



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 012 316 B4** 2009.02.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 012 316.9**
(22) Anmeldetag: **09.03.2007**
(43) Offenlegungstag: **11.09.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.02.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B21D 5/10** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Europipe GmbH, 45473 Mülheim, DE

(74) Vertreter:
Meissner & Meissner, 14199 Berlin

(72) Erfinder:
Groß-Weege, Johannes, Dr., 47803 Krefeld, DE;
Sawitzki, Manfred, Dr., 40822 Mettmann, DE;
Oesterlein, Ludwig, 45481 Mülheim, DE;
Neuenhahn, Jan, Dr., 47228 Duisburg, DE; Lenuck,
Manfred, 45468 Mülheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 25 10 488 C3
DE10 2004 050784 B3
DE 43 11 228 A1
DE 26 41 573 A1
DE 23 65 515 A1
GB 15 37 055 A

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anbiegepresse zum Anbiegen der Randstreifen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Anbiegen der Randstreifen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches, in einer Anbiegepresse mit einem im Pressenrahmen fest angeordneten und entsprechend der zu erreichenden Biegekontur konturierten Oberwerkzeug und einem diesem gegenüberliegenden vertikal verschiebbaren Unterwerkzeug, zwischen denen der Randstreifen des ortsfest im Pressenrahmen eingespannten Bleches zu der gewünschten Randkontur in einem Arbeitsschritt angebogen wird, wobei schon mit Beginn des Anbiegevorganges die in Kontakt mit der Unterseite des Randstreifens tretende Arbeitsfläche des Unterwerkzeuges mindestens im Sinne einer Hertz'schen Pressung flächig zur Anlage kommt, dadurch gekennzeichnet, dass diese flächige Kontaktierung in einem minimalen und bezogen auf den Kraftangriffspunkt konstanten Abstand zur Blechkante während des gesamten Anbiegevorganges durch eine koordinierte horizontale und vertikale Bewegung des Unterwerkzeuges mittels verstellbarer Pressenstempel aufrechterhalten wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anbiegen der Randstreifen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Anbiegepresse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 5.

[0002] Beim Biegen eines ebenen Bleches, welches nach dem bekannten UOE-Verfahren zu einem Schlitzrohr geformt werden soll, sind die Randstreifen des Bleches in der U-Presse überhaupt nicht und in der O-Presse nur mit sehr großem Pressendruck in die Kreisform des fertigen Rohres zu formen. Üblicherweise werden deshalb zunächst die Randstreifen in Anbiegepressen mit verschiedenen Anbiegewerkzeugen so gut wie möglich zur Kreisform angebogen, wobei herstellungsbedingt die Endbereiche der Randstreifen nahezu unverformt bleiben. Diese am fertigen Rohr nachzuweisenden so genannten Dachkanten sollen möglichst gering gehalten bzw. vermieden werden, da sie nur mit großem Aufwand korrigiert werden können.

[0003] Die sich beim Schlitzrohr parallel gegenüber liegenden Blechkanten sind für die nachfolgende Längsnahtschweißung je nach Blechdicke üblicherweise mit einer entsprechenden Blechkantenanfasung (z. B. Doppel-V) versehen.

[0004] Die nach dem Stand der Technik bekannten Anbiegepressen zum Anbiegen der Randstreifen ebener Bleche bestehen aus einem im Pressenrahmen fest angeordneten und entsprechend dem zu erreichenden Biegeradius konturiertem Oberwerkzeug und einem diesem gegenüber liegenden vertikal verschiebbaren Unterwerkzeug.

[0005] Zwischen Ober- und Unterwerkzeug ist der Randstreifen des ortsfest im Pressenrahmen eingespannten Bleches angeordnet, welcher durch vertikales Verfahren des Unterwerkzeuges in Richtung des Oberwerkzeuges in die gewünschte Randkontur anbiegbar ist.

[0006] Derartige Anbiegepressen sind beispielsweise aus der DE 26 41 573 A1, der DE 43 11 228 A1 oder der DE 25 10 488 C3 bekannt, die sich mit dem Problem der unverformten Endbereiche bei der Anbiegung der Randstreifen ebener Bleche befassen (Dachkantenbildung).

[0007] Bei der aus der DE 25 10 488 C3 bekannten Biegepresse kann durch Verstellung des Unterwerkzeuges in horizontaler Richtung vor dem Biegevorgang eine Adaption auf unterschiedliche Blechdicken oder herzustellende Krümmungsradien vorgenommen werden. Eine Horizontalverstellung des Unterwerkzeuges unter Last, d. h. während des Biegevorgangs ist nicht vorgesehen.

