

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50596/2012
(22) Anmeldetag: 17.12.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2014

(51) Int. Cl. : **B21D 5/02** (2006.01)

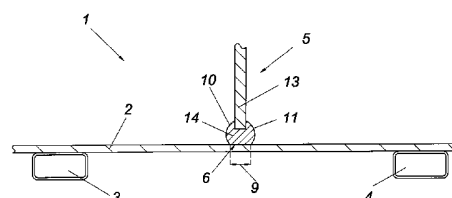
(56) Entgegenhaltungen:
EP 0993882 A1 DE 3544056 A1
JP H0810852 A DE 4310773 A1
WO 2012092909 A1

(73) Patentanmelder:
VOESTALPINE STAHL GMBH
4020 LINZ (AT)
(72) Erfinder:
Klein Martin Mag.
Linz (AT)
Hubmer Gerhard Mag. Dipl.Ing. Dr.
Marchtrenk (AT)

(54) **Freies Biegeverfahren zum Abkanten eines Blechs**

(57) Es wird ein freies Biegeverfahren zum Abkanten eines Blechs (2), insbesondere Stahlblechs, mit einer Streckgrenze > 500 MPa gezeigt, bei dem das auf zwei Auflager (3, 4) lastende Blech (2) über einen, einen Stempelboden (6) aufweisenden Stempel (5, 15) mit einem Biegemoment belastet wird. Um eine Dachbildung (7) am abgekanteten Blech (2) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass das Blech (2) beim Biegen durch den Stempelboden (6) des Stempels (5, 15) mit einem mindestens bereichsweise konstanten Biegemoment streckenbelastet wird.

FIG.1



Zusammenfassung:

Es wird ein freies Biegeverfahren zum Abkanten eines Blechs (2), insbesondere Stahlblechs, mit einer Streckgrenze > 500 MPa gezeigt, bei dem das auf zwei Auflager (3, 4) lastende Blech (2) über einen, einen Stempelboden (6) aufweisenden Stempel (5, 15) mit einem Biegemoment belastet wird. Um eine Dachbildung (7) am abgekanteten Blech (2) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass das Blech (2) beim Biegen durch den Stempelboden (6) des Stempels (5, 15) mit einem mindestens bereichsweise konstanten Biegemoment streckenbelastet wird.

Die Erfindung betrifft ein freies Biegeverfahren zum Abkanten eines Blechs, insbesondere Stahlblechs, mit einer Streckgrenze $> 500\text{MPa}$, bei dem das auf zwei Auflager lastende Blech über einen, einen Stempelboden aufweisenden Stempel mit einem Biegemoment belastet wird.

Aus dem Stand der Technik sind freie Biegeverfahren bekannt, mit denen ein Blech über einen spitz zulaufenden oder auch abgerundeten Stempel und unter Verzicht auf ein Gesenk oder einen Gegenhalter abgekantet wird. Ein freies Biegeverfahren kann zwar mit einem derartigen, vergleichsweise kostengünstigen Biegewerkzeug durchgeführt werden, nachteilig treten ohne Gesenk oder Gegenhalter jedoch oftmals unerwartete Biegeergebnisse auf, was sich unter anderem bei höherfesten, hochfesten und ultrahochfesten Blechen (Stahlblechen oder Leichtmetallblechen) in einem dachförmigen Verlauf der Biegezone zeigte.

Zudem ist bei einem Rundbiegen in einem Gesenk bekannt (DE3017758A1), einen Stempel mit einem abgeflachten Stempelboden zu verwenden, um damit eine hohe Genauigkeit im Rundbiegen zu erreichen. Der Stempel kann auch mit einem Stempelboden ausgestattet sein, der einen zurückspringenden Bodenbereich aufweist, um damit das Blech mit einem konstanten Biegemoment streckenzubelasten.

Die Erfindung hat sich ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik die Aufgabe gestellt, ein freies Biegeverfahren derart zu verbessern, dass damit selbst Bleche mit einer Streckgrenze $> 500\text{MPa}$ kostengünstig und ohne Dachbildung abgekantet werden können.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens dadurch, dass das Blech beim Biegen durch den Stempelboden des Stempels mit einem mindes-

tens bereichsweise konstanten Biegemoment streckenbelastet wird, um eine Dachbildung am abgekanteten Blech zu vermeiden.

Wird das Blech beim Biegen durch den Stempelboden des Stempels mit einem mindestens bereichsweise konstanten Biegemoment streckenbelastet, kann sich trotz Verzicht auf Gegenhalter und/oder Gesenk ein freies Biegeverfahren für höherfeste, hochfeste sowie ultrahochfeste Bleche (Stahlblechen bzw. Leichtmetallblechen) ergeben – und zwar ohne Dachbildung. In kritischen Zonen der Plastifizierung am Blechmaterial kann nämlich mit konstantem Biegemoment streckenbelastet werden, was die Gefahr einer Dachbildung verfahrenssicher reduziert. Eine vergleichsweise hohe Reproduzierbarkeit des erfindungsgemäßen freien Biegeverfahrens kann damit gewährleistet werden. Zudem können dadurch selbst bei einem Stahlblech mit einer Streckgrenze > 500 MPa erhöhte lokale Verformungsgrade vermieden und ein mögliches Materialversagen somit verringert werden. Des Weiteren kann das erfindungsgemäße freie Biegeverfahren auch zu einer gleichmäßigeren Krümmung im Bereich der Biegestelle führen, wodurch eine eventuelle Ausbildung von außenliegenden Rissen oder innenliegenden Quetschfalten ebenso vermieden werden kann. Das derart abgekantete Blech kann das Verfahren daher auch mit einer im Biegebereich gleichmäßig erhöhten mechanischen Festigkeit verlassen. Außerdem kann unter Verzicht auf einen Gegenhalter und/oder eines Gesenks für das erfindungsgemäße Verfahren ein vergleichsweise kostengünstiges Biegewerkzeug ausreichen.

Im Allgemeinen wird erwähnt, dass unter höherfesten, hochfesten sowie ultrahochfesten Blechen, jene Bleche verstanden werden können, die hochlegiert, vergütet und/oder thermomechanisch behandelt wurden. Hierbei sind Bleche mit einer Mindeststreckgrenze R_e über 500 MPa, bevorzugt über 700 MPa vorstellbar. Im Allgemeinen wird weiter erwähnt, dass es bei Blechsorten mit hoher Mindeststreckgrenze (über 500 MPa) bei bestimmten Geometrieverhältnissen der Stempel bzw. Kantwerkzeuge zur Dachbildung kommt. Das bedeutet, dass sich Kantinnenradien kleiner als die Stempel- bzw. Werkzeugradien einstellen können. Die Dachbildung

ergibt sich aus hohen lokalen Dehnungen unterhalb des Stempel- bzw. Werkzeug-scheitels.

Wird das Blech über einen flachen Stempelboden streckenbelastet, kann ein konstantes Biegemoment über eine Strecke am Blech vorgegeben werden. Zudem sind derartige Stempel kostengünstig herzustellen bzw. zu warten, was die Handhabung des Verfahrens erleichtern kann.

Alternativ zu einem flachen Stempelboden ist auch vorstellbar, dass das Blech über einen Stempelboden streckenbelastet wird, der eine Ausnehmung aufweist.

Das freie Biegeverfahren kann hinsichtlich der Anforderungen an den Biegeradius handhabungsfreundlich angepasst werden, wenn am Stempelhalter des Stempels ein auswechselbarer Biegekopf bzw. Druckfinne befestigt wird, der den Stempelboden ausbildet. Zudem ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren, verschiedenste Biegeeinsätze handhabungsfreundlich entsprechend den unterschiedlichen Blechdicken auszuwechseln.

Ein freies Biegeverfahren kann verbessert werden, indem hierbei ein Stempel mit einem zur Erzeugung einer Streckenbelastung, die mindestens bereichsweise konstantes Biegemoment aufweist, ausgebildeten Stempelboden verwendet wird, ein Blech mit einer Streckgrenze $> 500\text{MPa}$ abzukanten, weil damit eine Dachbildung am abgekanteten Blech vermieden werden kann. Insbesondere bei einem hochfesten Stahlblech, das eine hohe Mindeststreckgrenze aufweist, kann sich solch ein Stempel bewähren, die auftretenden Verformungen in der Hauptverformungszone am Blech zu vergleichmäßigen und damit eine Dachbildung im Blechverlauf zu vermeiden.

Einfache Konstruktionsverhältnisse am Stempel können sich ergeben, wenn der Stempelboden wenigstens bereichsweise flach ausgeführt ist.

Alternativ oder zusätzlich zu einem flachen Stempelboden kann der Stempelboden eine Ausnehmung aufweisen, um damit die Kontaktfläche zwischen Stempel und Blech am Beginn des freien Biegens zu reduzieren.

Laufen die Stempelflanken des Stempels über je eine gekrümmte Querschnittskontur dem Stempelboden zu, kann mit konstantem Biegemoment der Kantenradius entsprechend der Stempelgeometrie eingestellt werden.

Der erfindungsgemäße Stempel kann vielfältig eingesetzt werden, wenn der Stempel einen Stempelhalter und einen am Stempelhalter auswechselbar befestigten Biegekopf aufweist, der den Stempelboden ausbildet.

In den Figuren ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise anhand eines Biegewerkzeugs dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht zu einem mit einem umzuformenden Blech versehenen erfindungsgemäßen Biegewerkzeug,

Fig. 2 eine Schnittansicht zu einem gemäß dem Stand der Technik abgekanteten Blech mit Dachbildung,

Fig. 3 eine Schnittansicht zu einem gemäß der Erfindung abgekanteten Blech und

Fig. 4 eine alternative Ausführung zum nach Fig. 1 dargestellten Stempel.

In Fig. 1 ist nach einem ersten Ausführungsbeispiel ein Biegewerkzeug 1 dargestellt, mit dem ein Blech 2 umgeformt wird und zwar nach einem freien Biegeverfahren. Zu diesem Zweck umfasst das Biegewerkzeug 1 zwei Auflager 3, 4, auf denen das Blech 2 lastet, und einen zwischen den Auflagern 3 und 4 vorgesehenen Stempel 5, dessen Stempelboden 6 das Blech 2 auf Biegung mechanisch belastet. Um eine Dachbildung an einem ohne Gegenhalter oder Gesenk abgekanteten Blech 2 zu vermeiden, ist der Stempelboden 6 flach ausgeführt, wie dies der Fig. 1 entnommen werden kann. Dadurch sind die aus dem Stand der Technik bei hochfesten Stahlblechen bekannten Biegeradien mit dachförmigen Verlauf 7 zu vermeiden, wie diese nach Fig. 2 dargestellt sind.

Figur 3 zeigt, dass derartige Biegeradien mit dachförmigen Verlauf 7 aufgrund erhöhter Materialbeanspruchung erfindungsgemäß vermieden werden können. Wie dem Verlauf 8 nach Fig.3 außerdem zu entnehmen, ergibt sich eine gleichmäßige Krümmung. Entgegen den aus dem Stand der Technik bekannten freien Biegeverfahren - mit einem Ergebnis nach Fig. 2 - wird das Blech 2 beim erfindungsgemäßen freien Biegeverfahren von Anfang an sowie während seiner Plastifizierung mit einem konstanten Biegemoment streckenbelastet, zumindest über die Strecke 9 des Blechs 2.

Wie in Fig. ⁴3 weiter erkannt werden kann, laufen die Stempelflanken 10, 11 des Stempels 5 jeweils über eine gekrümmte Querschnittskontur 12 dem Stempelboden 6 zu. Dadurch werden Oberflächenbeschädigungen und vorzeitiger Verschleiß des Stempels verbessert vermieden.

Um unterschiedlichen Biegeradien und/oder Blechdicken entsprechen zu können, weist der schwertförmige Stempel 5 einen Stempelhalter 13 und einen Biegekopf 14 auf. Der auf den Stempelhalter 13 aufgesteckte Biegekopf 14 kann ausgewechselt werden und formt auch den Stempelboden 6 aus.

Zum Unterschied zum nach Fig. 1 dargestellten Stempel 5 weist der nach Fig. 4 dargestellte Stempel 15 einen Stempelboden 6 mit einer Ausnehmung 16 in Form eines zurückspringenden Bodenbereichs auf. Damit kann die Kontaktfläche mit dem Blech 2 verringert werden, was Oberflächenbeschädigungen am Blech 2 am Beginn des freien Biegens vermeiden kann.

Im Allgemeinen wird erwähnt, dass der Stempelboden 6 nicht nur von einem Biegekopf 14 bzw. einer Druckfinne, sondern auch von zwei Biegeköpfen 14 bzw. Druckfinnen ausgebildet werden kann, um damit die 4-Punkt Biegung des streckenbelasteten Blechs 2 auf zwei Auflager 3, 4 auszubilden.

Patentansprüche:

1. Freies Biegeverfahren zum Abkanten eines Blechs (2), insbesondere Stahlblechs, mit einer Streckgrenze > 500 MPa, bei dem das auf zwei Auflager (3, 4) lastende Blech (2) über einen, einen Stempelboden (6) aufweisenden Stempel (5, 15) mit einem Biegemoment belastet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech (2) beim Biegen durch den Stempelboden (6) des Stempels (5, 15) mit einem mindestens bereichsweise konstanten Biegemoment streckenbelastet wird, um eine Dachbildung (7) am abgekanteten Blech (2) zu vermeiden.
2. Freies Biegeverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech über einen flachen Stempelboden (6) streckenbelastet wird.
3. Freies Biegeverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech über einen Stempelboden (6) streckenbelastet wird, der eine Ausnehmung (16) aufweist.
4. Freies Biegeverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass am Stempelhalter (13) des Stempels (5, 15) ein auswechselbarer Biegekopf (14) befestigt wird, der den Stempelboden (6) ausbildet.
5. Verwendung eines Stempels (5, 15) mit einem zur Erzeugung einer Streckenbelastung, die mindestens bereichsweise konstantes Biegemoment aufweist, ausgebildeten Stempelboden (6) bei einem freien Biegeverfahren eines Blechs (2), insbesondere Stahlblechs, mit einer Streckgrenze > 500 MPa zur Vermeidung einer Dachbildung (7) am abgekanteten Blech (2).
6. Verwendung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempelboden (6) wenigstens bereichsweise flach ausgeführt ist.

- 2 -

7. Verwendung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempelboden (6) eine Ausnehmung (16) aufweist.
8. Verwendung nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Stempelflanken (10, 11) des Stempels (5, 15) jeweils über eine gekrümmte Querschnittskontur (12) dem Stempelboden (6) zulaufen.
9. Verwendung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (5, 15) einen Stempelhalter (13) und einen am Stempelhalter (13) auswechselbar befestigten Biegekopf (14) aufweist, der den Stempelboden (6) ausbildet.

FIG. 1

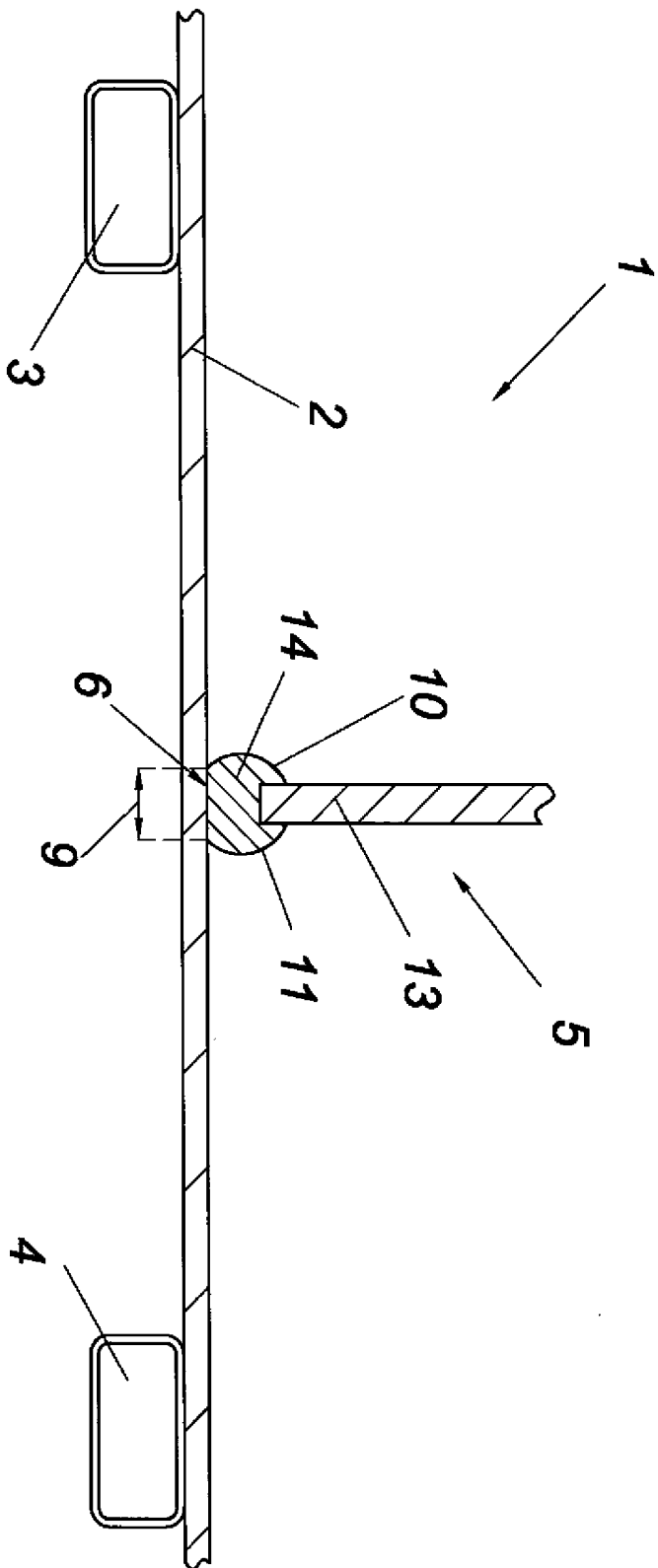


FIG.2

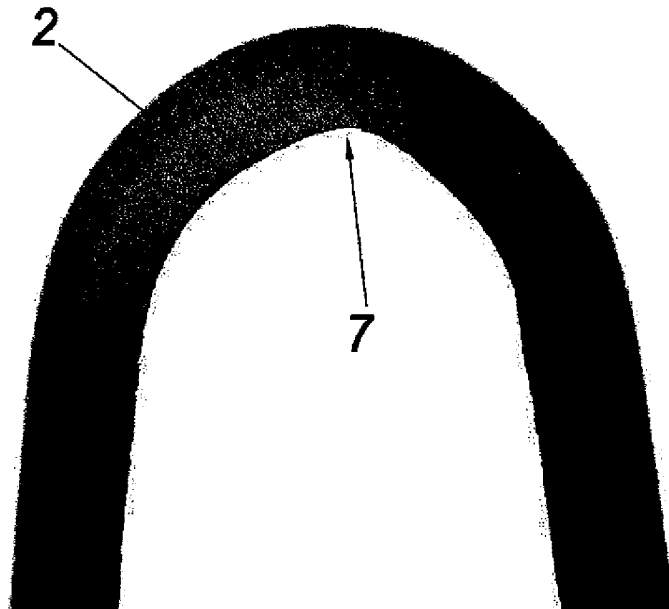


FIG.3

