



(11)

EP 2 959 983 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

(51) Int Cl.:
B21B 19/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15171790.7**

(22) Anmeldetag: **12.06.2015**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES NAHTLOSEN HOHLBLOCKS AUS STAHL**

METHOD OF MANUFACTURING SEAMLESS HOLLOW INGOT OF STEEL

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN BLOC CREUX EN ACIER SANS SOUDURE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **24.06.2014 DE 102014009382**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2015 Patentblatt 2015/53

(73) Patentinhaber: **Salzgitter Mannesmann Rohr
Sachsen GmbH
01619 Zeithain (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lippert, Frank
01591 Riesa (DE)**

• **Tietze, Lutz
01587 Riesa (DE)**
• **Keuerleber, Jens
01099 Dresden (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E.
Meissner & Meissner
Patentanwaltsbüro
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 593 441 EP-A1- 2 127 767
EP-B1- 1 901 862 JP-A- S 613 606**

EP 2 959 983 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen Hohlblocks aus Stahl gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der EP 2 127 767 A1 ist es bekannt, einen Rundblock aufweitend, sowie gleichbleibend bzw. reduzierend zu einem nahtlosen Rohr zu walzen. Dabei kommen verschiedene Walzen zum Einsatz.

[0003] Nahtlose Rohre insbesondere aus Stahl werden im Regelfall in drei Hauptumformschritten hergestellt und zwar durch Lochen, Strecken und Fertigwalzen. Dabei werden häufig massive Rundblöcke zunächst in einem Schrägwalzwerk zu einem Hohlblock gelocht und später in das sogenannte Maß- oder Streckreduzierwalzwerk zum Fertigwalzen eingeführt. Für das dazwischen liegende Strecken sind verschiedene Verfahren bekannt, wie z.B. das Stoßbankverfahren.

[0004] Aus der Schrift Bänder, Bleche, Rohre 6 (1965), Nr. 4, S. 184 bis 189 ist bekannt, einen bereits erzeugten Hohlblock über einen separaten Schrägwalzprozess aufzuweiten, um verschiedene Luppendurchmesser für die geforderten unterschiedlichen Rohr-Fertigdurchmesser nach dem Maß- oder Streckreduzierwalzen erzeugen zu können. Es wird jedoch nichts darüber ausgesagt, wie das Aufweiten in Kombination mit dem Lochen in einem einzigen Schrägwalzvorgang durchzuführen ist.

[0005] Bekannt ist aus der EP 1 901 862 B1, dass massive Rundblöcke mit einem Zwei- oder Drei-Walzen-Schrägwalzwerk mit der gleichen Walzenkalibrierung stark reduzierend oder leicht aufweitend gelocht werden können, wobei dann der erzeugte Hohlblockdurchmesser kleiner oder größer als der des eingesetzten Rundblockes ist. Beispielsweise kann danach beim stark reduzierenden Walzen aus einem Rundblocks mit einem Durchmesser von 220 mm ein Hohlblock von 186 mm Durchmesser erzeugt werden. Der Reduktionsgrad beträgt also 16%.

[0006] Durch leicht aufweitendes Walzen kann mit dem bekannten Verfahren aus einem massiven Rundblock mit einem Durchmesser von 180 mm Durchmesser ein Hohlblock mit einem Durchmesser von 186 mm erzeugt werden bei einem Aufweitegrad von 3,3%. Um das erzeugbare Walzspektrum signifikant zu erhöhen, wären allerdings mindestens doppelt so große Durchmesser-Vergrößerungen oder mehr erforderlich, ohne die Walzen zu diesem Zwecke wechseln zu müssen.

[0007] Während gemäß EP 1 901 862 B1 das Lochen und gleichzeitig stark reduzierende Walzen bzw. leicht aufweitende Walzen allein mittels veränderter Walzeneinstellungen mit den "Normalwalzen" durchgeführt werden kann, ist es bislang nicht gelungen, dies auch für das Lochen in Kombination mit sehr stark aufweitendem Walzen von beispielsweise über 5% zu realisieren. Hierbei beträgt der Ein- und Auslaufwinkel 3,5° und der Transportwinkel 10°.

[0008] Der Einlaufwinkel beschreibt dabei den Winkel zwischen der Walzenachse und der Mantellinie des Walzenkörpers im Einlaufbereich.

[0009] Der Auslaufwinkel ist der Winkel zwischen der Walzenachse und der Mantellinie des Walzenkörpers im Auslaufbereich.

[0010] Beim Ein- und Auslaufwinkel ist zu unterscheiden zwischen dem durch die Kalibrierung der Walzen vorgegebenen Ein- und Auslaufwinkel und dem effektiven Ein- und Auslaufwinkel mit dem das Walzgut in den Einlaufteil der Walzen einläuft.

[0011] Der Einlaufwinkel der Walzen wird gebildet durch den Winkel zwischen der Walzenlängsachse und der Mantellinie des Walzenkörpers im Einlaufbereich der Walze. Entsprechend wird der Auslaufwinkel durch den Winkel zwischen der Walzenlängsachse und der Mantellinie des Walzenkörpers im Auslaufbereich der Walze gebildet.

[0012] Der effektive Einlaufwinkel, mit dem das Walzgut in den Einlaufteil der Walzen einläuft, ergibt sich durch den eingestellten Spreizwinkel zwischen der Walzenlängsachse und der Längsachse des Walzgutes bzw. Walzwerksmitteachse. Bei einem Spreizwinkel von 0° entspricht dann der Einlaufwinkel der Walzen dem effektiven Einlaufwinkel. Entsprechendes gilt für den effektiven Auslaufwinkel.