[0008] Nachteilig bei den bekannten Pressen ist, dass die an den Blechkanten befindlichen Anfasungen verfahrensbedingt während des Anbiegens plastisch deformiert werden, woraus nicht tolerierbare Wanddickenunterschreitungen entstehen können. Bedingt durch die fallweise sehr ausgeprägten Deformationen lassen sich auch durch die nachfolgende Verschweißung diese Blechkantenfehler nicht sicher überdecken. Dies verursacht zeit- und kostenaufwändige Nacharbeit der fehlerhaften Rohre.

[0009] Umfangreiche Untersuchungen zu diesem Problem haben zu der Erkenntnis geführt, dass diese Deformationen bei den bekannten Pressen dadurch verursacht werden, dass der Biegevorgang über eine linienförmige Kraffteinleitung des Unterwerkzeuges in die Blechkanten eingeleitet wird, wobei bei Überschreiten der Elastizitätsgrenze des Stahls plastische Verformungen, d. h. Deformationen der Blechkante hervorgerufen werden. Dieser Effekt verstärkt sich mit zunehmender Blechdicke und/oder höheren Stahlfestigkeiten.

[0010] Somit werden zwar aufgrund des Kraftangriffspunktes an der Blechkante die unverformten Endbereiche minimiert, die Anfasungen der Blechkante jedoch in zum Teil nicht tolerierbarer Weise deformiert.

[0011] Bedingt durch die vertikale Bewegung des Unterwerkzeuges in Richtung Oberwerkzeug ergibt sich eine Winkeldifferenz zwischen Unterwerkzeugkontur und Blechkontur. Die Winkeldifferenz ist am Anfang des Pressvorganges am größten und nimmt zum Ende hin immer mehr ab, kann aber praktisch nie ganz zu Null werden. Weiterhin ist die Winkeldifferenz um so größer, je größer der Anbiegewinkel ist.

[0012] Insbesondere in der Anfangsphase des Pressvorganges ergeben sich durch die große Winkeldifferenz Zwängungen in horizontaler Richtung an der Blechkante, die aufgrund der linienförmigen Kraffteinleitung vom Unterwerkzeug in die Blechkante zu hohen Spannungsspitzen führen. Die Gefahr von starken plastischen Verformungen der Blechkante ist hier sehr hoch.

[0013] Die Untersuchungen haben darüber hinaus auch gezeigt, dass diese lokalen Spannungsspitzen während des Anbiegevorganges geringer werden, da sich das Unterwerkzeug der Kontur des Randstreifens folgend dem Oberwerkzeug immer mehr annähert und abhängig von der Kontur des Unterwerkzeuges die linienförmige in eine flächige Kontaktierung im Sinne einer Hertz'schen Flächenpressung übergeht.

[0014] Zur Minimierung der Dachkantenbildung ist gemäß DE 23 65 515 A1 versucht worden, die Randstreifen durch obere und untere Anbiegerollen zu führen, deren konvexe bzw. konkave Umfangskonturen dem Radius der anzubiegenden Kantenbereiche entsprechen.

[0015] Abgesehen von dem erheblichen Bauaufwand einer solchen zweistufig arbeitenden Anbiegeeinrichtung lässt sich auch hiermit eine linienförmige Kraffteinleitung an der Blechkante zu Beginn der Umformung nicht vermeiden.

[0016] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass durch das rollende Verformen der Randstreifen ein Auswalzen der Blechkanten nicht zu verhindern ist, wodurch Welligkeiten im Kantenbereich entstehen.

[0017] Nachteilig ist weiterhin, dass durch die Umfangskonturen der Anbiegerollen der Biegeradius des Randstreifens festgelegt ist. Das bedeutet, dass bei sich ändernden Rohrdurchmessern eine entsprechende Anzahl von Anbiegerollen mit unterschiedlichen Umfangskonturen vorgehalten werden muss.

[0018] Aus der DE 10 2004 050 784 B3 ist ein Verfahren bekannt, mit dem die Dachkantenbildung minimiert und plastische Deformationen an den Blechkanten über einen während des Anbiegevorganges permanent flächigen Kontakt beim Biegevorgang vermieden werden sollen.

