zahřívání po dobu 35 minut při teplotě 340 °C, přičemž byl udržován tlak na hodnotě 5 MPa. Potom byl obsah autoklávu ochlazen na teplotu místnosti a tlak byl uvolněn.

Získaný produkt obsahoval 227 g organického materiálu, 3,7 g popela a 33,3 g vody (12,6 % hmotnostních). Sypná hmotnost byla 0,46 kg organického materiálu/l a výhřevnost 28 810 kJ/kg D.A.F. Během druhého stupně způsobu se uvolnilo 9,9 l (19,6 g) CO₂ a získalo se 3,4 g dehtu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob obohacování nízkopakostního uhlí, vyznačující se tím, že v prvním stupni zpracovávání se uhlí zahřívá v přítomnosti vody na teplotu v rozmezí od 150 do 300 °C při tlaku, který je přinejmenším stejný jako tenze par vody při použité teplotě a v druhém stupni zpracovávání se uhlí, které se oddělí přinejmenším od části své kapalně vodné fáze přítomné po prvním stupni, zahřeje na teplotu větší než 300 °C při tlaku nižším, než je tenze par vody při teplotě 300 °C.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se v druhém stupni uhlí zahřeje na teplotu nižší než 400 °C.

3. Způsob podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že se v druhém stupni uhlí zahřívá přímo párou.

4. Způsob podle některého z bodů 1 až

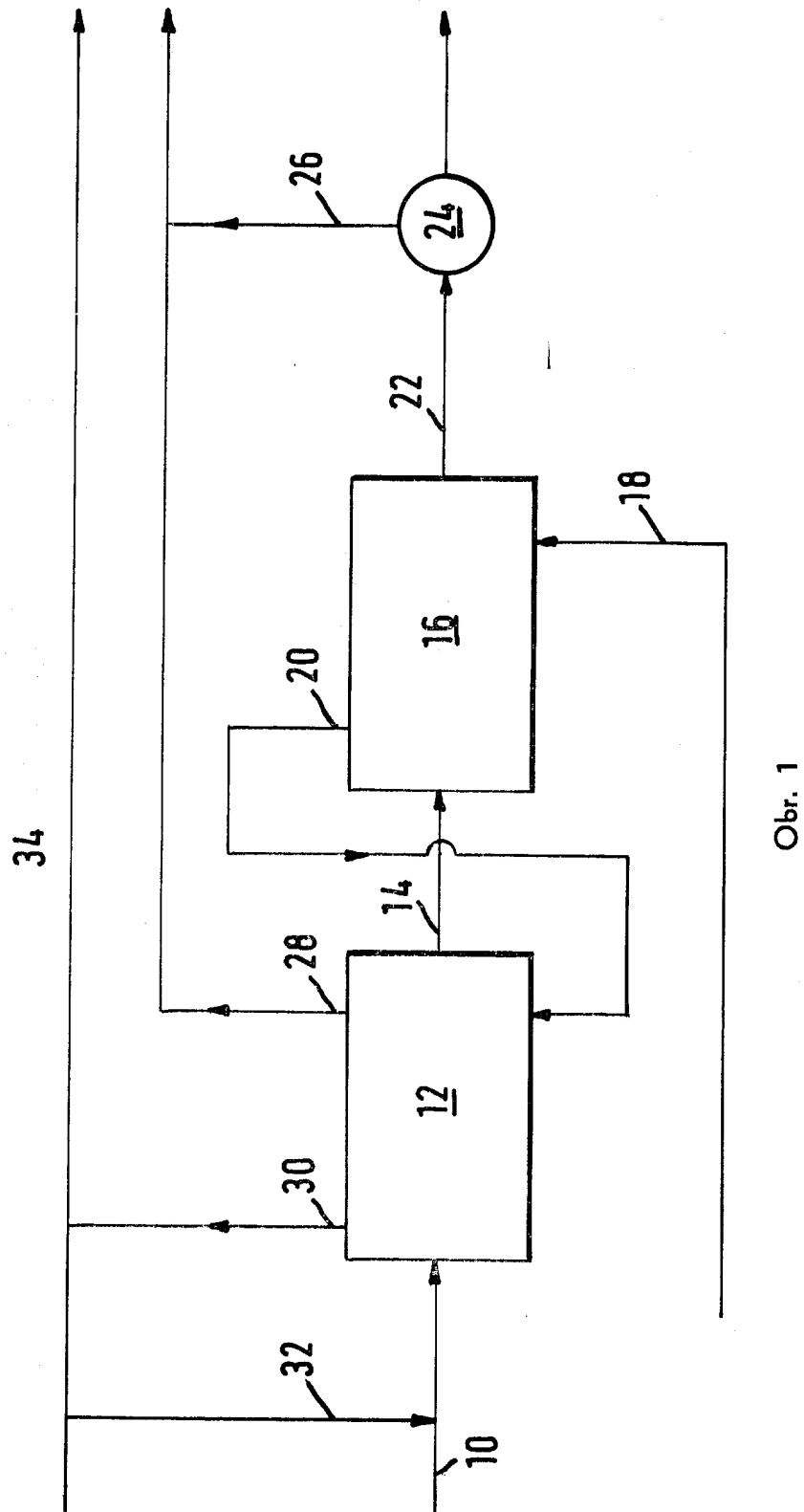
3, vyznačující se tím, že se v prvním stupni uhlí zahřeje na teplotu v rozmezí od 180 do 260 °C.

