



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 158304

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 158 304

(44) 05.01.83

3(51) H 05 B 7/07

(21) WP H 05 B / 226 802 8

(22) 02.01.81

(71) VEB Chemische Werke Buna, Schkopau, DD

(72) Singer, Walter, Dr. Dipl.-Ing.; Dietrich, Klaus, Dipl.-Chem.; Herold, Albina, Dipl.-Chem., DD

(73) siehe (72)

(74) Werner Kunze, Kombinat VEB Chemische Werke Buna, 4212 Schkopau

(54) Hohlelektrode für Elektroöfen

(57) Die Erfindung betrifft eine zum kontinuierlichen Betrieb geeignete Hohlelektrode für Elektroöfen mit selbstbrennenden Elektroden, z.B. für Elektroreduktionsöfen zur Herstellung von Calciumcarbid. Das Ziel der Erfindung besteht in der Gestaltung einer kontinuierlich arbeitenden Hohlelektrode, deren Verlängerung entsprechend dem Nachsenken der Elektrodensäule ohne Unterbrechung des Förderprozesses von Material erfolgt. Erfindungsgemäß wird das Ziel erreicht durch eine Kombination von zwei ineinander steckenden Rohren, wobei das innere Rohr an einem geometrisch feststehenden Punkt oberhalb der Oberkante der Elektrodensäule befestigt und mit einer an sich bekannten Fördereinrichtung versehen ist, konzentrisch in einem zweiten vorzugsweise aus Kohlenstoff bestehenden Rohr angeordnet ist, das im Innern der Elektrodensäule in der Elektrodenmasse fest eingebettet bis zur Elektrodenspitze verläuft. Das Beschickungsmaterial wird über ein mit einem Verschlußmechanismus versehenes Kupplungsstück in das innere Rohr, welches vornehmlich aus Halbschalen mit zick-zackförmigen Verzahnungen an den Stirnseiten sowie einem die beiden Halbschalen zusammenhaltenden Mechanismus besteht, und von diesem etwa in Höhe des Verfestigungsbereiches der Elektrode in das äußere Rohr bis zur Elektrodenspitze in den Reaktionsraum gefördert.

-1-

Titel der Erfindung

Hohlelektrode für Elektroöfen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Hohlelektrode für Elektroöfen mit selbstbrennenden Elektroden, z. B. für Elektroreduktionsöfen mit sogenannten Söderbergelektroden zur Herstellung von Calciumcarbid, die zum kontinuierlichen Betrieb geeignet ist. Ihre Anwendung ist besonders zweckmäßig für Elektroreduktionsöfen in geschlossener Bauart.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Hohlelektroden gehören zum allgemein bekannten Stand der Technik. Es gibt auch eine Vielzahl von Vorschlägen über die technisch-konstruktive Gestaltung von Einzelheiten für die Verlängerung der Hohlelektroden und deren Beschickung (z. B. DD-WP 98 419, 99 906, 113 978, 119 689). Bei vielen der bisher bekannt gewordenen Lösungsvorschlägen wird ausgesagt, daß mit ihrer Hilfe ein kontinuierlicher Betrieb möglich sei. Bei genauer Betrachtung trifft dies jedoch in fast allen Fällen nicht zu, da eine Unterbrechung des Betriebes während der Zeitdauer der Verlängerung der Hohlelektrode z. B. durch Anschweißen von entsprechenden Rohrstücken sowie des Aufsetzens und Anschweißens der Verlängerung des Elektrodenmantels unvermeidlich ist.

