

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

247065
(11) (B2)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 19 03 82

(21) [PV 1925-82]

(32) (31) (33) Právo přednosti od 21 03 81
(P 31 11 137.8)
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 17 04 86

(45) Vydáno 15 08 88

(51) Int. Cl.⁴
C 10 J 5/00

(72)

Autor vynálezu

COENEN HUBERT dr. ing., KRIEGEL ERNST dr. ing., ESSEN (NSR)

(73)

Majitel patentu

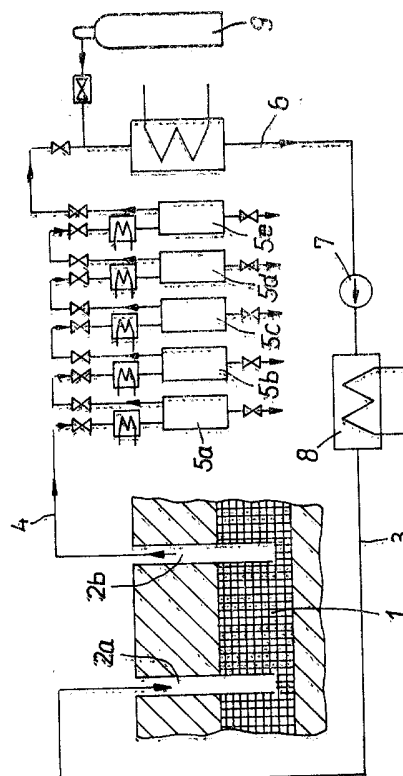
FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG, ESSEN
(NSR)

(54) Způsob podzemního zplyňování tuhých paliv

1

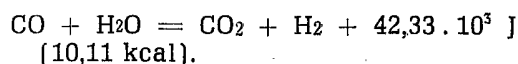
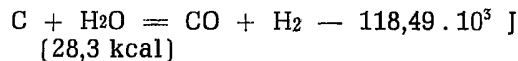
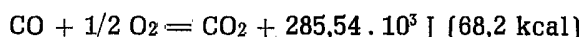
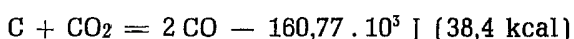
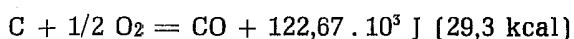
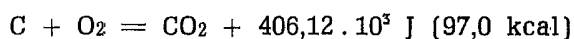
Řešení se týká způsobu podzemního zplyňování tuhých paliv, při němž se podzemní ložisko paliva nejprve rozloží a pak přemění v plynné palivo pomocí zplyňovacího média. Rozklad ložiska paliva se provádí tím, že se na ložisko působí plynem v nadkritickém stavu, s výhodou kyslíčnickem uhličitým nebo nižšími uhlovodíky, do něhož se pohltí těkavé organické složky paliva a voda obsažená v palivu, čímž se zvýší propustnost ložiska paliva pro plyny. Z nasycené nadkritické plynné fáze se nad zemí v několika frakcích vyloučí rozpuštěné organické sloučeniny, jakož i voda snížením tlaku a/nebo změnou teploty. Plyn se převede v nadkritický stav a opět se použije k rozkladu ložiska paliva.

2



Vynález se týká způsobu podzemního zplyňování tuhých paliv, při němž se palivo, nacházející se pod zemským povrchem, nejprve rozloží a pak se chemickou reakcí se zplyňovacím médiem přemění v plynné palivo.

Je známo, že tuhá paliva, zejména uhlí, je možno na místě výskytu zplyňovat, čímž se mechanické těžení paliva stane zbytečným a je možno využít i zásob paliv, která jsou méně vhodná pro těžbu. Při známých způsobech podzemních zplyňování se ze zemského povrchu vyvrtaří díry až do ložiska paliva. Těmito vrtnými děrami se ložisko paliva vhodným postupem rozloží, čímž dojde ke zvýšení více nebo méně existující propustnosti paliva pro plyny. Pak se do rozloženého ložiska paliva přivádí jednou nebo několika vrtnými děrami zplyňovací médium a zplyňovací reakce se zahájí zapálením. Jako zplyňovacího média se používá vzduchu, kyslíkem obohaceného vzduchu nebo vzduchu smíšeného s vodní párou. Při podzemním zplyňování probíhají známé, dále uvedené zplyňovací reakce:



Plyn, vznikající při podzemním zplyňování, má při použití 60 % kyslíku a 40 % vodní páry jakožto zplyňovacího média výhřevnost přibližně $5,6 \cdot 10^6 \text{ J/Nm}^3$ (1350 kcal/ Nm^3). Tento plyn se vrtnými děrami dopravuje z ložiska paliva a lze jej použít jako topného plynu nebo — po příslušné úpravě — jako syntézního plynu.