5. Způsob podle některého z bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že se v druhém stupni uhlí zahřeje na teplotu v rozmezí od 300 do 340 °C.

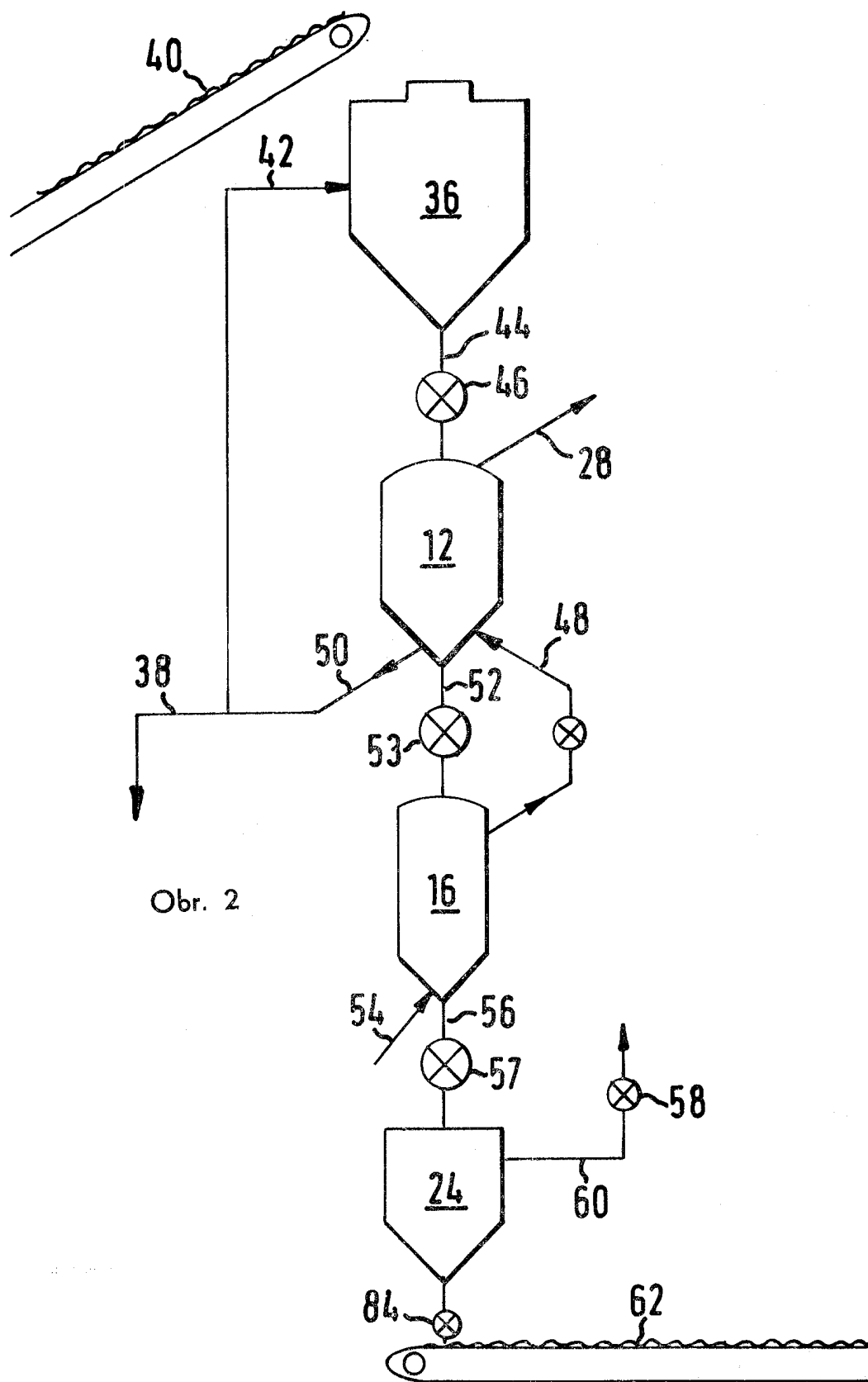
6. Způsob podle některého z bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že se v obou stupních použije tlak v rozmezí od 3 do 4,5 MPa.

