

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83890039.7

51 Int. Cl.³: C 21 B 7/16

22 Anmeldetag: 17.03.83

30 Priorität: 05.04.82 AT 1343/82

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.83 Patentblatt 83/41

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT LU NL SE

71 Anmelder: VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft
Werksgelände
A-4010 Linz(AT)

72 Erfinder: Müllner, Paul
Walzwerkstrasse 19
A-4050 Traun(AT)

72 Erfinder: Vorderwinkler, Max
Am Lerchenfeld 54
A-4020 Linz(AT)

72 Erfinder: Stastny, Wilhelm
Berbersdorf 15
A-4211 Alberndorf(AT)

72 Erfinder: Lazar, Gerhard, Dr.
Leibnizstrasse 39
A-4020 Linz(AT)

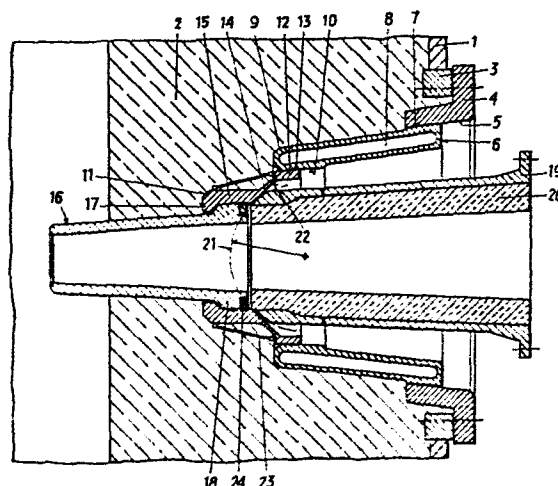
74 Vertreter: Wolfram, Gustav, Dipl.-Ing.
Schwindgasse 7 P.O. Box 205
A-1041 Wien(AT)

54 Düsenstock für einen Schachtofen.

57 Bei einem Düsenstock mit einer an eine Heißwindringleitung angeschlossenen Düsen Spitze (19), die leitungs­mäßig in eine vollwandige ungekühlte Windform (16) mündet, ist zur Abstützung der Windform (16) und der Düsen Spitze (19) ein eine Höhlung in der Ausmauerung (2) des Schachtofens begrenzender gekühlter Windformkasten (6) in die Schachtofenausmauerung (2) eingesetzt.

Um einen Düsenstock für höchste Heißwindtemperaturen verwenden zu können, wobei am Übergang zum Windformkasten (6) eine gute Dichtheit erzielbar ist und ein vorzeitiger Verschleiß vermieden wird, ist die Windform (16) gegenüber der Düsen Spitze (19) mittels eines Kugelgelenkes (21, 22) beweglich gelagert und mittels einer weiteren dichten Gelenkverbindung (14) gegenüber dem Windformkasten (6) beweglich.

FIG.1



Düsenstock für einen Schachtofen

Die Erfindung betrifft einen Düsenstock für einen Schachtofen, insbesondere einen Hochofen, mit einer an eine Heißwindringleitung angeschlossenen Düsen Spitze, die leitungsmäßig in eine vollwandige ungekühlte, vorzugsweise aus keramischer Sintermasse gefertigte Windform mündet, wobei zur Abstützung der Windform und der Düsen Spitze ein eine Höhlung in der Ausmauerung des Schachtofens begrenzender gekühlter Windformkasten in die Schachtofen ausmauerung eingesetzt ist.

10

Ein Düsenstock neuer Bauart für einen Hochofen ist beispielsweise aus Lueger, Lexikon der Technik, Band 5, 1963, Seite 147, bekannt. Der Heißwind wird von einer rund um den Hochofen geführten Ringleitung über die Düsenstöcke in den Ofen geleitet. Jeder Düsenstock weist eine ungekühlte Düsen Spitze auf, die in die Höhlung, die von dem wassergekühlten Windformkasten (auch Windschutzform genannt) begrenzt wird, ragt. An die Düsen Spitze angesetzt ist die ebenfalls wassergekühlte Windform, die durch die stirnseitige Öffnung des Windformkastens bis in das Innere, die Reaktionszone, des Hochofens ragt.

Für Heißwindtemperaturen bis etwa 800°C ist die Düsen Spitze aus Hämatitguß gefertigt. Ihre Spitze ist durch Anliegen an der wassergekühlten Windform mitgekühlt. Die Windform ist mit einem Außenkonus in einem Innenkonus des Windformkastens dicht eingesetzt, und die Düsen Spitze wird mittels Spannschrauben gegen die Windform gepreßt. Die Windform ist in diesem Fall gleich

30

starr am Hochofen befestigt wie der in der Ausmauerung des Hochofens eingesetzte Windformkasten.

5 Für höhere Heißwindtemperaturen bis zu etwa 1400°C, wie sie bei modernen Großraumhochöfen auftreten, ist die Düsen spitze mit einer feuerfesten Zustellung versehen.

10 Die wassergekühlten Windformen stellen die am stärksten belasteten Armaturen des Hochofens dar, sie sind starken thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen und daher starkem Verschleiß ausgesetzt. Als Folge dieser Belastungen kommt es immer wieder zu einem Durchbruch des Kühlwasserkreislaufes, worauf dieser ausgeschaltet werden muß. Es muß dann die Windform ausgetauscht werden,
15 was einen nicht eingeplanten Ofenstillstand bedeutet.

Ein weiterer Nachteil der wassergekühlten Windformen ist darin zu sehen, daß dem Heißwind die vorher mit erheblichem Energieaufwand zugeführte Wärme zum Teil
20 wieder entzogen wird.

Um Hochofenstillstände zu vermeiden, werden sogenannte "Doppelkammer-Windformen" verwendet, wie sie beispielsweise aus der DE-OS 26 08 365 bekannt sind. Diese weisen zwei getrennte Kühlkreisläufe auf, u.zw. einen in
25 einer Vorkammer und einen in einer Hauptkammer. Die Vorkammer kühlt den ofeninnenseitig exponierten Teil der Windform. Bei Beschädigung der Vorkammer wird deren Kühlkreislauf abgeschiebert und die Windform kann mit
30 der noch intakten Hauptkammer bis zu einem geplanten Stillstand des Hochofens weiterbetrieben werden. Diese Lösung ist jedoch wegen des Wärmeentzuges des Heißwindes nicht restlos befriedigend. Außerdem sind zwei Kühlkreisläufe sehr aufwendig.

35

Um den Verschleiß an Windformen und die Abkühlung des Heißwindes durch die Wasserkühlung der Windformen

- zu vermindern, ist es bekannt (DE-OS 27 32 566, GB-PS 1 417 375, US-PS 3 831 918), die aus Kupfer oder Kupferlegierung hergestellten Windformen an ihrer Oberfläche zu beschichten. Die Nachteile gekühlter Windformen, nämlich Wärmeverluste des Heißwindes sowie Ofenstillstände in Folge eines Undichtwerdens des Kühlmittelkreislaufes der Windform, können jedoch auch durch die Verwendung beschichteter Windformen nicht gänzlich vermieden werden.
- 10 Um einen Durchbruch des Kühlwasserkreislaufes an der Windform sowie eine Abkühlung des Heißwindes in der Windform zu vermeiden, ist es aus der AT-PS 7050 sowie aus der DE-PS 650 859 bekannt, massive Hochformen aus Sintermagnetit oder Hartmetall zum Einleiten des Windes vorzusehen. Diese aus der Beginnzeit der modernen Hochofentechnik stammenden Vorschläge haben sich jedoch nicht durchgesetzt, da einerseits (AT-PS 7050) ein Windformkasten überhaupt unberücksichtigt ist und andererseits (DE-PS 650 859) die massive Windform an den gekühlten, aus Gußeisen bestehenden Windformkasten direkt angeschlossen ist. Bei Kontakt einer massiven, auf höchste Temperaturen aufgeheizten Windform mit einem gekühlten gußeisernen Windformkasten kommt es an der Übergangsstelle zu hohen Temperaturdifferenzen und dadurch verursachten Spannungen. Diese bewirken eine vorzeitige Zerstörung der Berührungsfläche zwischen Windform und Windformkasten, so daß die Dichtheit zwischen diesen beiden Teilen schon nach kurzer Betriebszeit nicht mehr gegeben ist.
- 30 Da heute (vgl. Lueger, Band 5, 1963, Seite 147) ein Windformkasten unerlässlich ist - u.zw. einerseits wegen des hohen Gewichts des aus Windform und Windformkasten bestehenden Hochofeneinsatzes und andererseits wegen des einfachen Ersatzes der mehr oder weniger verschleißenden Windform unter Einsparung eines Austausches
- 35

- des demgegenüber wesentlich weniger verschleißenden Windformkastens-, ist erfindungsgemäß die Aufgabe gestellt, einen Düsenstock mit einer massiven Windform für einen Hochofen vorzusehen, wobei jedoch am Übergang zum Windformkasten keine Dichtigkeitsprobleme bzw. kein vorzeitiger Verschleiß auftritt, u.zw. sowohl an der Windform als auch am Windformkasten. Insbesondere soll der neue Düsenstock unter Belassung der bisher in Schachtöfen eingesetzten Windformkästen eingebaut werden können, so daß ein Austausch der Windformkästen bei Ausrüstung eines in Betrieb befindlichen Schachtofens mit erfindungsgemäßen Düsenstöcken nicht erforderlich ist.
- 15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Windform gegenüber der Düsenspitze mittels eines Kugelgelenkes beweglich gelagert ist und mittels einer weiteren dichten Gelenkverbindung gegenüber dem Windformkasten beweglich ist.
- 20 Durch Verwendung einer vollwandigen ungekühlten Windform ergeben sich durch unterschiedliche Temperaturführung zwischen dem gekühlten Windformkasten und der Windform sowie zwischen dem gekühlten Windformkasten und der Düsen-
- 25 spitze bedingte Lageänderungen der Windform bzw. der Düsenspitze, die durch die doppelte Gelenkigkeit - es ist einerseits die Windform gegenüber dem Windform-

kasten und andererseits die Windform gegenüber der Düsen-
spitze sowie die Düsen Spitze gegenüber dem Windform-
kasten beweglich - ausgeglichen werden können.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist in den Wind-
formkasten ein Kompensator eingesetzt, der mittels eines
eine Kegelfläche aufweisenden Sitzringes am Windform-
kasten fixiert ist und der stirnseitig einen die Wind-
form fixierenden Haltering aufweist, wobei der Kompen-
10 sator zwischen seinem Sitzring und dem Haltering zweck-
mäßig einen dünnwandigen, sich zur Windform verjüngen-
den Kegelmantelteil aufweist.

- Um eine zu starke Verformung des dünnwandigen Kegelman-
15 tels zu vermeiden, sind vorteilhaft zwischen dem Sitz-
ring und dem Haltering den Kegelmantelteil umgebende
Zuganker zur Aufnahme von in Achsrichtung in Richtung
zur Ofenmitte wirkenden Kräften vorgesehen, wobei die
Zuganker einerseits am Haltering und andererseits am
20 Sitzring angelenkt sind.

- Zweckmäßig ist zwischen dem Kompensator und der Düsen-
spitze ein Kugelgelenk vorgesehen, wobei das Kugelge-
lenk zwecks leichterer Herstellung vorzugsweise aus
25 einer inneren Kegelfläche am Kompensator und einer
äußeren Kugelfläche an der Düsen Spitze gebildet ist.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist
die Windform an ihrem ofenaußenseitigen Ende eine Kugel-
30 fläche auf, die in eine kegelförmige, sich zur Ofen-
mitte hin verjüngende Ausnehmung der Düsen Spitze einge-
setzt ist, wobei zweckmäßig die Düsen Spitze an ihrem
zur Ofenmitte gerichteten Ende mittels einer Kugel-
fläche an einer Innenkegelfläche des Windformkastens
35 anliegt.

Um den Zusammenbau zu erleichtern, ist vorteilhaft zwischen dem ofenaußenseitigen Ende der Windform und der feuerfesten Ausmauerung der Düsen spitze eine sich bei Betriebstemperatur der Windform verflüchtigende Distanzscheibe, beispielsweise eine Scheibe aus Polyäthylen, Polybuten oder Nylon, eingesetzt, wobei zur Fixierung während des Einbaus zwischen der Distanzscheibe und der feuerfesten Auskleidung der Düsen spitze eine die Distanzscheibe gegen die Windform pressende Ringmutter vorgesehen ist.

Als Werkstoff für die ungekühlte Windform kommen vorteilhaft höchstschmelzende Metalloxide und/oder Metallverbindungen (Hartstoffe), wie Nitride, Silizide, Carbide oder Boride, oder metallkeramische Verbundstoffe (Cermets) in Frage.

Die Erfindung ist anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsformen näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Schnitt durch eine Achse eines Düsenstocks, der in einem Hochofen eingesetzt ist, gemäß einer ersten Ausführungsform und Fig. 2 eine analoge Darstellung einer zweiten Ausführungsform zeigen.

In den Hochofenpanzer 1, der mit einer feuerfesten Ausmauerung 2 innenseitig ausgekleidet ist, ist ein Windformring 3 eingeschweißt. An diesem Windformring 3 ist ein Windformkastenrahmen 4 angeschraubt, der einen Innenkonus 5 aufweist, in den ein Windformkasten 6 mit einem Außenkonus 7 dicht eingesetzt ist. Der Windformkasten 6 weist einen Hohlraum 8 auf, der von einem Kühlmittel (Kühlwasser), welches im Zwangsumlauf gehalten ist, durchströmt wird. Am ofeninnenseitigen Ende 9 weist der Windformkasten 6 einen Innenkonus 10 auf, der zur Aufnahme eines Kompensators 11 aus hochschmelzendem Metall dient, der mit einem Sitzring 12 mit einer Kegelfläche 13 in diesen Innenkonus 10 dicht eingesetzt ist.

Der Kompensator 11 ist ungekühlt und weist einen von dem Sitzring 12 ausgehenden, sich zur Ofenmitte hin verjüngenden, sehr dünnwandigen Kegelmantelteil 14 auf, der in einen Haltering 15 für die Windform 16 über-
5 geht. Der Haltering 15 weist einen nach innen gerichteten Flansch 17 auf, an dem die Windform 16 mit einem Bund 18 anliegt. Die Windform 16 ist vollwandig und ebenfalls ungekühlt und aus einer keramischen Sintermasse, die sowohl bei oxidierenden als auch bei redu-
10 zierenden Bedingungen beständig ist, hergestellt. Sie durchsetzt die Ausmauerung 2 und ragt mit einem Überstand in den Ofeninnenraum.

Die Düsenspitze 19, die ebenfalls ungekühlt ist, ist mit
15 einer feuerfesten Ausmauerung 20 versehen und wird mittels nicht dargestellter Spannschrauben zur Ofenmitte hin gepreßt. Sie liegt mit einer stirnseitigen Kugelfläche 21 an der Innenfläche 22 des dünnwandigen Kegelmantelteiles 14 an, u.zw. dort, wo dieser Kegelmantel-
20 teil 14 sich in den Haltering 15 für die Windform 16 fortsetzt. Durch diese Innenfläche 22 des Kegelmantelteiles 14 und die Kugelfläche 21 wird ein Kugelgelenk gebildet, welches eine Beweglichkeit der Windform 16 (mitsamt dem Haltering 15) gegenüber der Düsenspitze 19
25 ermöglicht. Der dünnwandige Kegelmantelteil 14 ermöglicht weiters eine Bewegung der Windform 16 gegenüber dem Windformkasten 6, so daß die drei Teile, Windformkasten 6, Windform 16 und Düsenspitze 19, gegeneinander bewegbar sind und es zu keinen Zwängungen infolge aus
30 Temperaturunterschieden resultierenden Bewegungen kommen kann.

Um eine Überbeanspruchung des dünnwandigen Kegelmantelteiles 14 (dieser soll nur im elastischen Bereich beansprucht werden) zu verhindern, sind am Umfang des Kom-
35 pensators 11 angeordnete Zuganker 23 vorgesehen, die

einerseits am Haltering 15 und andererseits am Sitzring 12, der im Windformkasten 6 eingesetzt ist, angelenkt sind.

- 5 Zur Fixierung der Windform 16 in dem Haltering 15 dient eine Ringmutter 24, die mit einem Außengewinde in ein Innengewinde des Halteringes 15 eingeschraubt ist :
und die die Windform gegen den radial nach innen gerichteten Flansch 17 des Halteringes 15 drückt.

10

- Der Ein- und Ausbau der ungekühlten Windform 16 erfolgt stets gemeinsam mit dem Kompensator 11. Gemäß der dargestellten Ausführungsform ist die Windform 16 rotations-symmetrisch ausgebildet. Will man den Heißwind schräg
15 nach unten in das Hochofeninnere leiten, verwendet man zweckmäßig eine Windform mit einer gegenüber dem Windformkasten 6 geneigten Achse.

- Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform wird
20 die ungekühlte, mit einer feuerfesten Ausmauerung 20 versehene Düsen Spitze 25, die ebenfalls an ihrem vorderen Ende mit einer Kugelfläche 21 versehen ist, gegen eine Innenkegelfläche 26 des Windformkastens 6 mittels nicht dargestellter Spannschrauben gepreßt. Die Wind-
25 form 27 ist bei dieser Ausführungsform an ihrem rückwärtigen Ende mit einer Kugelfläche 28 versehen, die in eine an dem ofeninnenseitigen Ende der Düsen Spitze 25 vorgesehene Ausnehmung 29 eingesetzt ist. Diese Ausnehmung 29 weist eine Innenkegelfläche 30 auf, an der
30 die Kugelfläche 28 der Windform 27 anliegt.

- Die stirnseitige Öffnung der Düsen Spitze weist einen etwas größeren Durchmesser auf als die durch sie hindurchtretende Windform, so daß die Windform gegenüber
35 der Düsen Spitze um den Mittelpunkt 31 der an der Windform 27 angeordneten Kugelfläche 28 schwenkbar ist. Die

Kugelfläche 21 der Düsen spitze weist im zusammengebauten Zustand des Düsenstocks den gleichen Mittelpunkt 31 auf wie die Kugelfläche 28 der Windform 27.

- 5 Bei dieser Ausführungsform ist ebenfalls die doppelte Gelenkigkeit der drei Teile - Windformkasten 6, Windform 27 und Düsen spitze 25 - gegeben, so daß sich diese drei Teile unabhängig voneinander gegeneinander bewegen lassen und sich je nach temperaturbedingten Ausdehnungen
10 gegeneinander ausrichten können.

- Das ofeninnenseitige Ende der Düsen spitze, welches aus einem hochschmelzenden Metall gefertigt ist, weist ein Innengewinde auf, in welches eine mit einem Außengewinde
15 versehene Ringmutter 32 einschraubbar ist. Diese Ringmutter spannt die Windform 27 gegen die Düsen spitze 25, wobei jedoch zwischen der Ringmutter 32 und der Windform 27 eine Zwischenlage 33 aus Mineralwolle und eine Distanzscheibe 34 vorgesehen sind. Diese Distanzscheibe
20 34 überträgt die Einpreßkräfte während der Montage der Windform 27 und ist aus Polyäthylen, Polybuten oder Nylon gefertigt, so daß sie sich bei Inbetriebnahme des Düsenstocks gänzlich oder unter Zurücklassung weniger Rückstände verflüchtigt. Dadurch entsteht ein Spielraum
25 zwischen der Ringmutter 32 und der Windform 27, so daß sich die Windform 27 gegen die Düsen spitze 25 einwandfrei ausrichten kann.

- Ein Wechsel der Windform 27 erfolgt gemeinsam mit der
30 Düsen spitze 25, wobei die feuerfeste Ausmauerung 20 der Düsen spitze 25 erst nach Einsetzen der Windform 27 in der Düsen spitze 25 und Festziehen der Ringmutter 32 vorgesehen wird.

- 35 Das Material, aus dem die Windform 16 bzw. 27 gefertigt ist, muß oxidierenden und reduzierenden Bedingungen

gegenüber beständig sein. Es kommen hierfür höchstschmelzende Metalloxide und Metallverbindungen (Hartstoffe), wie Nitride, Carbide, Silizide oder Boride sowie beschichtete hochschmelzende Metalle und metallkeramische Verbundstoffe (Cermets) in Frage. Hochschmelzende Metalle, wie z.B. Molybdän, Wolfram, Niob, Tantal, können ebenfalls eingesetzt werden, sie müssen jedoch vor oxidierender Atmosphäre mittels eines Überzuges, wie MoSi_2 oder WSi_2 , und vor einer CO/CO_2 -Atmosphäre geschützt werden. Ein solcher Überzug ist ein sehr dichter und fest haftender Schutz. Der Vorteil der hochschmelzenden Metalle liegt in der großen mechanischen Beanspruchbarkeit.

Patentansprüche:

1. Düsenstock für einen Schachtofen, insbesondere einen
Hochofen, mit einer an eine Heißwindringleitung an-
geschlossenen Düsen Spitze (19; 25), die leitungsmäßig
in eine vollwandige ungekühlte, vorzugsweise aus kera-
mischer Sintermasse gefertigte Windform (16; 27)
mündet, wobei zur Abstützung der Windform (16; 27)
und der Düsen Spitze (19; 25) ein eine Höhlung in der
Ausmauerung (2) des Schachtofens begrenzender ge-
kühlter Windformkasten (6) in die Schachtofen aus-
mauerung (2) eingesetzt ist, dadurch gekennzeichnet,
daß die Windform (16; 27) gegenüber der Düsen Spitze
(19; 25) mittels eines Kugelgelenkes (21, 22; 28, 30)
beweglich gelagert ist und mittels einer weiteren
dichten Gelenkverbindung (14; 21, 26) gegenüber dem
Windformkasten (6) beweglich ist.
2. Düsenstock nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß in den Windformkasten (6) ein Kompensator (11)
eingesetzt ist, der mittels eines eine Kegelfläche
(13) aufweisenden Sitzringes (12) am Windformkasten
(6) fixiert ist und der stirnseitig einen die Windform
(16) fixierenden Haltering (15) aufweist (Fig. 1).
3. Düsenstock nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Kompensator (11) zwischen sei-
nem Sitzring (12) und dem Haltering (15) einen dünn-
wandigen, sich zur Windform (16) verjüngenden Kegel-
mantelteil (14) aufweist (Fig. 1).
4. Düsenstock nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen dem Sitzring (12) und dem Haltering
(16) den Kegelmantelteil (14) umgebende Zuganker
(23) zur Aufnahme von in Achsrichtung in Richtung

zur Ofenmitte wirkenden Kräften vorgesehen sind, wobei die Zuganker (23) einerseits am Haltering (15) und andererseits am Sitzring (12) angelenkt sind (Fig. 1).

5

5. Düsenstock nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Kompensator (11) und der Düsen Spitze (19) ein Kugelgelenk (21, 22) vorgesehen ist (Fig. 1).

10

6. Düsenstock nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Kugelgelenk aus einer inneren Kegelfläche (22) am Kompensator (11) und einer äußeren Kugelfläche (21) an der Düsen Spitze (19) gebildet ist (Fig. 1).

15

7. Düsenstock nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Windform (27) an ihrem ofenaußenseitigen Ende eine Kugelfläche (28) aufweist, die in eine kegelförmige, sich zur Ofenmitte hin verjüngende Ausnehmung (29) der Düsen Spitze (25) eingesetzt ist (Fig. 2).

20

8. Düsenstock nach den Ansprüchen 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen Spitze (25) an ihrem zur Ofenmitte gerichteten Ende mittels einer Kugelfläche (21) an einer Innenkegelfläche (26) des Windformkastens (6) anliegt (Fig. 2).

25

9. Düsenstock nach den Ansprüchen 1, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ofenaußenseitigen Ende der Windform (27) und der feuerfesten Ausmauerung (20) der Düsen Spitze (25) eine sich bei Betriebstemperatur der Windform verflüchtigende Distanzscheibe (34), beispielsweise eine Scheibe aus Polyäthylen, Polybuten oder Nylon, eingesetzt ist (Fig. 2).

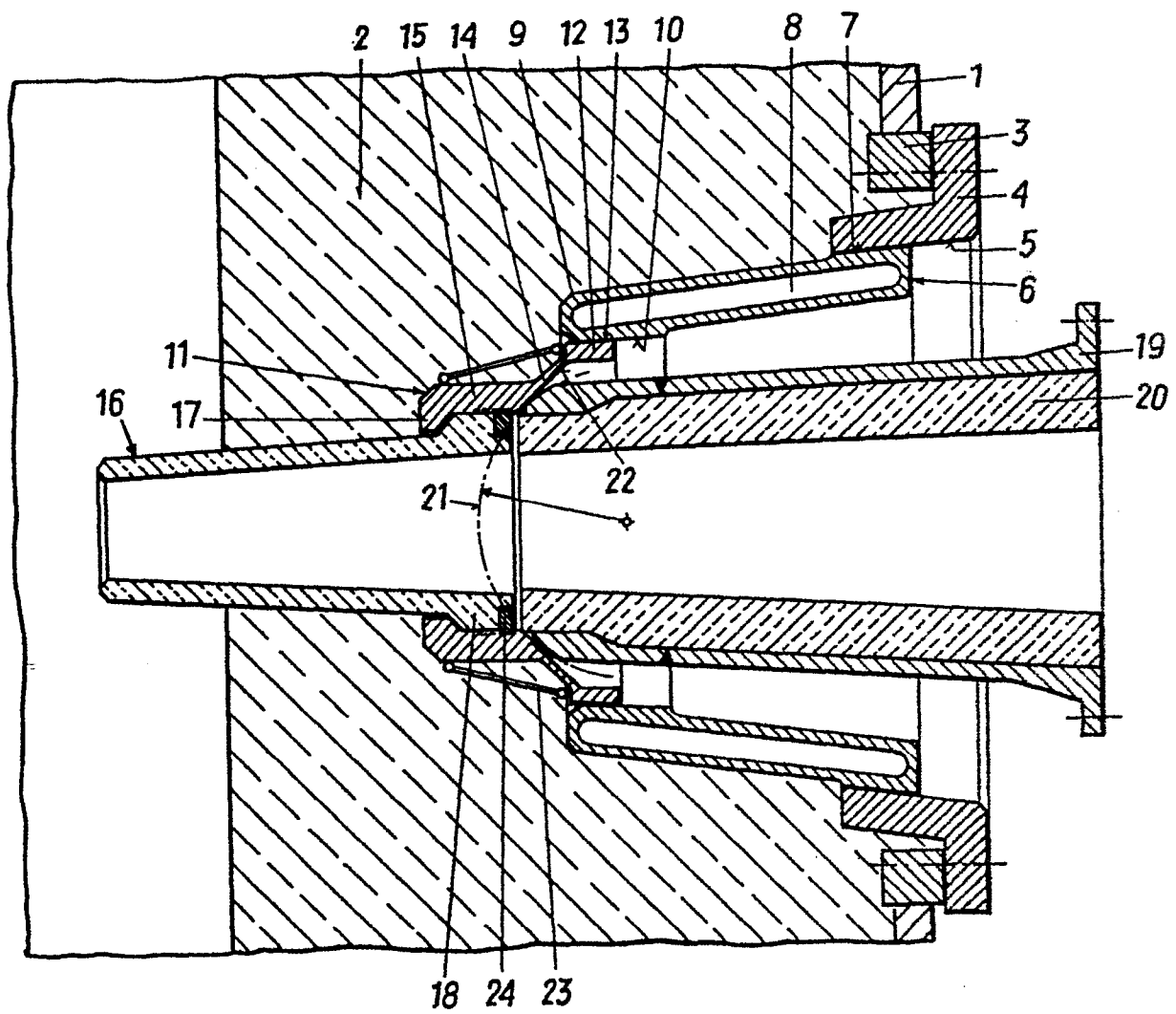
30

35

10. Düsenstock nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen der Distanzscheibe (34) und der feuer-
festen Auskleidung (20) der Düsen Spitze (25) eine
die Distanzscheibe (34) gegen die Windform (27)
5 pressende Ringmutter (32) vorgesehen ist (Fig. 2).
11. Düsenstock nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß die Windform (16; 27) aus
höchstschmelzenden Metalloxiden und/oder Metallver-
10 bindungen (Hartstoffen), wie Nitriden, Carbiden,
Siliziden oder Boriden, oder aus metallkeramischen
Verbundstoffen (Cermets) gefertigt ist.

$\frac{1}{2}$

FIG.1



$\frac{2}{2}$

FIG. 2