[0013] Im Falle eines Transportwinkels von Null Grad und eines Spreizwinkels von Null Grad entsprechen die effektiv im Walzwerk wirksamen Ein- und Auslaufwinkel den in die Walze kalibrierten Winkeln. Änderungen des Spreizwinkels führen zu Änderungen der effektiven Ein- und Auslaufwinkel. Im Falle eines gleichen in den Walzenkörper kalibrierten Ein- und Auslaufwinkels von 3,5° führt die Reduzierung des Spreizwinkels um 1° zur Reduzierung des effektiven Einlaufwinkel auf 2,5° und zur Erhöhung des effektiven Auslaufwinkels auf 4,5°.

[0014] Der Spreizwinkel beschreibt den Winkel zwischen Walzen- und Walzgutachse bei einem Transportwinkel von Null Grad. Schneiden sich die beiden Achsen vor der Einlaufseite des Schrägwalzwerkes, ergibt sich ein positiver Spreizwinkel. Liegt der Schnittpunkt auf der Auslaufseite, so ist der Spreizwinkel negativ.

[0015] Der Transportwinkel, der den Vorschub des Walzgutes relativ zum Lochdorn im Walzwerk vorgibt, beschreibt den Winkel, um den die Walzen um eine zur Walzwerksmitteachse senkrechte Schwenkachse verschwenkt sind.

[0016] Sollen nach dem Stand der Technik zum Beispiel aus demselben Rundblock dickwandige Hohlblöcke mit einem Durchmesser von 155 mm bis 192 mm hergestellt werden, war es bislang notwendig, zwei verschiedene Walzensätze einzusetzen. Als dickwandig gelten Hohlblöcke mit einer Wanddicke über 25 mm. Allerdings konnte mit diesen Maßnahmen noch kein stabiler Walzprozess erreicht werden. Zudem müssen teure Walzensätze mit zwei verschiedenen Kalibrierungen vorgehalten und entsprechende Umrüstzeiten von bis zu acht Stunden für das Schrägwalzwerk in Kauf

genommen werden.

[0017] Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen Hohlblocks aus Stahl aus einem massiven Rundblock durch Schrägwalzen mittels eines Drei-Walzen-Schrägwalzwerkes anzugeben, bei dem mittels eines einzigen Walzensatzes gleichermaßen Hohlblöcke stark reduzierend als auch stark aufweitend gelocht werden können. Die mit einem Blockdurchmesser erzeugten Hohlblockdurchmesser sollen variabel einstellbar sein und im Durchmesser um bis zu 35% voneinander abweichen können. Desweiteren sollen mit dem Verfahren die Umrüstzeiten und damit Lagerhaltungskosten für zusätzlich kalibrierte Walzen deutlich reduziert werden.

[0018] Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff in Verbindung mit dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

[0019] Die Lehre der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen Hohlblocks aus einem massiven Rundblock aus Stahl mit einem Hohlblock-Durchmesser, der durch reduzierendes oder aufweitendes Walzen kleiner oder größer gewalzt wird als der eingesetzte massive Rundblock, bei dem mittels eines Drei-Walzen-Schrägwalzwerkes über einen zwischen den Walzen gehaltenen, einen Lochteil und mindestens einen Glättteil aufweisenden Lochdorn der Hohlblock erzeugt wird, wobei zur Herstellung des Hohlblocks mit einem im Vergleich zum eingesetzten Rundblock verringerten oder vergrößerten Durchmesser, insbesondere der lichte Abstand der Walzen im engsten Querschnitt ("hoher Punkt") in Relation zum Durchmesser des eingesetzten Rundblockes und die Lage der Lochdornspitze in Bezug auf den hohen Punkt (Dornvorlage) sowie der effektive Einlaufwinkel eingestellt werden, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass unter Verwendung eines identischen Walzensatzes für das reduzierende und aufweitende Walzen die Einstellungen für die Walzen und den Lochdorn durch folgende Gleichungen ermittelt und vorgenommen werden:

effektiver Einlaufwinkel:	2° bis 7°
Durchmesser hoher Punkt:	75 bis 90% vom Blockdurchmesser
Dornvorlage:	(0,05 bis 0,4) x Länge Walzeneinlauf

wobei sich die walztechnischen Grenzwerte wie folgt ergeben:

reduzierendes Walzen bis -30%:

max. effektiver Einlaufwinkel:	7°
Durchmesser hoher Punkt:	75 bis 85% vom Blockdurchmesser
Dornvorlage:	(0,2 bis 0,4) x Länge Walzeneinlauf

aufweitendes Walzen bis +16%:

min. effektiver Einlaufwinkel:	2°
Durchmesser hoher Punkt:	85 bis 90% vom Blockdurchmesser
Dornvorlage:	(0,05 bis 0,15) x Länge Walzeneinlauf

und wobei für das aufweitende Walzen ein Lochdorn verwendet wird, der zwischen Lochteil und Glättteil einen zusätzlichen Aufweiteteil aufweist.

[0020] Die gewünschten Hohlblockdurchmesser im Bereich zwischen den Grenzwerten für das reduzierende und aufweitende Walzen können dann ohne Änderung der Walzenkalibrierung unter Anpassung der Dornvorlage, des Durchmessers am hohen Punkt und durch Variation des Spreizwinkels realisiert werden, wodurch sich andere effektive Ein- und Auslaufwinkel ergeben.

[0021] Soll beispielsweise der Durchmesser des Hohlblockes gleich dem des massiven Rundblockes sein, müsste der Spreizwinkel so gewählt werden, dass sich im Falle einer gleichen Länge des Ein- und Auslaufteils auf der Walze auch gleiche Ein- und Auslaufwinkel von ca. 3,5° bis 4,0° ergeben. Der Durchmesser am hohen Punkt würde ca. 85% betragen, die Dornvorlage ca. 0,25 x Blockdurchmesser.

