



ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

177214

Bejelentés napja: 1977. X. 4.

(HA—1048)

Nemzetközi osztályozás:

C 21 B 13/00

Közzététel napja: 1981. II. 28.

Megjelent: 1982. X. 31.

Feltaláló:

ifj. Stephens Frank Moe mérnök,
Lakewood, Colorado,
Amerikai Egyesült Államok

Szabadalmas:

Hazen Research Inc., Golden,
Colorado
Amerikai Egyesült Államok

Eljárás acél gyártására

1

A találmány vasfémek pirometallurgiájára, közelebbről megjelölve acél gyártására szolgáló eljárásra vonatkozik.

A jó minőségű vasércnek mennyiségének a csökkenése és bizonyos gazdaságossági tényezők miatt gyenge minőségű vasércnek acélgyártásra való felhasználása egyre szükségesebbé válik, így nagyon fontos a költségek csökkentése acélnak vasércből történő előállításánál. Az erőfeszítések elsősorban a nagy hőfogyasztó nagyolvasztók használatának a kiküszöbölésére irányulnak.

A 2,780.537 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban eljárást ismertetnek vasoxidnak vaskarbidokká történő alakítására fluidágyat alkalmazó eljárásban, amelynek során szénmonoxidot használnak elsősorban redukáló és karburáló gázként. A redukáló gáz nem tartalmazhat 50 tf %-nál több hidrogént a szénmonoxid-tartalomra vonatkoztatva. Korábban már javasolták hidrogénnek, mint redukáló gáznak a használatát kis vastartalmú vasoxidok fluidágyban való redukálására. A vaskarbid-termék ezután „fémvas” készítésére használható olyan „vasgyártó kemencében”, amely a vas vagy az acél olvadáspontja alatti hőmérsékleten működik. Azt is ajánlották már, hogy fémvasat alakítsanak át vaskarbiddá vasoxidnak vaskarbiddá való redukálása helyett.

Fluidággal dolgozó eljárásokat is javasoltak vasoxidoknak fémvassá történő közvetlen redukálására, amelyet nyomban vaskarbiddá lehet alakítani. Ezeknek a közvetlen redukációs módszereknek az a hátránya, hogy a termék

2

bizonyos esetekben piroforos, brikettezésre van szükség és egyes esetekben a ragasztás sem hagyható el, így tehát nehézségek jelentkeznek a fluidágy használatánál.

5 A találmány tárgya eljárás acélnak vasoxidból történő előállítására, amely abban áll, hogy

a) a vasoxidot karburáljuk vaskarbiddá alakítás végett és

10

b) a keletkező vaskarbidot acéllá redukáljuk.

15 A találmány szerinti eljárás lehetővé teszi azt, hogy acélt állítsunk elő vasoxidból nagyolvasztók alkalmazása nélkül.

20 Az eljárásnál általában szemcsés vasoxidok vagy koncentrátumok részesülnek előnyben. Vasoxid vaskarbiddá történő alakítását vassá való redukción keresztül általában 705 C alatti hőmérsékleten, előnyösen 480 C -tól 650 C -ig terjedő hőmérséklettartományban vitelezzük ki. Redukált vasnak karbiddá való karburálását úgy végezzük, hogy megfelelő mennyiségű szenet hagyunk a vaskarbid-termékben avégett, hogy elegendő hőmennyiséget szolgáltatson egy oxigénaláfűvósos kemencében a folyamat összhőellátásának a biztosítására. A CO/CO₂ arányt és a hidrogénnek a gázok vízgőzéhez való arányát olyan szinten tartjuk, amely nem elegendő ahhoz, hogy a vaskarbid oxidációja végbemenjen.