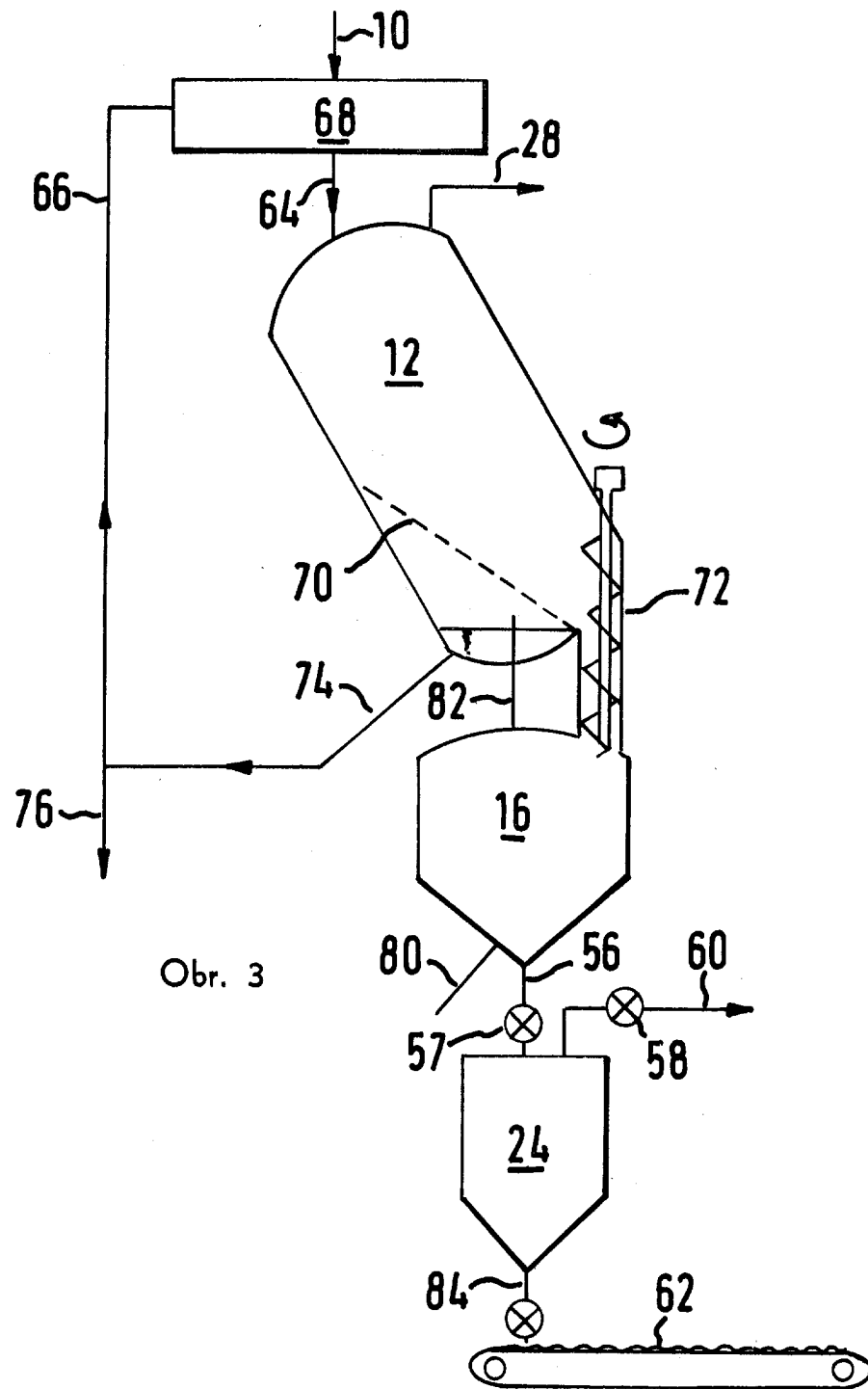
7. Způsob podle některého z bodů 1 až 6, vyznačující se tím, že se v prvním stupni použije v podstatě stejného tlaku jako ve druhém stupni.