Rozložení ložiska paliva před vlastním podzemním zplyňováním je nutné, aby se ložisko paliva učinilo dostatečně propustným pro zplyňovací médium a pro vznikající plyn. Pro rozložení ložiska paliva je možno použít těchto známých rozkladných postupů:

Postup využívající elektrického odporu:

Při tomto způsobu se do vrtných děr vsunou elektrody, na něž se vloží napětí, jehož účinkem se ložisko paliva zahřeje a tím se v palivu vytvoří zkoksované oblasti, které jsou propustné pro plyny.

Postupy, používající vypálených kanálů: Při tomto postupu se do ložiska paliva vypálí kanály.

Hydraulické postupy s využitím vrtných děr: Při tomto postupu se v ložisku paliva vytvoří trhliny vtačenými kapalinami.

Přímé vrtání: Při tomto způsobu se v ložisku paliva vyvrtaří díry, odbočující ze svislých vrtných děr a probíhající až do příští svislé díry. V dalším je možno odbočující vrtnou díru ještě rozšířit vypálením.

Nevýhodou známých postupů pro rozklad ložiska paliva je, že se neodstraní zejména těkavé organické složky, obsažené v tuhých palivech. To má za následek, že při vlastním podzemním zplyňování jsou tyto těkavé složky vyháněny ze zplyněného úseku ložiska a zalepují existující plynopropustné póry a trhliny v sousedním úseku ložiska. Kromě toho se známými postupy pro rozklad ložiska neodstraní voda, přítomná v tuhém palivu, což vede k tomu, že výhřevnost plynu vyrobeného podzemním zplyňováním se příslušně sníží.

Podnětem k vynálezu byl úkol, vytvořit způsob podzemního zplyňování tekutých paliv, při němž je možno získávat těkavé složky obsažené v tuhém palivu a který skýtá plyn vysoké výhřevnosti. Kromě toho se má vynálezem zlepšit ovladatelnost a hospodárnost podzemního zplyňování.

Vynález řeší tento úkol způsobem podzemního zplyňování uhlí, který se vyznačuje tím, že se palivo pod zemí rozloží působením plynu v nadkritickém stavu, přičemž se těkavé organické sloučeniny, obsažené v palivu, jakož i voda, rozpustí v nadkritickém plynu a z nasycené nadkritické plynné fáze se nad zemí snížením tlaku a/nebo změnou teploty vyloučí v ní rozpuštěné organické sloučeniny, jakož i rozpuštěná voda v alespoň dvou frakcích.

Z německého vykládacího spisu DAS č. 1493190 je sice znám způsob dělení směsí organických látek tím, že se na směsi působí nadkritickým plynem s následným vyloučením látek, rozpuštěných v nadkritické plynné fázi, snížením tlaku a/nebo zvýšením teploty; pro odborníky však nebylo nasnadě, použít nadkritických plynů při podzemním zplyňování tuhých paliv jako rozkladného média, poněvadž se nemohlo očekávat, že je možno zejména těkavé organické sloučeniny extrahovat pod zemí výhodným způsobem z tuhého paliva a nad zemí je opět získávat zpět.

Extrakcí těkavých složek se zabránilo tomu, aby tyto zalepovaly plynopropustné póry v palivu při zplyňovacím postupu a tak záporně ovlivňovaly propustnost paliva pro plyny. Kromě toho je výhodné, že nadkritický plyn pohltí převážnou část vody přítomné v palivu, čímž se výhřevnost plynu vyrobeného podzemním zplyňováním příslušně zvýší. Frakcionovaným dělením, jak je vynález předpokládá, plynných a kapalných organických sloučenin, vyextrahovaných z paliva, jakož i vody, je možno výhodně získat suroviny, zejména aromatické uhlovodíky. Vyloučení rozpuštěných látek je možno podle vynálezu dosáhnout pouhým snížením tlaku nebo pouhou změnou teploty (zvý-

šením nebo snížením teploty) nebo současným snížením tlaku a změnou teploty (zvýšením nebo snížením teploty).