[0019] Realisiert wird dies über eine kombinierte Bewegung des Unterwerkzeuges bestehend aus einer vertikale Verschiebung des Unterwerkzeuges und gleichzeitigem Verschwenken um eine Drehachse mittels einer Kalottenlagerung.

[0020] Wenngleich auch mit diesem Verfahren in Versuchen hervorragende Ergebnisse erzielt werden konnten, ist die Realisierung über eine Kalottenlagerung recht aufwändig und teuer.

[0021] Nachteilig bei der Kalottenlagerung ist außerdem, dass aufwändige Maßnahmen getroffen werden müssen, um Verschmutzungen der Kalotte zu vermeiden und damit den Verschleiß von Unterwerkzeug und Kalotte zu minimieren.

[0022] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zum Anbiegen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches in einer Anbiegepresse anzugeben, mit dem in einfacher und kostengünstiger Weise sowohl die Dachkantenbildung minimiert wie auch plastische Deformationen, bzw. Verquetschungen, der zum Schweißen vorbereiteten Blechkanten und damit Wanddickenunterschreitungen im Schweißnahtbereich am fertigen Rohr sicher vermieden werden können. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine entsprechende Biegepresse anzugeben.

[0023] Diese Aufgabe wird nach dem Oberbegriff in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruches 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0024] Nach der Lehre der Erfindung wird zur Lösung dieser Aufgabe ein Verfahren verwendet, bei dem eine flächige Kontaktierung in einem minimalen und bezogen auf den Kraftangriffspunkt konstanten Abstand zur Blechkante, während des gesamten Anbiegevorganges durch eine koordinierte horizontale und vertikale Bewegung des Unterwerkzeuges aufrechterhalten wird.

[0025] Der große Vorteil dieser Verfahrensweise liegt darin, dass im Vergleich zu der nach DE 10 2004 050 784 B3 bekannten Anbiegepresse ebenfalls eine Minimierung der Dachkantenbildung erreicht und plastische Deformationen der Blechkanten vermieden werden, wobei diese Vorteile aber auf eine vergleichsweise kostengünstige Art über eine einfache Horizontal- und Vertikalverstellung des Unterwerkzeuges während des Biegevorganges erreicht werden.

[0026] Im Vergleich zur bekannten Anbiegepresse wird der konstruktive Aufwand der Anbiegepresse ganz erheblich reduziert, weil die Bewegungen des Unterwerkzeuges auf einfache Weise über standardmäßige, linear verfahrbare Pressenstempel vorgenommen werden können und keine aufwändigen Schutzvorrichtungen wie

bei der bekannten Anbiegepresse gegen Verschmutzungen notwendig sind.

[0027] Steuerungstechnisch kann der Bewegungsablauf für die Horizontal- und Vertikalverstellung des Unterwerkzeugs so realisiert werden, dass die Bewegungen gleichzeitig erfolgen, beispielsweise linear oder in einem beliebigen Kurvenverlauf. Weiterhin kann der Bewegungsablauf abgestuft erfolgen, wobei die Horizontal- und Vertikalbewegungen nacheinander stattfinden.

[0028] Um die Dachkantenbildung auf einen unvermeidbaren minimalen Wert zu begrenzen, ist es notwendig, den Kraftangriffspunkt des Unterwerkzeugs am Randstreifen möglichst in Blechkantennähe anzusetzen jedoch in der Weise, dass immer noch eine Flächenpressung im Sinne einer Hertz'schen Flächenpressung im Randstreifen stattfindet, also eine Linienpressung auf der Blechkante vermieden wird.

[0029] Durch einen geeigneten Bewegungsablauf für die horizontale und vertikale Bewegung des Unterwerkzeugs wird der Kraftangriffspunkt des Unterwerkzeugs am Randstreifen immer konstant gehalten, so dass der unverformte Endbereich der Blechkante immer auf einem konstanten und minimalen Wert gehalten wird.

[0030] Die flächige Kontaktierung wird dabei während des gesamten Anbiegevorganges aufrechterhalten, so dass die sonst zu Beginn des Anbiegens auftretenden Zwängungen in horizontaler Richtung und die dadurch verursachten lokalen Spannungsspitzen an der angefasten Blechkante sicher vermieden werden und plastische Deformationen aufgrund lokaler Spannungsüberschreitung ausgeschlossen sind.