Lediglich die Erfindung im DD-WP 99 906 ermöglicht einen praktisch kontinuierlichen Betrieb der Hohlelektrode, indem diese durch eine besondere Vorrichtung ständig bewegt wird, um ein Anbacken der Elektrodenmasse an das Hohlelektrodenrohr zu verhindern und dadurch mit dem gleichen Rohr, ohne Verlängerung desselben, dauernd arbeiten zu können. Diese Arbeitsweise erfordert jedoch, daß das Hohlelektrodenrohr nur bis in den Crackbereich der Elektrode gelangt und der restliche Kanal im gebrannten Teil der Elektrode bis zur Elektrodenspitze ausreichend formbeständig bleibt, was in der Praxis nicht immer zutrifft. Außerdem ist für die ständige Bewegung des Rohres ein aufwendiger Mechanismus notwendig. Für die Verlängerung des Elektrodenmantels muß man geschlitzte Mantelschüsse einsetzen, deren Schlitze nach dem Aufsetzen und Anschweißen des Mantelschusses zugeschweißt werden müssen, was mit konstruktiven Problemen der Mantelgestaltung sowie zusätzlichen Aufwendungen verbunden ist. Infolge der ständigen Bewegung der Hohlelektrode ist für deren Verbindung mit dem Beschickungssystem

eine flexible Vorrichtung z. B. in Form von Teleskoprohren notwendig, deren gasdichte Gestaltung grundsätzliche Probleme aufwirft.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, daß Betreiben von selbstbrennenden Hohleelektroden kontinuierlich und ohne Unterbrechung des Förderprozesses von Material durch dieselbe unter Vermeidung der weiteren Nachteile der bekannten Lösungen zu gestalten und damit zu einer besseren Ofenfahrweise beizutragen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

- Die technische Aufgabe

Die technische Aufgabe liegt darin, eine solche technisch-konstruktive Lösung des Problems der in Übereinstimmung mit dem Nachsenken der Elektroden säule entsprechend dem Elektrodenverbrauch erforderlichen ständigen Verlängerung des Hohleelektrodenrohres zu finden, die ohne eine mit einer Unterbrechung des Materialflusses verbundene Abtrennung desselben möglich ist und ein quasi endloses Hohlelektrodenrohr zu erhalten, bei dem ein ununterbrochener Förderprozeß von Beschickungsmaterial möglich ist.

- Merkmale der Erfindung

Diese technische Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man die Hohleelektrode im Gegensatz zu den bisher bekannt gewordenen Gestaltungen, bei denen sie generell aus einem einzigen Rohr besteht, aus zwei getrennten, ineinander steckenden Rohren gestaltet. Dabei ist das äußere Rohr in der Elektroden säule fest angeordnet und bis auf ein relativ kurzes Stück am oberen Ende, etwa in Höhe der Oberkante des Elektrodenmantels, vollständig von der Elektrodenmasse eingeschlossen. Das

innere Rohr ist an einer von der Elektrodensäule mechanisch getrennten Haltevorrichtung oberhalb derselben, die mit der feststehenden Konstruktion des Elektroofens verbunden ist, befestigt. Die beiden Rohre sind in Richtung der Rohrachsen frei beweglich, wobei zwischen der Außenseite des inneren Rohres und der inneren Seite des äußeren Rohres eine so enge Passung hergestellt wird, daß eine ausreichende Abdichtung gegenüber dem Austritt von Ofengasen besteht. Das innere Rohr ist am oberen Ende vermittels einer Kupplung an eine an sich bekannte Fördervorrichtung für das Beschickungsmaterial aus feinkörnigem Koks oder Koks und gebranntem Kalk oder gebranntem Kalk und einem gasförmigen oder flüssigen Medium angeschlossen. Dieser Anschluß des inneren Hohlelektrodenrohres an die Fördervorrichtung für die Beschickung ist in einer solchen Höhe angeordnet, daß es möglich ist, nach einem entsprechend dem Elektrodenverbrauch vorgenommenen Senken der Elektrodensäule in regelmäßigen Zeitabständen ein Verlängerungsstück des Elektrodenmantels zum Zwecke des Anschweißens desselben aufzusetzen und nach einer kurzen Unterbrechung während des Aufsetzens der Elektrodenmantelverlängerung, den Anschluß an die Fördervorrichtung aufrechtzuerhalten.

Die Kupplung zwischen dem inneren Hohlelektrodenrohr und der Fördervorrichtung für die Beschickung besteht einerseits aus einem am inneren Rohr gasdicht befestigten Anschlußstück, das mit einer Verschlußvorrichtung, z. B. einem drehbaren Hahn und einem Gewinde- oder Bajonett-Anschluß versehen ist, und andererseits aus einem mit einer gleichen Verbindungs- und Verschlußvorrichtung versehenen Anschlußstück der Fördervorrichtung für die Beschickung, die miteinander gasdicht verbunden sind.