[0022] Es gilt der Grundsatz, je größer der gewünschte Hohlblockdurchmesser, desto größer der Spreizwinkel, desto kleiner der effektive Einlaufwinkel, desto größer der Auslaufwinkel, desto größer der Durchmesser am hohen Punkt und desto kleiner die Dornvorlage.

[0023] Versuche haben überraschend gezeigt, dass nur durch eine kombinierte Veränderung des effektiven Einlaufwinkels, der Dornvorlage und des Durchmessers im hohen Punkt, ein breites Spektrum an Hohlblockdurchmessern gewalzt werden kann.

[0024] Gegebenenfalls sind für große Durchmesser-Variationen des Hohlblockes die Lochdorne entsprechend neu zu kalibrieren.

[0025] Grundvoraussetzung für die Anwendung der Erfindung ist ein Drei-Walzen-Schrägwalzwerk, in dem der Spreizwinkel der Walzen geändert werden kann. Dieser beschreibt den Winkel zwischen Walzen- und Walzgutachse bei einem Transportwinkel von Null Grad. Schneiden sich die beiden Achsen vor der Einlaufseite des Schrägwalzwerkes, ergibt sich ein positiver Spreizwinkel. Liegt der Schnittpunkt auf der Auslaufseite, so ist der Spreizwinkel negativ.

[0026] Sämtliche vorstehenden Angaben zu Ein- und Auslaufwinkel beziehen sich auf einen theoretischen Transportwinkel von Null Grad, der das Schwenken der Walzen um die Senkrechte zur Walzachse beschreibt. Dadurch ergeben sich im dreidimensionalen Raum nochmals veränderte (größere) Ein- und Auslaufwinkel, die aufgrund der Komplexität nicht gesondert ausgewiesen sind.

[0027] Der große Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens liegt darin, dass mit der gleichen Walzenkalibrierung von stark reduzierend bis stark aufweitend gelocht werden kann, wobei die erzielten Hohlblockdurchmesser mit einer Walzenkalibrierung um bis zu 35% voneinander abweichen können. Damit verbunden sind erhebliche Zeiteinsparungen für nicht mehr benötigte Walzenwechsel sowie das Vorhalten entsprechender Walzensätze. Zudem lässt sich die Anzahl der erforderlichen Rundblockformate für die zu erzeugenden Hohlblockdurchmesser reduzieren, was den Logistikaufwand erheblich verringert.

Für das stark aufweitende Walzen ist neben der erfindungsgemäßen Variation der Walzeneinstellung nur ein entsprechend kalibrierter Dorn mit einem zusätzlichen Aufweiteteil einzusetzen.

[0028] Beispielsweise kann auf diese Weise aus einem Rundblock mit 180 mm Durchmesser ein Hohlblock mit einem Durchmesser von 155 mm oder ein Hohlblock mit einem Durchmesser von 192 mm hergestellt werden. Dies entspricht einem realisierten Reduktionsgrad von ca. 14 % bzw. einem Aufweitegrad von ca. 7%.

[0029] Der Aufweitegrad ist dabei definiert als Differenz der Durchmesser von Hohlblock und Rundblock dividiert durch den Durchmesser des Rundblocks.

[0030] Im Zuge der durchgeführten Versuche wurde erkannt, dass mit den ursprünglich für das Reduzieren vorgesehenen Walzen ein stark aufweitendes Walzen mit einem Aufweitegrad von deutlich über 5% oder sogar über 15% möglich ist, wenn der Spreizwinkel zwischen Walzenlängsachse und Walzuverksmittenachse und der Abstand der Walzen im hohen Punkt derart angepasst wird, dass sich eine deutliche Verringerung des effektiven Einlaufwinkels ergibt.

[0031] Beim reduzierenden Walzen ist darauf zu achten, dass der Lochdorn ohne Aufweiteteil kalibriert wird, so dass der Dorn nur einen Loch- und einen Glättteil aufweist.

[0032] Bei der Spreizwinkleinstellung ist darauf zu achten, dass ein großer effektiver Einlaufwinkel und eine größtmögliche Länge im Einlaufteil der Walze genutzt werden können, um eine Reduktion des Durchmessers des einlaufenden Rohblocks unter der des geforderten Hohlblockdurchmessers zu realisieren.

[0033] Im anschließenden Auslaufteil erfolgt nur noch die erforderliche Mindest-Aufweitung, um den Hohlblock sicher über den Lochdorn zu transportieren.

[0034] Beim aufweitenden Walzen ist der Spreizwinkel so einzustellen, dass sich ein entsprechend kleinerer Winkel im Einlauf- und ein entsprechender größerer Winkel im Auslauf ergeben.

[0035] Eigene Untersuchungen zeigten, dass die aus der EP 1 901 862 B1 bisher bekannten Grenzen bei der Wahl des effektiven Einlaufwinkels im Bereich zwischen 3.5° bis 5° mit den erfindungsgemäßen Walzeneinstellungen deutlich erweitert werden können und auch ein stabiler Walzbetrieb bei aufweitenden Walzen mit noch kleinerem effektivem Einlaufwinkel von 2° möglich ist.

[0036] Bei der Spreizwinkleinstellung ist darauf zu achten, dass ein kleiner Einlaufwinkel und eine möglichst kurze Länge des Einlaufteils beim Walzen genutzt werden, so dass die maximale Reduktion des einlaufenden Rohblockdurchmessers am hohen Punkt nicht unter 85% sinkt.