Podle vynálezu je obzvláště výhodné, když plyn nacházející se v nadkritickém stavu má při svém vstupu do ložiska paliva teplotu o 10 až 100 °C vyšší, než je jeho kritická teplota, a tlak o 0,2 až 30 MPa vyšší, než je jeho kritický tlak. Těmito stavovými podmínkami je zajištěno, že plyn jednak zůstane i v ložisku paliva ve svém nadkritickém stavu, jednak se vpraví do ložiska paliva s hospodárně únosným vynaložením energie.

Dále vynález předpokládá, že teplota nadkritického plynu na extrakční cestě pod povrch země poklesne tak, že se plyn při svém výstupu z ložiska paliva má teplotu, která je o 5 až 15 °C vyšší, než je jeho kritická teplota. Tímto opatřením se dosáhne, že nadkritický plyn na své extrakční cestě průběžně pohlcuje větší množství extrahovaných sloučenin, poněvadž rozpouštěcí schopnost nadkritických plynů v teplotním rozmezí, které leží jen málo nad kritickou teplotou, vykazuje zpravidla optimální hodnotu a klesá se vzrůstající teplotou. Teplotním gradientem nadkritického plynu pod povrchem země, jak jej vynález předpokládá, se tedy zabrání, aby se extrahované látky předvýstupem nadkritické plynné fáze z ložiska paliva vyloučily a zalepily plynopropustné póry v palivu. Vynález též navrhuje, aby se vstupní teplota nadkritického plynu do ložiska paliva během rozkladu snížila o 2 až 50 °C. Tím se extrakční schopnost nadkritického plynu během rozkladu ložiska paliva průběžně zvyšuje, a ubývání extrakční rychlosti, způsobené úbytkem množství látek, které se mají extrahovat, během rozkladu, může být vyrovnáno zvyšováním rozpouštěcí schopnosti nadkritického plynu.

Tím, že se vstupní teplota nadkritického plynu do ložiska paliva během rozkladu snižuje a že teplota nadkritického plynu při výstupu z ložiska paliva je jen o málo vyšší, než je kritická teplota tohoto plynu, pohybuje se zóna, v níž má nadkritický plyn maximální extrakční účinek, výhodně opačným směrem vůči směru proudění nadkritického plynu. Způsob podle vynálezu je možno provádět s obzvláště dobrým výsledkem, když se k rozkladu paliva použije kysličníku uhličitého, poněvadž nadkritický kysličník uhličitý má jak pro vodu, tak i pro organické sloučeniny, obsažené v tuhém palivu, dostatečně dobrou rozpouštěcí schopnost a může být použit bez nákladných bezpečnostních opatření. Kromě toho má kysličník uhličitý kritický tlak $p_{krit.} = 7,39$ MPa a kritickou teplotu $T_{krit.} = 31$ °C, vzhledem k nimž se jeho použití k rozkladu podzemních uhelných ložisek pro podzemní zplyňování jeví ekonomicky účelné, zejména když v mnoha ložiscích paliva panuje teplota, která leží nad kritickou teplotou kysličníku uhličitého. Vynález rovněž předpokládá, že se k rozkladu paliva použije e-

thanu, ethenu, propanu nebo směsí těchto plynů. Při použití tohoto opatření podle vynálezu je ovšem třeba dbát, aby se zamezilo veškerému riziku z hlediska bezpečnosti.

V dalším popisu je předmět vynálezu popsán zevrubněji s odkazem na připojený výkres. Pro podzemní zplyňování jsou vhodná zejména uhelná ložiska, pro něž se hornický způsob těžby uhlí nejvíce rentabilní a která neobsahují zejména vodovodné vrstvy. Způsob podle vynálezu je však možno využít i u ložisek živičných břidlic a ropných písků, když to biologické poměry umožňují. Předpokladem použitelnosti způsobu podle vynálezu je totiž hutné ložisko, z něhož je možno obohacenou nadkritickou plynnou fází získat zpět téměř úplně.