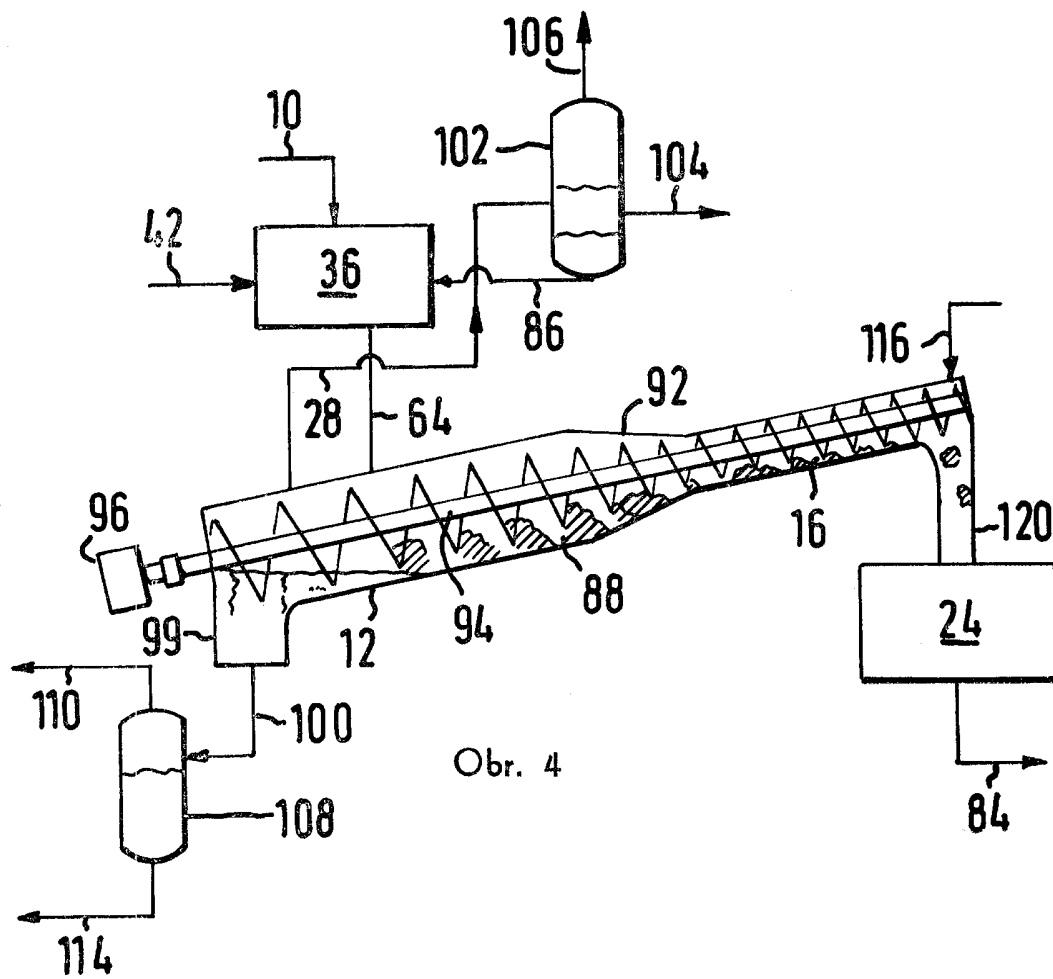
8. Způsob podle některého z bodů 1 až 7, vyznačující se tím, že se po provedení druhého stupně přítomný dehet odvádí ke zpracování.



Obr. 1







Obr. 4