30 Az acélgyártás lépcsőjéből távozó gázok, amelyek kö-

rülbelül 90° -át szénmonoxid teszi ki, visszakeringtethetők a redukáló gáz részeként a fluidágyba a redukáló és karburáló lépésbe. Anyagegyensúlyi számítások azt mutatják, hogy a távozó gázok széntartalma elegendő ahhoz, hogy a redukáló és karburáló lépésben szükséges összes szénmennyiséget szolgáltatssa. Ennek megfelelően, ha a karburálást és az acéllá történő ezt követő redukálást folyamatos üzemben végezzük, akkor azzal a fenntartással, hogy az üzemi veszteség csekély, a karburáláshoz szükséges összes szenet biztosíthatjuk az acélláalakítás redukációs lépéséből távozó gázok folyamatos keringtetése útján. Ez szükségtelenné teszi azt, hogy szenet vigyünk be a karburáló lépésbe, kivéve a szokásos műveleteknél jelentkező csekély veszteség pótlására szükséges mennyiséget. Ez azt eredményezi, hogy a vaskarbiddá alakításra bevitt eredeti szénmennyiséget ismételtelen felhasználhatjuk oly módon, hogy azt az acélgártási lépésből kinyerjük és újra felhasználhatjuk karbid előállítására. Abban az esetben, ha a karburáló és az ezt követő redukáló lépéseket más lépésekkel együtt végezzük, akkor további hőmennyiség bevitelére nincs szükség, mivel a karburálásnál kapott termék olyan hőmérsékletű, hogy nem kell további hőt bevinni a következő redukációs lépésbe. Abban az esetben, ha a két lépést külön-külön vitelezzük ki, a redukációból származó forró hulladékgázokat a vaskarbid előmelegítésére használhatjuk vagy más módon vihetünk be hőt, amennyiben szükséges, azért, hogy az acélgártási folyamat önhőellátását biztosítsuk.

Az előállított vaskarbidot előnyösen közvetlenül egy oxigénaláfúvásos vagy elektromos kemencébe tápláljuk be, folyósító szerekkel, ötvöző anyagokkal vagy más hagyományos adalékokkal együtt azért, hogy nagyolvasztó nélkül közvetlenül állítsunk elő acélt. A beadagolt elegyhez különböző utakon szállíthatunk hőt avégett, hogy a folyamat önhőellátását biztosítsuk. A szükséges hőt közvetlen fűtőanyag, így szén, bevitelével vagy oly módon biztosítjuk, hogy elegendő szabad vagy kombinált szenet állítunk elő a karbidban vagy más módon szolgáltatunk hőt. A távozó gázból származó hőt használhatjuk a beadagolt elegy hőszükségletének a biztosítására, de erre a célra a távozó gáz egy részének elégetésekor felszabaduló hőt is használhatjuk. Ez utóbbi esetben a fűtőgáz CO/CO_2 arányát olyan érték alatt kell tartani, amelynél a vaskarbid a szükséges előmelegítési hőmérsékleten elbomlik.

Oxigénaláfúvásos és elektromos kemencékkel dolgozó eljárások jól ismertek az acélgártásban. Az oxigénaláfúvásos eljárás vagy oxigénaláfúvásos kemencét alkalmazó eljárás nagy mértékben különbözik a Bessemer- és a lángkemencét alkalmazó eljárásoktól, ahol a szén és bizonyos szennyezések (kén, foszfor és hasonlók) a beadagolt elegyen levegő hatására nem, csak oxigén hatására oxidálódnak. Az oxigént a kemencében lévő vasba oly módon viszszük be, hogy belövelljük a megolvasztott vasba vagy az oxigént a vasolvadék felülete alá vezetjük.

A találmány szerinti eljárással előállított vaskarbid Fe_3C és Fe_2C képletű karbidok elegye, amelyben az Fe_3C van túlsúlyban.

A találmány szerinti eljárást példaképpen leírjuk, ennek során a csatolt rajzra hivatkozunk, amely az eljárás folyamatábrája.

A fluidágyegység hagyományos típusú lehet, amelyben a

finomeloszlású betáplált anyagot rostélyon vagy más perforált hordozón fluidizáljuk felfelé áramló gázzal, amely a reagáló gázokat tartalmazhatja vagy teljesen ilyen gázokból állhat. A kiegészítő berendezés szokásosan fűtő-, hőmérés- és szabályozó- és ellenőrzőegységet, hőcserélőket, gázmosókat, ciklonokat, gázkeringtető eszközöket és más hagyományos készülékeket foglal magában.

A leírásban használt „hidrogénhordozó gáz” megjelölés magára a hidrogénre, a „széntartalmú anyag” megjelölés pedig magára a szénre vonatkozik.

Az eljárás során vasérc-koncentrátumot táplálunk be a fluidágy-egységbe és ott azt karburáljuk. A karburálást gondosan kell szabályozni annak érdekében, hogy megfelelő terméket szolgáltatassunk az oxigénaláfúvásos kemencében (BOF) vagy az elektromos kemencében történő felhasználásra. Vaskarbidnak ilyen kemencében való használata nagyon kedvező, mivel ez nem piroforos és az időjárás viszontagságainak ellenáll, így lehetővé válik ennek nagy távolságokra való szállítása és elfogadható ideig való tárolása.

A vasoxidot először vassá redukáljuk a fluidágyban és utána a vasat vaskarbiddá alakítjuk folyamatos eljárásban, mimellett a redukáló és karburáló gázokat együtt használjuk. A dugulás megelőzésére, amelyet a fémvas átmeneti jelenléte okoz, a hőmérsékletet előnyösen minden időben 705°C alatt, elsősorban pedig 480°C és 650°C között tartjuk.

Redukáló gázként előnyösen hidrogént használunk, bár szénmonoxid vagy szénhidrogén-gázok vagy hidrogénnek CO -val és szénhidrogén-gázokkal alkotott elegyei is alkalmazhatók. A folyamatára hidrogén és szénmonoxid használatát mutatja víz keletkezése közben. Hidrogén előnyben részesül, mint redukáló gáz, mivel a képződő víz könnyen kinyerhető a távozó gázból. Így lehetővé válik a gáz visszakeringtetése anélkül, hogy nagyon bonyolult és költséges rendszerre lenne szükség a szén oxidációs termékeinek a kinyerésére, amelyek akkor keletkeznek, amikor széntartalmú gázokat használunk.

Az előnyös karburáló gáz a propán, bár más gázalakú szénhidrogén vagy szénmonoxid, de szilárd szén is használható. Ezek közül a rövidszénláncú alkilszénhidrogének részesülnek előnyben. Egyébként minden olyan széntartalmú anyag használható, amely szenet szolgáltat a vaskarbid előállításához.

A hidrogén és a széntartalmú anyagok arányának az egyensúlyban tartására a hidrogén, illetve a szén mennyiségét kisebbre vehetjük a redukáló, illetve karburáló hatás csökkentése érdekében. Ezt könnyen elérhetjük oly módon, hogy a hidrogénhordozó gázokat feleslegben tartjuk a széntartalmú gázok mennyiségéhez képest.

A hidrogén-szén-oxigén-gáz-rendszerben uralkodó egyensúly miatt a megfelelő hidrogén-szén arányok megkivánják, hogy metán legyen jelen a gáz-rendszerben. A jelenlévő metán mennyisége a szén és a hidrogén arányától, valamint a hőmérsékleti és nyomásviszonyoktól függ.

A fent leírt redukáló és karburáló folyamat alkalmazásánál egy fluidágy-egységben kapott kísérleti eredményeket a következő táblázatban adjuk meg.

Táblázat
Fe₃C előállítási példák

Teszt-száma FB-	Érc-típus	Szemcse-méret mesh	Ada-go-lási se-besség g/perc	Gázadagolás			Hőm. C	Távozó gáz-analízis*					Termék C % a	Megjegyzés
				H ₂	C ₃ H ₈	N		H ₂ %	N ₂ %	CH ₄ %	CO %	CO ₂ %		
30	Hematit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	631	77,0	0,5	6,3	8,9	2,0	4,35	vörös színű a re- aktorban 5,02% C
36	Hematit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	632	72,0	—	5,2	13,2	2,9	5,02	szép tiszta Fe ₃ C termék
37B	Hematit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	548	72,1	—	6,5	7,8	3,4	8,96	szép Fe ₃ C feles C-vel telítve
38B	Hematit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	582	72,6	—	6,4	10,6	4,0	4,94	szép Fe ₃ C
39B	Hematit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	599	69,3	—	7,9	12,2	4,4	4,67	szép Fe ₃ C
40	Hematit	-20 +100	2,7	2,5	1,0	0,5	600	62,5	—	6,7	16,1	6,7	4,77	szép Fe ₃ C
41B	Magnetit	-20 +100	0	2,5	1,0	0,5	594	67,5	—	6,0	11,6	3,9	4,69	szép Fe ₃ C
41C	Magnetit	-325	3,8	2,5	1,0	0,5	610	58,3	—	6,1	21,4	6,8	5,42	szép Fe ₃ C

* A gázellensúly a vízgőz

A termék széntartalma a betáplált anyagban lévő vas-oxid mennyisége szerint változik. Kisebbszámú vastartalmú gyengébb minőségű ércet magától értetődően kisebb széntartalmú termékeket szolgáltatnak.

A hidrogén térfogata a hidrogén-szénmonoxid redukáló és karburáló elegyenben előnyösen a jelenlévő szénmonoxid 60 tf %-a felett van.

A táblázatban feltüntetett eredmények azt mutatják, hogy tiszta vaskarbid keletkezik, amely nagyon alkalmas az oxigénaláfűvő vagy az elektromos kemencében történő felhasználásra. Röntgen-sugar-diffrakciós analízis azt mutatja, hogy a szén vaskarbidként van jelen és nincs jelen szabad szén vagy fémvas. A termék nem piroforos. Szimulált időjárás-hatásvizsgálatok azt mutatják, hogy a termék stabilis vízgőzt tartalmazó oxidáló légkörben egészen 250 C -ig terjedő hőmérsékleten.

Az eredmények azt is mutatják, hogy a karburálás nagyon hatásos vaskarbidnak közvetlenül vasoxidokból körülbelül 545—633 C -os hőmérséklettartományban történő előállításakor abban az esetben, ha a hidrogén/vízgőz arányt 5:1—8:1, a CO/CO₂-arányt pedig 1:1—5:1 értéken tartjuk. Hatásos karburálást végezhetünk 480 C -tól 650 C -ig terjedő hőmérséklettartományban akkor, ha a hidrogén/vízgőz arányt körülbelül 2,5:1—8:1, a CO/CO₂-arányt pedig körülbelül 1:1—4:1 értékben tartjuk. Ilyen körülmények között 1—70 tf % metánnak kell jelen lennie a gáz-rendszerekben, amelyek előírt mennyiségű hidrogént, vízgőzt, CO-t és CO₂-t tartalmaznak. Ezen a tartományon kívül nem állítható elő vaskarbid.

Az oxigénaláfűvő kemencét alkalmazó eljárás sajátossága miatt különleges körülmények betartására van szükség annak érdekében, hogy a vaskarbidot acéllá alakítsuk más ilyen kemencékben végzett acélgéztartó folyamatokkal összehasonlítva.

Abban az esetben, ha a karburálást és az acélelőállítást közvetlenül összekapcsoljuk oly módon, hogy a vaskarbid körülbelül 590—650 C -os emelt hőmérsékleten jön ki a fluidágyegységből és ha ezt ezen a hőmérsékleten közvetlenül bevisszük az oxigénaláfűvő kemencébe, akkor hőkalkulációs számítások szerint nincs szükség hő bevitelére, az eljárás tehát folyamatos és önhőellátó.

A távozó gázokat közvetlenül fluidágy-egységbe vihetjük, ha a karburálást és az acélelőállítást időben közvetlenül összekapcsoljuk. A fluidágy-egységben a vasoxidoknak vaskarbiddá való alakításakor használt összes szén CO-ként visszanyerjük a kemencében és visszakeringtetjük a fluidágy-egységbe annak érdekében, hogy ismét felhasználjuk vaskarbid előállítására.

Abban az esetben, ha szállítási vagy tárolási célokra a karbidot lehűtjük az acélgéztartás előtt, akkor a terméket újból fel kell melegíteni oly módon, hogy hőt közlünk vele vagy a redukációs lépésben külön fűtőanyagot adunk hozzá.

Hőegyensúlyi számítások azt mutatják, hogy környezeti hőmérsékleten a vaskarbid nem tartalmaz elegendő fűtőértéket ahhoz, hogy a reakció oxigénaláfűvő kemencében önhőellátó legyen.

A reakció önfenntartásához szükséges pótlólagos hő számos módon vihetjük be a folyamatba. Az oxigénaláfűvő kemencéből származó gáz körülbelül 90% szénmonoxidot tartalmaz, amely lényeges hőmennyiség. Ezt a hő forrásokat útján vagy más módon adhatjuk át a bejövő vaskarbidnak. A távozó gázok egy részének az elégetésével elegendő hő kaphatunk ahhoz, hogy emeljük a távozó gázban lévő hőmennyiséget, így a bejövő vaskarbid előmelegítését elvégezhetjük és a folyamatot önhőellátóvá tehetjük. Bizonyos körülmények között távozó gázokban lévő hőmennyiség önmagában is elegendő. Az előmelegítéshez szükséges hőmennyiséget teljes egészében a távozó gázok elégetéséből is kaphatjuk. Az előnyös előmelegítési hőmérséklettartomány körülbelül 700 C -tól 1095 C -ig terjed.

Vaskarbiddal gázalakú közegben, amelyet a távozó gázok részbeni elégetésekor kapott égéstermékek szolgáltatnak, végzett kísérletek azt mutatják, hogy a vaskarbid nem csak stabilis ilyen körülmények között, hanem a széntartalom 5,9%-ról 7,1%-ra meg is növekszik annak köszönhetően, hogy a rendszerint túlsúlyban lévő Fe₃C egy része Fe₂C-vé alakul. Ennek az eredménynek a növelése érdekében a CO/CO₂-arányt a fűtőgázban 1:1 és 2:1 érték között kell tartanunk akkor, ha 480—705 C előmelegítési hőmérsékleteket akarunk megvalósítani.

Az eljárás önhőellátóvá tétele érdekében a beviendő hő

egészen vagy részben úgy biztosítjuk, hogy az Fe_3C -t külső hőforrásból származó hővel közvetlenül fűtjük. Megfelelő mennyiségű szenet kell hozzáadni a vaskarbidhoz azért, hogy elégekor a kívánt pótlólagos hőmennyiséget szolgáltatassuk. A hozzáadott szén mennyisége a bevitt vaskarbid körülbelül 3–5 súly %-a lehet. A szenet közvetlenül bevihetjük a vaskarbid előmelegítésekor olyan széntartalmú gázokban is, amelyeknek a CO/CO_2 aránya 1:1-nél nagyobb.

Hőt adagolhatunk oly módon is, hogy az oxigénbázisú kemencéből távozó gázokat reagáltatjuk a bejövő vaskarbiddal. A vaskarbid számára szükséges széntartalmat annak érdekében, hogy a kívánt hőt égés útján biztosítsuk, a karburálás folyamán is adagolhatjuk. Ezt olyan módon végezzük, hogy a reagáló gázelegyenben a fluidágyban jelenlévő széntartalmú anyag mennyiségét beállítjuk avégett, hogy elegendő Fe_3C képződjék a termékben. A folyamatábrán látható, hogy forró vasforgácsot adhatunk az oxigénbázisú kemencébe betáplált anyaghoz.

Az acéllá történő redukciót olvasztott nyersvas bevitelével végezhetjük. Ez lehetővé teszi azt, hogy vaskarbidot adagoljunk a reakció lehűtésére, így például háromszor annyi vaskarbidot használunk, mint nyersvasat. Erre a célra a vaskarbid-nyersvas-mennyiség körülbelül 60 súly %-át adagolhatjuk. Ennek előnye az, hogy a meglévő nyersvasolvasztó kemencék a találmány szerinti eljárással összekapcsolva üzemeltethetők.

Valamennyi ismertetett változat egyedül vagy kombinálva alkalmazható a vaskarbid számára szükséges hőmennyiség szolgáltatására, így az oxigénbázisú eljárást önállóan lehet tenni.

Abban az esetben, ha az acélglyártást elektromos kemencében végezzük, minden további szükséges hőmennyiséget bevihetünk a kemencébe elektromos energia alakjában.

A karburáló lépés lehetővé teszi nem mágneses ércben lévő kis mennyiségű vasnak a meddőtől való elválasztását. Mivel a nem-mágneses ércből előállított vaskarbid mágneses lesz, csupán arra van szükség, hogy valamely nem-mágneses ércet, így oxidált takonitokat, karburáljunk annak érdekében, hogy a benne lévő vasoxidot vaskarbiddá alakítsuk, majd a kezelt ércet mágneses elválasztásnak vessük alá és a keletkező mágneses vaskarbidot elkülönítsük a meddőtől. Az elkülönített vaskarbidot ezután acéllá redukáljuk.

A találmány szerinti eljárás lehetővé teszi azt, hogy kiküszöböljük a költséges nagyolvasztó használatát acélnek vasércből való előállításánál. Abban az esetben, ha a karburálást és az acéllá történő redukálást egymást követően végezzük anélkül, hogy megszakítanánk a folyamatot, akkor nincs szükség hő bevitelére az acéllá való redukáláshoz, és a redukcióból származó szénmonoxidot felhasználhatjuk az oxidból képződött vas karburálásához szükséges szén szolgáltatására, így a szén folyamatosan újra alkalmazható. A karburálásnál víz keletkezik, így egyszerűvé válik a melléktermékként képződő széntartalmú gázok ki-nyerése. Ez elég nagy $\text{Fe}_3\text{C}/\text{Fe}_3\text{C}$ arányoknál végezhető, így elegendő széntartalmat biztosíthatunk ahhoz, hogy az oxigénaláfűvós kemencét alkalmazó eljárás önállóan megvalósuljon.

A karbidnak acéllá történő redukciója olyan hőforrás, amely ezt a lépést önállóan teszi anélkül, hogy külön anyagokat alkalmaznánk, így a távozó gázok hőtartalmát felhasználhatjuk, vagy a kemencéből származó gázokban lévő CO -t égethetjük el a szükséges hőmennyiség biztosítá-

sára, vagy a távozó gázokban lévő CO -t reagáltathatjuk a karburálásnál keletkező vaskarbiddal annak érdekében, hogy növeljük az $\text{Fe}_3\text{C}/\text{Fe}_3\text{C}$ -arányt a betáplált anyagban. Ekkor már elég szén áll rendelkezésre ahhoz, hogy égetés útján biztosítsuk azt a hőmennyiséget, amely szükséges ahhoz, hogy az acéllá történő redukciót önállóan végezzük. Abban az esetben, ha nyersvasat adunk a töltethez, akkor nagy mennyiségű vaskarbidot adagolhatunk hűtés céljára. Az egész eljárást úgy vitelezhetjük ki, hogy az gyakorlatilag szennyezésmentes, a lehető legnagyobb átalakulást érjük el és a főtermék mellett keletkező termékeket újra felhasználhatjuk. Ezen túlmenően a szállítási költségek nagymértvű csökkentését érhetjük el azzal, hogy a karbidot a bánya közelében állítjuk elő és ezután továbbítjuk az acélglyártó kemencébe, mivel az első lépésben előállított vaskarbid nagyobb százalékban tartalmaz használható anyagot, mint a kiindulási oxid.

A vaskarbid előnyösen körülbelül 590–705 °C-os akkor, amikor az eljárás karburáló lépéséből távozik.

A fluidágyban a hidrogénnek a vízhez való arányát körülbelül 2,5:1–8:1 értéken, a CO/CO_2 arányt körülbelül 1:1–4:1 értéken, és a CO/CO_2 , valamint a hidrogén arányokat lényegében a metánnal egyensúlyban tarthatjuk.

A hidrogén térfogata előnyösen meghaladja a széntartalmú gáz térfogatát a fluidágyban.

Abban az esetben, ha nyersvasat adunk a kemencében lévő vaskarbidhoz, akkor az körülbelül a karbid 40 súly %-a lehet és magát a vaskarbidot a kemencében lévő vaskarbid-nyersvaskeverék legfeljebb 60 súly %-ig terjedő mennyiségben adagolhatjuk.

Abban az esetben, ha a vasoxidokat hidrogénhordozó gáz és széntartalmú anyag elegyének a felhasználásával alakítjuk vaskarbiddá fluidágyban, akkor a hidrogén előnyösen a szénmonoxid 60 tf %-át meghaladó mennyiségben van jelen a fluidágyban.

Szabadalmi igénypontok

1. Eljárás acél gyártására vasoxidból, azzal jellemezve, hogy a vasoxidot karburáljuk vaskarbiddá alakítás végett és a keletkező vaskarbidot acéllá redukáljuk.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a redukciót oxigénaláfűvós kemencében végezzük.

3. A 2. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a redukciót a vaskarbidban lévő szénnek szénmonoxiddá való oxidálásával végezzük és a felszabadult hőmennyiséget az oxigénaláfűvós kemencében felhasználjuk.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy az oxidot vassá redukáljuk és a keletkezett vasat vaskarbiddá karburáljuk egy lépésben fluidágyban hidrogénhordozó gáz és széntartalmú anyag felhasználásával.

5. A megelőző igénypontok bármelyike szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a redukcióból származó gázt az oxid fluidizálása és karburálása végett a karburáláshoz visszakeringtetjük.

6. A 2–5. igénypontok bármelyike szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a karburálásnál kapott vaskarbidnak a redukció előtti hőveszteségét úgy pótoljuk, hogy egy előmelegítő lépésben hőt közlünk a karbiddal annak érdekében, hogy a reakciót önállóan végezzük az oxigénaláfűvós kemencében.

7. A 6. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy az előmelegítéshez szükséges hőmennyiség biztosítására a távozó gázok legalább egy részét reagáltatjuk a karburálásnál kapott vaskarbid Fe_3C előállításáig végett.

8. Az 1—7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy az oxidot egy lépésben fluidágyban olyan hidrogént és szenet tartalmazó anyag elegyével redukáljuk és karburáljuk, amely szenet szolgáltat a vaskarbid előállításához és az elegy hidrogéntartalma a jelenlévő szénmonoxid-tartalom 60 $\text{tf } \%$ -a felett van.

9. A 8. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a hidrogénnek a képződött vízhez való arányát a fluidágyban 2,5:1—8:1 értéken, a CO/CO_2 arányt 1:1—4:1 értéken, míg a CO/CO_2 és hidrogén/ H_2O arányokat lényegében metánnal egyensúlyban tartjuk.

10. Az 1—9. igénypontok bármelyike szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a nitridnek acéllá való redukcióját valamely oxigénaláfűvós kemencében oly módon végezzük, hogy nyersvasat adunk a kemencében lévő vaskarbidhoz és a kemencében lévő vaskarbid hőmérsékletét vaskarbid adagolásával szabályozzuk.

1 rajz (1 ábra)