Do takového uhelného ložiska **1** se vrtají dvě svislé vrtné díry **2a**, **2b**. Vrtanou dírou **2a** se do uhelného ložiska **1** zavádí nadkritický kysličník uhličitý, sloužící pro rozklad uhelného ložiska **1**. Místo nadkritického kysličníku uhličitého je možno použít i nadkritického propanu, ethanu, nebo směsí těchto plynných uhlovodíků, přičemž ovšem musí být zaručeno, že použitím těchto plynů nevznikne žádné bezpečnostní riziko. Nadkritický kysličník uhličitý má při svém vstupu do ložiska paliva teplotu přibližně 60 °C a tlak přibližně 30 MPa. Nadkritický kysličník uhličitý difunduje uhelným ložiskem a obohacuje se přitom těkavými organickými sloučeninami, jakož i vodou.

Hmotnostní obsah vody v uhlí je průměrně 1 % a tato voda je zpravidla zachycena nadkritickou plynnou fází, poněvadž se tato obohacuje vodou až do nasycení. Voda z vrstev paliva, které obsahují nebo vedou značné množství vody, se jen zčásti extrahuje nadkritickou plynnou fází.

Čím více pokračuje rozklad uhelného ložiska, tím více difúzních kanálů se vytváří, takže se dosáhne vysoké propustnosti uhelného ložiska pro plyny. Obohacená nadkritická plynná fáze opouští ložisko vrtanou dírou **2b** a rozdělí se ve své složky. Poměr množství nadkritického plynu k množství rozloženého uhlí je v rozmezí od 1 : 3 do 1 : 10.

Pro dělení obohacené nadkritické plynné fáze postupuje tato po sobě pěti frakcionačními stanicemi **5a**, **5b**, **5c**, **5d** a **5e**. V těchto frakcionačních stanicích se z nadkritického kysličníku uhličitého známým způsobem snížením tlaku a/nebo změnou teploty vyloučí rozpuštěné organické sloučeniny podle své molekulové hmotnosti, jakož i rozpuštěná voda. Regenerované rozkladné médium **6** se v čerpadle **7** stlačí na nadkritický tlak, potřebný k rozkladu paliva, a ve výměníku **8** se ohřeje na potřebnou nadkritickou teplotu. V nadkritickém stavu se pak zavádí do vrtné díry **2a**. Poněvadž během rozkladu dojde ke ztrátě určitého množství rozkladného média, přivádí se do okruhu ze zásobníku **9** trvale no-

vý plyn — v tomto případě kyslíčník, uhlí-
čitý.

Při laboratorních zkouškách bylo zjiště-
no, že nadkritická plynná fáze, která se
stává z uhlovodíků, pojme až 50 % hmot-
nostních extrahovaného uhlí. Extrakt, zís-
kaný zpět z nadkritické plynné fáze, sestá-
vá z nízkovroucích, středněvroucích a vy-
sokovroucích organických sloučenin, a z

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob podzemního zplyňování tuhých
paliv, při němž se palivo nacházející se
pod zemským povrchem, nejprve rozloží a
pak se přemění chemickou reakcí se zply-
ňovacím médiem na plynné palivo, vyzna-
čující se tím, že se palivo pod zemí rozlo-
ží působením plynu v nadkritickém stavu,
přičemž se těkavé organické sloučeniny, ob-
sažené v palivu, jakož i voda rozpustí v nad-
kritickém plynu a z nasycené nadkritické
plynné fáze se nad zemí snížením tlaku a/
nebo sníženou teplotou vyloučí v ní rozpús-
tění organické sloučeniny, jakož i rozpús-
tění vody alespoň dvou frakcích.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že plyn nacházející se v nadkritickém
stavu má při svém vstupu do ložiska paliva
teplotu vyšší o 10 až 100 °C než je jeho kri-
tická teplota a tlak vyšší o 0,2 až 30 MPa,
než je jeho kritický stav.

1. list výkresů

1. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že plyn nacházející se v nadkritickém
stavu má při svém vstupu do ložiska paliva
teplotu vyšší o 10 až 100 °C než je jeho kri-
tická teplota a tlak vyšší o 0,2 až 30 MPa,
než je jeho kritický stav.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se
tím, že plyn nacházející se v nadkritickém
stavu má při svém vstupu do ložiska paliva
teplotu vyšší o 10 až 100 °C než je jeho kri-
tická teplota a tlak vyšší o 0,2 až 30 MPa,
než je jeho kritický stav.

malého množství vody. Hydrogenací ekstrak-
tu se získají tyto produkty:

parafiny	15 %
cykloparafiny	34 %
alkylbenzeny	34 %
vyšší aromatické uhlovodíky	10 %
zbytek	7 %