[0031] Kinematisch bedingt verlagert sich der Kraftangriffspunkt auf dem Unterwerkzeug aufgrund der Horizontal- und Vertikalverstellung während des Biegevorgangs, so dass die Kontur der mit der Unterseite des Randstreifens in Kontakt tretenden Oberfläche des Unterwerkzeug so ausgebildet sein muss, dass während des gesamten Biegevorgangs eine Flächenpressung mindestens über eine Hertz'sche Pressung aufrechterhalten wird.

[0032] Realisiert werden kann dies dadurch, dass das Unterwerkzeug im Bereich des Kraftangriffspunktes bei Beginn des Biegevorgangs z. B. eine ebene Kontur aufweist, die in eine konvexe Kontur übergeht, oder die gesamte während des Anbiegens mit dem Randstreifen in Kontakt tretende Fläche des Unterwerkzeugs weist eine konvex gekrümmte Form auf.

[0033] Vorteilhaft muss zur Erzeugung unterschiedlicher Biegeradien nur noch ein entsprechendes Unterwerkzeug vorgehalten werden. Damit entfallen auch Rüstzeiten zum Werkzeugwechsel. Dies spart außerdem erhebliche Kosten bei der Beschaffung, Instandhaltung und Montage.

[0034] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der dargestellten Ausführungsbeispiele.

[0035] Es zeigen:

[0036] **Fig. 1** eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Anbiegepresse mit einem unter Last vertikal und horizontal verstellbaren Unterwerkzeug unmittelbar vor dem Anbiegen eines Randstreifens,

[0037] **Fig. 2** wie **Fig. 1a**, jedoch im fertig gebogenen Zustand.

[0038] In **Fig. 1** ist das Prinzip einer erfindungsgemäßen Anbiegepresse **11** mit einem vertikal und horizontal unter Last verstellbaren Unterwerkzeug **3** unmittelbar vor dem Anbiegen eines Randstreifens **2** eines Bleches dargestellt.

[0039] Zum Anbiegen des Randstreifens **2** ist das Blech außerhalb des anzubiegenden Randstreifenbereiches in einem Pressenrahmen **4** der Biegepresse **11** ortsfest eingespannt und unterhalb eines dem zu erzeugenden Biegeradius entsprechend konturierten Oberwerkzeuges **1** positioniert.

[0040] Der Endbereich **8** des anzubiegenden Randstreifens **2** ist für eine Verschweißung des UOE-geformten Schlitzrohres mit einer Fase **7** versehen.

[0041] Unterhalb des Endbereiches **8** des Randstreifens **2** ist das erfindungsgemäße unter Last vertikal und horizontal verschiebbar gelagerte Unterwerkzeug **3** angeordnet. Die mögliche Bewegungsrichtung des Unterwerkzeugs für die vertikale Richtung ist durch Pfeil **9** und für die horizontale Richtung durch Pfeil **10** gekenn-

zeichnet.

[0042] Erfindungsgemäß liegt der Kraftangriffspunkt P des Unterwerkzeuges **3** im Endbereich **8** des Randstreifens **2** in einem minimalen Abstand zur Blechkante, um die Ausbildung eines unverformten Endbereiches möglichst gering zu halten.

[0043] Das Unterwerkzeug **3** ist erfindungsgemäß so ausgebildet, dass eine permanent flächige Kontaktierung mindestens im Sinne einer Hertz'schen Pressung mit dem anzubiegenden Randstreifen **2** ermöglicht und so eine Blechkantendeformation weitestgehend vermieden wird.

[0044] Die Oberflächenkontur des Unterwerkzeuges **3** weist in der Kontaktebene mit dem Randstreifen **2** einen ebenen Abschnitt **5** auf, der im Arbeitsbereich des Unterwerkzeuges **3** in einen konvex ausgebildeten Abschnitt **6** übergeht.

[0045] Mit Beginn des Anbiegevorganges tritt erfindungsgemäß der ebene Abschnitt **5** der Arbeitsfläche des Unterwerkzeuges **3** flächig in Kontakt mit der Unterseite des Randstreifens **2**, wobei nur ein Teilbereich der Arbeitsfläche des Unterwerkzeuges **3** die Unterseite des Randstreifens **2** berührt.

[0046] Während des Anbiegens kommt es kinematisch bedingt, zu einer Relativverschiebung des Kraftangriffspunktes in der Kontaktebene zwischen Unterwerkzeug **3** und Randstreifen **2**.