[0037] Die Dornvorlage ist beim Aufweiten im Vergleich zum Reduzieren deutlich zu verkleinern, so dass der gesamte Aufweiteprozess im Auslaufteil des Schrägwalzwerkes erfolgt. Hier ist die maximal mögliche Länge des Auslaufteils für den Umformprozess zu nutzen.

[0038] Bei einer Walze mit einer Einlauflänge von 300 mm und einer Auslauflänge von 200 mm, beträgt damit die Dornvorlage beim reduzierenden Walzen 60 bis 120 mm und beim aufweitenden Walzen 15 bis 45 mm.

[0039] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Lochdorn beim aufweitenden Walzen zwischen Lochteil und Glättteil einen zusätzlichen Aufweiteteil aufweist, der bewirkt, dass besonders viel Wanddickenabnahme hinter dem hohen Punkt erfolgt, die wiederum in eine Durchmesseraufweitung umsetzbar ist.

[0040] Besondere Anforderungen an den Transportwinkel bezüglich der Anwendung der Erfindung bestehen nicht. Dieser kann entsprechend den Möglichkeiten des Walzwerkes im Bereich von 5,5° bis 12° genutzt werden.

[0041] Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die Möglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens am Beispiel eines Rohblockdurchmessers von 180 mm auf. Mit SPW ist der Spreizwinkel, mit DM Anstich ist der Anstichdurchmesser des Rundblockes, mit DHP der Durchmesser am hohen Punkt, mit DM Ende der Durchmesser des erzeugten Hohlblockes und mit DM Änderung die erzielte Durchmesseränderung gekennzeichnet. Nicht aufgeführt sind die entsprechend eingestellten Dornvorlagen für das reduzierende und aufweitende Walzen.

[0042] Die Ergebnisse belegen eindrucksvoll das nun erzielbare sehr breite Walzspektrum, um mit einem Rundblockdurchmesser Durchmesseränderungen des Hohlblockes von -30% bis +15% zu erzeugen. Daraus ergeben sich Ar-

EP 2 959 983 B1

beitsbereiche für ein und denselben Walzensatz von -22%...+12%, -30%...+6° oder -20...+16% für die Durchmesseränderung.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle 1: Ergebnisse von Walzversuchen

Einlaufflänge [mm]	Auslaufflänge [mm]	Einlaufwinkel Walze [°]	Auslaufwinkel Walze [°]	SPW [°]	Einlaufwinkel effektiv [°]	Auslaufwinkel effektiv [°]	DM Anstich [mm]	DHP [mm]	DM Ende [mm]	DM Änderung [%]
220	180	2.0	5.0	-4	6.0	1	180	134	140	-22.2%
140	160	2.0	5.0	0	2.0	5	180	170	202	12.1%
220	180	3.0	4.0	-4	7.0	0	180	126	126	-30.0%
140	180	3.0	4.0	0	3.0	4	180	166	190	5.8%
200	200	4.0	4.0	-2.5	6.5	1.5	180	134	145	-19.5%
200	200	4.0	4.0	2	2.0	6	180	166	200	15.6%

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand schematischer Darstellungen näher erläutert.

[0044] In Figur 1 sind ein Längsschnitt und ein Querschnitt durch ein Drei-Walzen-Schrägwalzwerk dargestellt, bei dem ein Rundblock in Richtung des Transportpfeiles stark reduzierend gelocht wird.

[0045] Das Drei-Walzen-Schrägwalzwerk besteht aus drei Walzen 2, mit denen der Rundblock 1 über einen Lochdorn 3a zu einem Hohlblock 4a mit einem gegenüber dem Ausgangsdurchmesser des Rundblockes 1 stark reduzierten Durchmesser gewalzt wird. Der engste Querschnitt zwischen den drei Walzen 2 kennzeichnet den hohen Punkt 6 und gibt den erzeugten Durchmesser des Hohlblocks 4a vor.

[0046] Die Spitze des Lochdorns 3a steht mit einem Abstand 7 in Walzrichtung gesehen vor dem hohen Punkt 6 der Walzen 2. Die Spitze des Lochdorn 3a nimmt dabei eine Lage ein, die sicherstellt, dass der Rundblock 1 fehlerfrei reduzierend gelocht wird.

[0047] Der Abstand 7 wird auch als Dornvorlage bezeichnet. Den zum reduzierenden Walzen erfindungsgemäß verwendeten Lochdorn 3a zeigt Figur 2. Der Lochdorn 3a besteht aus einem Lochteil 10, einem Glättteil 12 und einem zylindrischen Teil 13. Nur der Lochteil 10 ragt deutlich über den hohen Punkt 6 hinaus in den Einlaufbereich der Walzen 2 hinein. Mit 5 ist der Spreizwinkel der Walzen bezeichnet, der die Winkelstellung der Walzenlängsachse 8 zur Walzwerksachse 9 angibt.

[0048] Für das stark aufweitende Lochen zeigt Figur 3 ebenfalls an einem Längs- und Querschnitt durch ein Drei-Walzen-Schrägwalzwerk die Anlagenkonfiguration. Hierbei wird der Rundblock 1 in Pfeilrichtung durch das Schrägwalzwerk transportiert und stark aufweitend gelocht. Deutlich zu erkennen ist zum Einen der gegenüber dem Durchmesser des Rundblockes 1 deutlich vergrößerte Durchmesser des erzeugten Hohlblockes 4b, was sich in einem deutlich vergrößerten Walzenabstand im hohen Punkt 6 und einem deutlich reduzierten Spreizwinkel 5 der Walzen 2 gegenüber den Einstellungen beim reduzierenden Walzen gemäß **Figur 1** widerspiegelt.

[0049] Erfindungsgemäß zeigt **Figur 3** zudem die im ersten Beispiel (**Figur 1**) ansonsten unübliche Lage des Lochdornes 3b, der gegenüber der Stellung zum reduzierenden Lochen deutlich in Richtung hoher Punkt 6 zurückversetzt ist. Die Dornvorlage 7 ist also bei aufweitendem Walzen gegenüber dem reduzierenden Walzen deutlich reduziert, so dass nur noch ein geringer Teil des Lochteils 10 in den Einlaufbereich der Walzen 2 hineinragt.

[0050] Den erfindungsgemäß für das stark reduzierende Lochen eingesetzten Lochdorn 3b zeigt **Figur 4**. Gegenüber dem Lochdorn 3a zum reduzierenden Walzen gemäß **Figur 2** weist der erfindungsgemäße Lochdorn 3b zum aufweitenden Walzen zwischen Lochteil 10 und Glättteil 12 ein zusätzliches Aufweiteteil 11 auf, welches bewirkt, dass besonders viel Wanddickenabnahme hinter dem hohen Punkt erfolgt, die wiederum in eine Durchmesseraufweitung umsetzbar ist.

[0051] In **Figur 5** ist noch einmal der Transportwinkel 14 dargestellt, der den Winkel beschreibt, um den die Walzen 2 um eine zur Walzwerksmitteachse 9 senkrechte Schwenkachse 17 verschwenkt sind.

[0052] Der kalibrierte Ein- und Auslaufwinkel der Walzen 2 ist in **Figur 6** schematisch dargestellt.

[0053] Der Einlaufwinkel 15 beschreibt den Winkel zwischen der Walzenachse 8 und der Mantellinie der Walzen 2 im Einlaufbereich. Auch hier gibt der Pfeil die Einlaufrichtung des Rundblocks in die Walzen 2 an.

[0054] Der Auslaufwinkel 16 ist der Winkel zwischen der Walzenachse 8 und der Mantellinie der Walzen 2 im Auslaufbereich.

[0055] Bei einem Spreizwinkel von 0° entspricht dann der kalibrierte Ein- und Auslaufwinkel dem effektiven Ein- und Auslaufwinkel, mit dem das Walzgut, also der Rundblock 1, in die Walzen 2 ein- bzw. hinausläuft.

Bezugszeichenliste

1	massiver Rundblock
2	Walzen
3a, 3b	Lochdorn
4a, 4b	Hohlblock
5	Spreizwinkel
6	hoher Punkt
7	Abstand (Dornvorlage)
8	Walzenlängsachse
9	Walzwerksmitteachse
10	Lochteil
11	Aufweiteteil
12	Glättteil

(fortgesetzt)

13	zylinderischer Teil
14	Transportwinkel
15	kalibrierter Einlaufwinkel
16	kalibrierter Auslaufwinkel
17	Schwenkachse
18	Effektiver Einlaufwinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen Hohlblockes **4a, b** aus einem massivem Rundblock **1** aus Stahl mit einem Hohlblockdurchmesser, der durch reduzierendes oder aufweitendes Walzen kleiner oder größer gewalzt wird als der eingesetzte massive Rundblock **1**, bei dem mittels eines Drei-Walzen-Schrägwalzwerkes über einen zwischen den Walzen **2** gehaltenen, ein Lochteil **10** und mindestens ein Glättteil **12** aufweisenden Lochdorn **3a, b** der Hohlblock **4a, b** erzeugt wird, wobei zur Herstellung eines im Vergleich zum eingesetzten Blockdurchmesser verringerten oder vergrößerten Hohlblockdurchmessers insbesondere der Abstand der Walzen **2** im engsten Querschnitt **6**, dem sogenannten hohen Punkt, in Relation zum Durchmesser des eingesetzten Rundblockes **1** und der Abstand **7** der Spitze des Lochdorns **3a, b** in Bezug auf den hohen Punkt **6**, der sogenannten Dornvorlage, sowie der effektive Einlaufwinkel **18** eingestellt werden
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** unter Verwendung eines identischen Walzensatzes für das reduzierende und aufweitende Walzen die Einstellungen für die Walzen und den Lochdorn durch folgende Gleichungen ermittelt und vorgenommen werden:

Effektiver Einlaufwinkel: 2° bis 7°
 Durchmesser hoher Punkt: 75 bis 90% vom Blockdurchmesser
 Dornvorlage: $(0,05 \text{ bis } 0,4) \times \text{Länge Walzeneinlauf}$

wobei sich die walztechnischen Grenzwerte wie folgt ergeben:

reduzierendes Walzen bis -30% vom Blockdurchmesser:

max. effektiver Einlaufwinkel: 7°
 Durchmesser hoher Punkt: 75 bis 85% vom Blockdurchmesser
 Dornvorlage: $(0,2 \text{ bis } 0,4) \times \text{Länge Walzeneinlauf}$

aufweitendes Walzen bis +16% vom Blockdurchmesser:

min, effektiver Einlaufwinkel: 2°
 Durchmesser hoher Punkt: 85 bis 90% vom Blockdurchmesser
 Dornvorlage: $(0,05 \text{ bis } 0,15) \times \text{Länge Walzeneinlauf},$

wobei für das aufweitende Walzen ein Lochdorn **3a, b** verwendet wird, der zwischen Lochteil **10** und Glättteil **12** zusätzlich ein Aufweiteteil **11** aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim reduzierenden Walzen der Lochteil **10** des Lochdornes **3a** im Einlaufteil der Walzen **2**, also in Walzrichtung gesehen, vor dem hohen Punkt liegt und das Glättteil **12** dahinter.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim aufweitenden Walzen die Dornvorlage **7** gegenüber der Dornvorlage beim reduzierenden Walzen in

Bezug zum hohen Punkt zurückversetzt ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass für das reduzierende Walzen eines Hohlblocks **4a**, welcher im Durchmesser um bis zu 30% kleiner ist als der Durchmesser des Rundblocks 1, abhängig vom geforderten Reduktionsgrad, die Spreizwinkel 5 bei einem kalibrierten Einlaufwinkel **15** von 2° und 3° auf bis zu 4° und bei einem Einlaufwinkel **15** von 4° auf bis zu 2,5° angehoben werden, wobei sich ein effektiver Einlaufwinkel **18** von bis zu 6° bei einem kalibrierten Einlaufwinkel **15** von bis zu 2° ein effektiver Einlaufwinkel **18** von 7° bei einem Einlaufwinkel **15** von bis zu 3° und ein effektiver Einlaufwinkel **18** von bis zu 6,5° bei einem Einlaufwinkel **15** von 4° ergibt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass für das aufweitende Walzen eines Hohlblocks **4b**, welcher im Durchmesser um bis zu 16% größer ist als der Durchmesser des Rundblocks 1 abhängig vom geforderten Aufweitegrad, die Spreizwinkel 5 bei einem kalibrierten Einlaufwinkel **15** von 2° und 3° auf bis zu 0° und bei einem Einlaufwinkel **15** von 4° auf bis zu -2° abgesenkt werden, wobei sich ein effektiver Einlaufwinkel 18 von bis zu 2° bei einem kalibrierten Einlaufwinkel **15** von 2°, ein effektiver Einlaufwinkel **18** von bis zu 3° bei einem Einlaufwinkel **15** von 3° und ein effektiver Einlaufwinkel **18** von bis zu 2° bei einem Einlaufwinkel **15** von 4° ergibt.

Claims

1. Method for manufacturing a seamless hollow ingot 4a, b from a solid round ingot 1 made of steel with a hollow ingot diameter which by reducing or widening rolling is rolled smaller or larger than the initial solid round ingot 1, in which method the hollow ingot 4a, b is produced by means of a three-roll cross-rolling mill via a piercing mandrel 3a, b which is held between the rolls 2 and has a piercing part 10 and at least one smoothing part 12, wherein, for producing a hollow ingot diameter reduced or increased compared with the initial ingot diameter, in particular the spacing of the rolls 2 in the narrowest cross-section 6, the so-called high point, in relation to the diameter of the initial round ingot 1, and the spacing 7 of the tip of the piercing mandrel 3a, b with respect to the high point 6, the so-called mandrel forward position, and also the effective entry angle 18, are set, **characterised in that** by using an identical roll set for the reducing and widening rolling the settings for the rolls and the piercing mandrel are determined and carried out by the following equations:

effective entry angle:	2° to 7°
diameter of high point:	75 to 90% of the ingot diameter
mandrel forward position:	(0.05 to 0.4) x length of roll entry

where the rolling limit values result as follows:

reducing rolling to -30% of the ingot diameter:

max. effective entry angle:	7°
diameter of high point:	75 to 85% of the ingot diameter
mandrel forward position:	(0.2 to 0.4) x length of roll entry

widening rolling to +16% of the ingot diameter:

min. effective entry angle:	2°
diameter of high point:	85 to 90% of the ingot diameter
mandrel forward position:	(0.05 to 0.15) x length of roll entry

wherein for the widening rolling, there is used a piercing mandrel 3a, b which between piercing part 10 and smoothing part 12 additionally has a widening part 11.

2. Method according to Claim 1,

characterised

in that on the reducing rolling the piercing part 10 of the piercing mandrel 3a in the entry part of the rolls 2, i.e. seen in the rolling direction, lies in front of the high point and the smoothing part 12 behind it.

- 5 3. Method according to Claim 1,
characterised

in that on the widening rolling the mandrel forward position 7 is set back with respect to the high point compared with the mandrel forward position on the reducing rolling.

- 10 4. Method according to one of Claims 1 to 3,
characterised

in that for the reducing rolling of a hollow ingot 4a which in diameter is up to 30% smaller than the diameter of the round ingot 1, depending on the required degree of reduction, the spread angles 5 with a calibrated entry angle 15 of 2° and 3° are increased to up to 4° and with an entry angle 15 of 4° to up to 2.5°, resulting in an effective entry angle 18 of up to 6° with a calibrated entry angle 15 of up to 2°, an effective entry angle 18 of 7° with an entry angle 15 of up to 3° and an effective entry angle 18 of up to 6.5° with an entry angle 15 of 4°.

- 15 5. Method according to one of Claims 1 to 4,
characterised

in that for the widening rolling of a hollow ingot 4b which in diameter is up to 16% larger than the diameter of the round ingot 1, depending on the required degree of widening, the spread angles 5 with a calibrated entry angle 15 of 2° and 3° are reduced to down to 0° and with an entry angle 15 of 4° to down to -2°, resulting in an effective entry angle 18 of up to 2° with a calibrated entry angle 15 of 2°, an effective angle 18 of up to 3° with an entry angle 15 of 3° and an effective angle 18 of up to 2° with an entry angle 15 of 4°.

Revendications

- 30 1. Procédé de fabrication d'un bloc creux sans soudure 4a, b à partir d'un bloc rond 1 en acier, présentant un diamètre de bloc creux qui est laminé plus petit ou plus grand que le bloc rond massif 1 employé par un laminage de réduction ou d'évasement dans lequel, au moyen d'un laminage oblique à trois rouleaux, on réalise le bloc creux 4a, b via un mandrin de perçage 3a, b retenu entre les rouleaux 2 et présentant une partie de perçage 10 et au moins une partie de lissage 12, et pour la fabrication d'un bloc creux de diamètre réduit ou agrandi par comparaison au diamètre de bloc employé, on ajuste en particulier la distance des rouleaux 2 dans la section transversale la plus étroite 6, dite point haut, en relation avec le diamètre du bloc rond 1 employé, et la distance 7 de la pointe du mandrin de perçage 3a, b par rapport au point haut 6, dite avance du mandrin, ainsi que l'angle d'entrée effectif 18,

caractérisé en ce que

par utilisation d'un jeu de rouleaux identiques pour le laminage de réduction et de d'évasement, les ajustements pour les rouleaux et le mandrin de perçage sont déterminés et réalisés par les équations suivantes :

40 angle d'entrée effectif : 2° à 7°
diamètre point haut : 75 à 90 % du diamètre du bloc
avance du mandrin : (0,05 à 0,4) x longueur de l'entrée des rouleaux

45 les valeurs limites en termes de rouleaux étant les suivantes :

laminage de réduction jusqu'à -30 % du diamètre du bloc :

50 angle d'entrée effectif : 7°
diamètre point haut : 75 à 85 % du diamètre du bloc
avance du mandrin : (0,2 à 0,4) x longueur de l'entrée des rouleaux

laminage d'évasement jusqu'à +16 % du diamètre du bloc

55 angle d'entrée effectif minimum : 2°
diamètre point haut : 85 à 90 % du diamètre du bloc
avance du mandrin : (0,05 à 0,15) x longueur de l'entrée des rouleaux

dans lequel, pour le laminage d'évasement, on utilise un mandrin de perçage 3a, b qui présente en supplément une partie d'évasement 11 entre la partie de perçage 10 et la partie de lissage 12.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

lors du laminage de réduction, la partie de perçage 10 du mandrin de perçage 3a dans la partie d'entrée des rouleaux 2, donc en vue en direction de laminage, se trouve en avant du point haut et la partie de lissage 12 se trouve en arrière.

3. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

lors du laminage d'évasement, l'avance 7 du mandrin est en retrait par rapport au point haut, par comparaison à l'avance du mandrin lors du laminage de réduction.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

pour le laminage de réduction d'un bloc creux 4a qui présente un diamètre plus petit d'une valeur allant jusqu'à 30 % que le diamètre du bloc rond 1, en fonction du degré de réduction requis, les angles d'écartement 5 sont augmentés à jusqu'à 4° pour un angle d'entrée calibré 15 de 2° et 3°, et ils sont augmentés à jusqu'à 2,5° pour un angle d'entrée 15 de 4°,

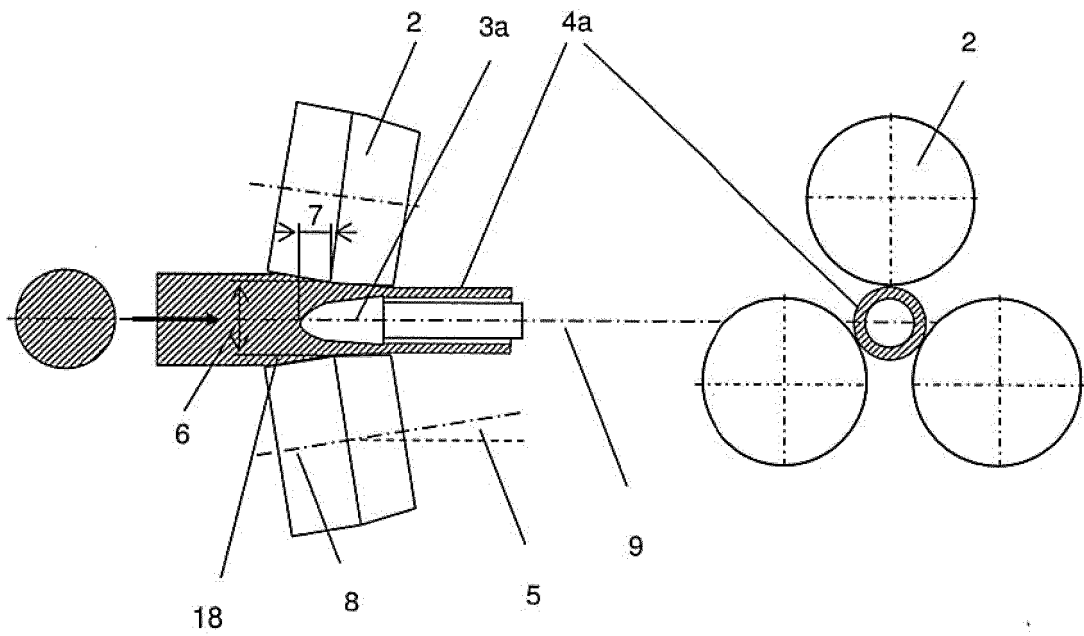
dans lequel un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 6° résulte lors d'un angle d'entrée calibré 15 allant jusqu'à 2°, un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 7° résulte lors d'un angle d'entrée 15 allant jusqu'à 3°, et un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 6,5° résulte lors d'un angle d'entrée 15 de 4°.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,

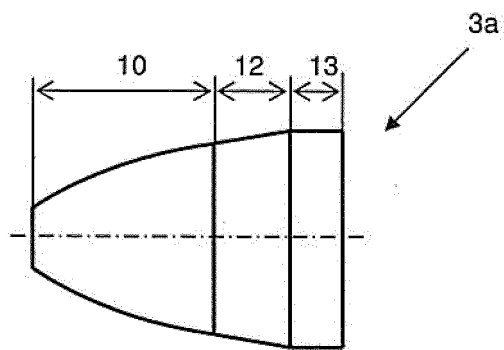
caractérisé en ce que

pour le laminage d'évasement d'un bloc creux 4b qui présente un diamètre plus grand d'une valeur allant jusqu'à 16 % que le diamètre du bloc rond 1, en fonction du degré d'évasement requis, les angles d'écartement 5 sont baissés à jusqu'à 0° pour un angle d'entrée calibré 15 de 2° et 3°, et ils sont baissés à jusqu'à -2° pour un angle d'entrée 15 de 4°,

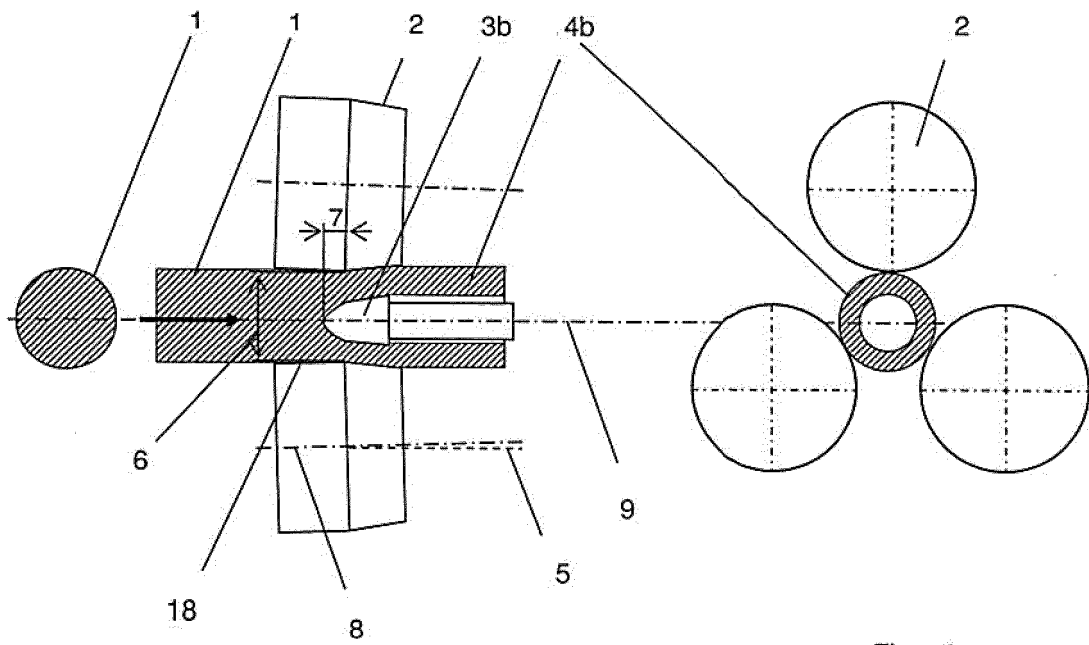
dans lequel un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 2° résulte lors d'un angle d'entrée calibré 15 allant jusqu'à 2°, un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 3° résulte lors d'un angle d'entrée 15 allant jusqu'à 3°, et un angle d'entrée effectif 18 allant jusqu'à 2° résulte lors d'un angle d'entrée 15 de 4°.



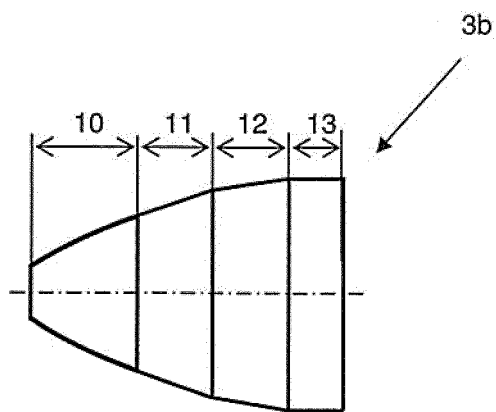
Figur 1



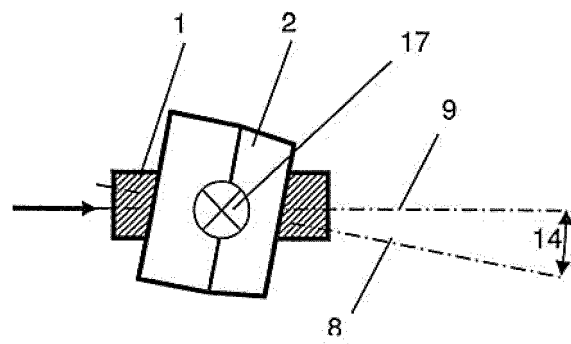
Figur 2



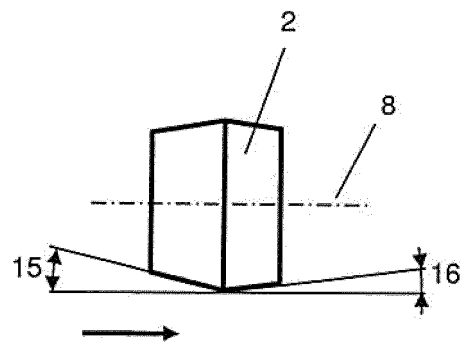
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2127767 A1 [0002]
- EP 1901862 B1 [0005] [0007] [0035]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SCHRIFT BÄNDER.** *Bleche, Rohre*, 1965, vol. 6 (4), 184-189 [0004]