Während der relativ kurzen Zeit der Aufsetzung einer Elektrodenmantelverlängerung wird die Kupplung zwischen dem Anschlußstück am inneren Hohlelektrodenrohr und dem Anschlußstück an der Fördervorrichtung, in der Regel einem Rohr, getrennt, wobei vorher die in den Anschlußstücken befindlichen Verschlußvorrichtungen gasdicht geschlossen werden.

Um selbst solche kurzen Unterbrechungen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, am inneren Hohlelektrodenrohr zwei gesonderte Kupplungsstücke anzuordnen, von denen das eine am oberen Ende dieses Rohres und das andere in einem solchen senkrechten Abstand davon angebracht ist, der etwas größer ist als die Höhe eines Verlängerungsstückes für den Elektrodenmantel. Auf diese Weise ist es möglich, während des Vorganges des Aufsetzens der Elektrodenmantelverlängerung zunächst die Beschickung über das untere Kupplungsstück zu leiten, wobei der Verschluß im oberen Kupplungsstück geschlossen ist. Sobald die Mantelverlängerung soweit eingebracht wurde, daß sich ihr unterer Rand kurz über der unteren Zuleitung befindet, wird eine zweite Zuleitung an das obere Kupplungsstück befestigt und durch Öffnen des Verschlusses in demselben sowie Schließen des Verschlusses im unteren Kupplungsstück die Beschickung über das obere Kupplungsstück in das innere Hohlelektrodenrohr eingeleitet. Anschließend kann die Elektrodenmantelverlängerung angeschweißt werden. Nach entsprechendem Nachsenken der Elektroden säule wird dann vor dem Aufsetzen einer neuen Elektrodenmantelverlängerung die Zufuhr des Beschickungsmaterials wieder über das untere Kupplungsstück geleitet und die Anschlüsse entsprechend umgestellt.

Das aus einem metallischen Werkstoff, in der Regel aus Stahl, hergestellte innere Hohlelektrodenrohr weist eine solche Länge auf, daß es unter Berücksichtigung der für

den regelmäßigen Verlängerungsvorgang des Elektrodenmantels notwendigen freien Länge noch soweit in das äußere Hohlelektrodenrohr eintaucht, wie einerseits unter Beachtung einer entsprechenden Sicherheit zur Erzielung einer unbedingten Gasdichtigkeit, d. h. zur Vermeidung des Austretens von kohlenoxidhaltigen Ofengasen, notwendig und andererseits zur Erzielung einer ausreichenden mechanischen Stabilität des aus Einzelstücken zusammen gesetzten äußeren Rohres erforderlich ist. Insbesondere um letzteres zu gewährleisten, muß das innere Hohlelektrodenrohr bis in den Bereich der Verfestigung der Elektrodenmasse, d. h. bis in den Bereich zwischen den Stromkontaktplatten eintauchen. Zum Beispiel für einen Carbidofen mit 50 MW Wirkleistung ergibt sich damit bei einer Gesamthöhe der Elektrodensäule oberhalb der Strombackenunterkante von 10 m eine Länge des inneren Hohlelektrodenrohres von ca. 12 m.

Das äußere Hohlelektrodenrohr wird laufend entsprechend dem mit dem Elektrodenabbrand übereinstimmenden Nachsenken der Elektrodensäule aus Einzelelementen zusammengesetzt, die aus Halbschalen bestehen, um das innere Hohlelektrodenrohr gelegt und mit vornehmlich metallischen Klammern befestigt werden. Dabei sind die unteren und oberen Enden sowie die seitlichen Anschlußflächen dieser Halbschalen mit einem vorwiegend zick-zack-förmigen oder schwalbenschwanzförmigen Profil versehen, um eine gute gegenseitige Befestigung der einzelnen Halbschalen zu erzielen. Gegebenenfalls werden die Kontaktstellen dieser Halbschalen mit einem geeigneten Klebstoff versehen, bevor sie miteinander verbunden werden. Zur Erzielung einer besseren Festigkeit des so gebildeten äußeren Hohlelektrodenrohres werden die senkrechten Kontaktstellen der Halbschalen gegeneinander, z. B. jeweils um einen Winkel von 90° versetzt. Als Werkstoff

für das äußere Hohlelektrodenrohr wird vorzugsweise ein Kohlenstoffmaterial, wie gebrannte Kohlenstoff-Formstücke, verwendet, jedoch ist grundsätzlich auch ein anderes ausreichend temperaturbeständiges und festes Material einsetzbar. Entsprechend dem Prinzip der selbstbrennenden Elektroden ist dieses äußere Hohlelektrodenrohr im obersten Teil der Elektrodensäule zunächst in fester, stückiger Elektrodenmasse, dann im mittleren Teil der Elektrodensäule in geschmolzener, zähflüssiger und nach unten zunehmend niedriger viskos werdender Elektrodenmasse eingebettet, durchläuft dann im unteren Teil der Elektrodensäule den relativ kurzen Verfestigungsbereich und ist im untersten Teil der Elektrode ein unlösbarer Bestandteil der festen Elektrode. Im oberen und mittleren Teil bis in den Verfestigungsbereich der Elektrode erhält dieses äußere Hohlelektrodenrohr von dem metallischen inneren Hohlelektrodenrohr eine entsprechende zusätzliche Festigkeit und die notwendige geometrische Ausrichtung, während es im unteren Teil der Elektrode eine ausreichende eigene Standfestigkeit besitzt.

Die Werkstoffkombination Metall und Kohlenstoff, vornehmlich graphitierter Kohlenstoff, gewährleistet gute Gleiteigenschaften zwischen dem inneren und dem äußeren Hohlelektrodenrohr, so daß die durch die Reibung übertragenen Kräfte beim Nachsenken der Elektrodensäule und des damit fest verbundenen äußeren Rohres auf das innere Rohr relativ gering sind und daher die Haltevorrichtung desselben keinen höheren Beanspruchungen ausgesetzt ist.

Vermittels des beschriebenen erfindungsgemäßen Hohlelektrodensystems ist es möglich, alle praktisch in Frage kommenden Einsatzmaterialien oder Materialkombinationen in feinkörniger Form, wie Steinkohlenkoks, Braunkohlenhochtemperaturkoks oder andere Schwarzmateriale sowie Mischungen derselben mit Kalk oder Kalk für sich allein

oder auch Zusatzkomponenten, jeweils mit oder ohne Zusatz von gasförmigen Medien, wie Kohlenoxidhaltiges Ofengas oder Stickstoff und gegebenenfalls auch mit flüssigen Medien, wie hochsiedende Kohlenwasserstoffe sowie auch gasförmige oder flüssige Medien für sich allein von oben durch die Elektrodensäule in den Reaktionsraum des Carbidofens direkt einzubringen. Dabei wird das Beschickungsgut über das Kupplungsstück im obersten Teil des inneren Hohlelektrodenrohres in dasselbe eingetragen, strömt im Inneren desselben nach unten, tritt am Ende des inneren Rohres in das Innere des äußeren Rohres über, bewegt sich darin weiter nach unten bis an dessen Ende, das mit der Elektrodenspitze identisch ist und tritt dort in den Reaktionsraum des Carbidofens über.

Ausführungsbeispiel

Ein charakteristisches Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Hohlelektrodensystem ist in Fig. 1 dargestellt.

Die Elektrodensäule 1 einer selbstbrennenden Elektrode mit einem Durchmesser von 1,4 m und einer Gesamtlänge von 10,0 m, bestehend aus einem Elektrodenmantel aus Stahlblech und einer Füllung mit Elektrodenmasse, die sich im oberen Bereich in ungebranntem und im unteren Bereich, unterhalb der Strombacken 2 im gebrannten Zustand befindet, taucht ca. 1,2 m tief in die Reaktionsmischung 3 eines Elektroreduktionsofens zur Herstellung von Calciumcarbid. Längs der Achse dieser Elektrodensäule ist ein aus einem äußeren Rohr 4 und einem inneren Rohr 5 bestehendes Hohlelektrodensystem angeordnet. Das äußere Rohr hat einen äußeren Durchmesser von 120 mm und einen inneren Durchmesser von 61 mm. Das innere Rohr hat einen äußeren Durchmesser von 60 mm und einen inneren Durchmesser von 50 mm. Die Länge des äußeren Rohres 4

beträgt 10,5 m und liegt mit seinem oberen Ende ca. 0,5 m oberhalb der Oberkante des Elektrodenmantels. Das innere Rohr 5, dessen unteres Ende ca. 0,5 m oberhalb der Niveaulinie der Unterkante der Strombacken 2 liegt, ragt um ca. 3 m über die Oberkante des Elektrodenmantels und weist einschließlich der Füll- und Haltevorrichtung eine Gesamtlänge von 11,0 m auf. Es besteht aus Stahl. An seinem oberen Ende ist eine Vorrichtung 6 angebracht, welche zwei Aufgaben hat, nämlich einmal das innere Elektrodenrohr 5 an einer Haltevorrichtung 7, die im Gebäude fest verankert ist, zu befestigen und in einer unveränderten örtlichen Lage zu halten und zum anderen das Beschickungssystem für die Hohlelektrode vermittelt einer rasch lösbaren, gasdichten Kupplung 8 anzuschließen und im Falle einer Abtrennung desselben durch den eingebauten Verschlußmechanismus, einem Kugelhahn 9, einen gasdichten Abschluß der Hohlelektrode gegenüber der Atmosphäre herzustellen. Das äußere Hohleelektrodenrohr 4 wird in Übereinstimmung mit dem entsprechend dem jeweiligen Abstand der Elektrode notwendigen Nachsenken der Elektrodensäule laufend verlängert, indem man je 2 Halbschalen 13 von je 1 m Länge mit einem Innenradius von 30,5 mm und einem äußeren Radius von 60,0 mm aus gebranntem Kohlenstoff, wie sie in Fig. 2 detailliert dargestellt sind, von beiden Seiten an das innere Hohleelektrodenrohr 5 anlegt, wobei die zahnförmigen Elemente 14 in die entsprechenden Elemente des bereits eingebauten Rohres 16 eingerastet werden. Anschließend werden diese beiden Halbschalen vermittlels einer aus 2 Teilen bestehenden kreisförmigen Klammer 15 aus Bandstahl von 50 mm Breite und 2 mm Stärke miteinander und mit dem bereits installierten Teil des äußeren Rohres 16 befestigt. Im laufenden Betrieb wird das Beschickungsmaterial für die Hohlelektrode aus der Beschickungsvorrichtung über die Kupplung 8 und den Kugelhahn 9 der Vorrichtung 6 in das innere Rohr 5 gefördert, strömt durch dieses nach unten, tritt am Ende des inneren

Rohres 10 in das äußere Rohr 4 über und an der Elektrodenspitze 11 in den Reaktionsraum des Elektroreduktionsofens ein. Die zur Steuerung des Ofens notwendige ständige Veränderung der Stellung der Elektrodenspitze 11 im Reaktionsraum und die damit verbundene senkrechte Auf- und Abbewegung der Elektrodensäule, genauso wie das regelmäßige Nachsenken der Elektrode entsprechend dem Elektrodenabbrand, die mit einer analogen Bewegung des mit dieser fest verbundenen äußeren Hohlelektrodenrohres 4 einhergeht, hat eine Relativbewegung desselben zu dem durch die Art der Befestigung geometrisch feststehenden inneren Hohlelektrodenrohr 5 zur Folge. Die relativ enge Spaltbreite von 0,5 mm zwischen den beiden Rohren gewährleistet dabei eine ausreichende Dichtigkeit gegenüber einem Austreten von kohlenoxidhaltigen Ofengasen. Die eindeutig fixierte Lage des Beschickungsanschlusses an das Hohlelektroden-system durch die Vorrichtung 6 ermöglicht eine einfache technisch-konstruktive Gestaltung der Anschlüsse des Beschickungssystems ohne flexible Bauelemente, z. B. Teleskoprohre. Der Betrieb des Hohlelektroden-systems wird durch den beschriebenen Vorgang der Verlängerung des mit der Elektrodensäule fest verbundenen äußeren Hohlelektrodenrohres 4 nicht unterbrochen, so daß praktisch eine kontinuierliche Arbeitsweise möglich ist. Eine jedoch nur sehr kurze Unterbrechung dieses Prozesses ist bei Anordnung von nur einem Kupplungsstück 6 während des Aufsetzens der Verlängerungsstücke des Elektrodenmantels notwendig. Hierzu wird einerseits die Verbindung zwischen dem Kupplungsstück 6 und der Haltevorrichtung 7 gelöst und letztere aus dem Bereich der Elektrodensäule herausgeschwenkt, sowie andererseits der Kugelhahn 9 geschlossen und nach Lösen der Kupplung 8 der Anschluß zum Beschickungssystem ebenfalls aus dem Bereich der Elektrodensäule geschwenkt. Anschließend wird das Verlängerungsstück des Elektrodenmantels von oben auf den vorhandenen Elektrodenmantel

aufgesetzt. Sofort nach diesem relativ wenig Zeit erfordernden Vorgang werden die vorübergehend gelösten Verbindungen zum inneren Hohlelektrodenrohr 5 wieder hergestellt und der normale Betrieb der Hohlelektrode wieder aufgenommen. Das Anschweißen der aufgesetzten Verlängerung 12 des Elektrodenmantels kann dann unbeschadet des laufenden Betriebes der Hohlelektrode vorgenommen werden. Um auch die relativ kurze Unterbrechung des Betriebes der Hohlelektrode während des Aufsetzens der Mantelverlängerung zu vermeiden, kann man in einem um ca. 0,5 m größeren Abstand als die Länge des Verlängerungsstückes beträgt, unterhalb des oberen Kupplungsstückes ein zweites Kupplungsstück mit einem mittleren Durchgang und einem seitlichen Anschluß mit Kugelhahn anordnen, so daß durch wechselweise Schaltung eine praktisch ununterbrochene Beschickung möglich ist.

Erfindungsanspruch

1. Hohlelektrode für Elektroöfen mit selbstbrennenden Elektroden für kontinuierlichen Betrieb, gekennzeichnet dadurch, daß in einer Elektrodensäule (1) ein inneres Rohr (5) an einem geometrisch feststehenden Punkt, der als Haltevorrichtung (7) ausgebildet ist, oberhalb der Oberkante der Elektrodensäule (1) befestigt und mit einer Beschickungsvorrichtung (6) gasdicht verschlossen ist und mit seinem unteren Ende (10) bis in den Bereich zwischen die Strombacken (2) reicht, das innere Rohr (5) konzentrisch von einem äußeren Rohr (4) umgeben ist, welches vollständig von der Elektrodenmasse eingeschlossen ist, aus gleich langen Stücken von Halbschalen (13) mit an den Enden angeformten zahnförmigen Elementen (14) zusammengesetzt ist, mit Klammern (15) zusammengehalten wird und bis zur Elektrodenspitze (11) verläuft, sowie zwischen äußerem Rohr (4) und inneren Rohr (5) ein solches Spiel besteht, daß sie sich entsprechend der Bewegung der Elektrodensäule (1) relativ zueinander in Längsrichtung bewegen bei ausreichender Dichtigkeit gegenüber den Ofengasen.
 2. Hohlelektrode nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das äußere Rohr (4) aus Kohlenstoff besteht.
 3. Hohlelektrode nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß am oberen Ende des inneren Rohres (5), in einem Abstand voneinander, der größer als die Länge eines Verlängerungsstückes für den Elektrodemantel ist, zwei jeweils gasdicht verschlossene Beschickungsvorrichtungen (6) angeordnet sind.
- Dazu 1 Blatt Zeichnungen!