[0047] Wie in **Fig. 2** dargestellt, wird das Unterwerkzeug **3** während des Anbiegevorganges vertikal und horizontal bis zur Endposition verfahren und zwar in der Weise, dass der Kraftangriffspunkt P während des Biegevorganges an der ursprünglichen Stelle des Endbereiches des Randstreifens **2** verbleibt, sich dieser aber auf der Arbeitsfläche des Unterwerkzeuges **3** in Richtung konvexem Abschnitt **6** verschiebt. Das Unterwerkzeug **3** wird dabei so verfahren, dass entweder die Horizontal- und Vertikalbewegungen gleichzeitig, z. B. linear erfolgen oder die Bewegungen stufenweise erfolgen.

[0048] Bedingt durch den permanenten flächigen Kontakt mit der Unterseite des Randstreifens **2** werden dadurch linienförmige Beanspruchungen und daraus resultierende Spannungsspitzen mit plastischen Deformationen im Endbereich **8** des Randstreifens **2** und insbesondere an der Fase **7** sicher vermieden.

Bezugszeichenliste

Nr.	Bezeichnung
1	Oberwerkzeug
2	Randstreifen
3	Unterwerkzeug
4	Pressenrahmen
5	ebener Abschnitt Arbeitsfläche
6	konvexer Abschnitt Arbeitsfläche
7	Fase
8	Endbereich
9	vertikale Bewegung Unterwerkzeug
10	horizontale Bewegung Unterwerkzeug
11	Anbiegepresse
P	Kraftangriffspunkt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anbiegen der Randstreifen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches, in einer Anbiegepresse mit einem im Pressenrahmen fest angeordneten und entsprechend der zu erreichenden Biegekontur konturierten Oberwerkzeug und einem diesem gegenüberliegenden vertikal verschiebbaren Unterwerkzeug, zwischen denen der Randstreifen des ortsfest im Pressenrahmen eingespannten Bleches zu der gewünschten Randkontur in einem Arbeitsschritt angebogen wird, wobei schon mit Beginn des Anbiegevorganges

ganges die in Kontakt mit der Unterseite des Randstreifens tretende Arbeitsfläche des Unterwerkzeuges mindestens im Sinne einer Hertz'schen Pressung flächig zur Anlage kommt, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese flächige Kontaktierung in einem minimalen und bezogen auf den Kraftangriffspunkt konstanten Abstand zur Blechkante während des gesamten Anbiegevorganges durch eine koordinierte horizontale und vertikale Bewegung des Unterwerkzeuges mittels verstellbarer Pressenstempel aufrechterhalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Horizontal- und Vertikalbewegungen gleichzeitig erfolgen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Horizontal- und Vertikalbewegungen linear ausgeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Horizontal- und Vertikalbewegungen nacheinander stufenförmig ausgeführt werden.

5. Anbiegepresse zum Anbiegen der Randstreifen eines zu einem Schlitzrohr zu formenden ebenen Bleches, mit einem im Pressenrahmen fest angeordneten und entsprechend dem zu erreichenden Biegeradius konturierten Oberwerkzeug und einem diesem gegenüber liegenden vertikal verschiebbaren Unterwerkzeug, zwischen denen der Randstreifen des ortsfest im Pressenrahmen eingespannten Bleches zu der gewünschten Randkontur anbiegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterwerkzeug (**3**) mindestens in der Kontaktbene mit dem Randstreifen (**2**) während des Anbiegens eine flächige Kontaktierung ermöglichende Oberflächenkontur aufweist und sowohl vertikal (**9**) wie auch horizontal (**10**) unter Last verfahrbar gelagert ist, wobei der Verfahrbereich in horizontaler und vertikaler Richtung mindestens so groß ist, dass bezogen auf den Kraftangriffspunkt (P) des Unterwerkzeugs (**3**) ein minimaler und konstanter Abstand zur Blechkante während des gesamten Anbiegevorganges realisiert wird und die Verfahrbarkeit des Unterwerkzeuges (**3**) in horizontaler und vertikaler Richtung über verstellbare Pressenstempel realisiert wird.

6. Anbiegepresse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenkontur der Arbeitsfläche des Unterwerkzeugs (**3**) aus einem konvex ausgebildeten Abschnitt (**6**) besteht.

7. Anbiegepresse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenkontur der Arbeitsfläche des Unterwerkzeugs (**3**) aus einem ebenem Abschnitt (**5**) und einem konvex ausgebildeten Abschnitt (**6**) besteht.

8. Anbiegepresse nach den Ansprüchen 5 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Pressenstempel hydraulisch angetrieben sind.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen