(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 446 064 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.04.2020 Patentblatt 2020/17

(21) Anmeldenummer: **10725185.2**

(22) Anmeldetag: **17.06.2010**

(51) Int Cl.:
C21D 1/06 *(2006.01)* ***C21D 1/673*** *(2006.01)*
C21D 6/00 *(2006.01)* ***C22C 38/20*** *(2006.01)*
C21D 1/18 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/058527

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/149561 (29.12.2010 Gazette 2010/52)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES WARMPRESSGEHÄRTETEN BAUTEILS UND VERWENDUNG EINES STAHLPRODUKTS FÜR DIE HERSTELLUNG EINES WARMPRESSGEHÄRTETEN BAUTEILS**

METHOD FOR PRODUCING A HOT PRESS HARDENED COMPONENT AND USE OF A STEEL PRODUCT FOR PRODUCING A HOT PRESS HARDENED COMPONENT

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PIÈCE TREMPÉE À CHAUD SOUS PRESSE ET UTILISATION D'UN PRODUIT EN ACIER POUR LA FABRICATION D'UNE PIÈCE TREMPÉE À CHAUD SOUS PRESSE

(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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.06.2009 DE 102009030489**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2012 Patentblatt 2012/18

(73) Patentinhaber: **Outokumpu Nirosta GmbH**
47807 Krefeld (DE)

(72) Erfinder: **RATTE, Evelin**
47829 Krefeld (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 354 649
EP-A1- 2 145 970
WO-A1-2006/045383
DE-B1- 1 533 381
DE-T2- 69 423 930
FR-A1- 2 864 108

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).

EP 2 446 064 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines warmpressgehärteten Bauteils und eine Verwendung eines Stahlproduktes zur Herstellung eines warmpressgehärteten Bauteils.

[0002] Um die im modernen Karosseriebau bestehende Forderung nach geringem Gewicht bei gleichzeitig maximaler Festigkeit und Schutzwirkung zu erfüllen, werden heutzutage in solchen Bereichen der Karosserie, die im Fall eines Crashs besonders hohen Belastungen ausgesetzt sein können, aus hochfesten Stählen warmpressgeformte Bauteile eingesetzt.

[0003] Beim Warmpresshärten werden Stahlplatinen, die von kalt- oder warmgewalztem Stahlband abgeteilt sind, auf eine in der Regel oberhalb der Austenitisierungstemperatur des jeweiligen Stahls liegende Verformungstemperatur erwärmt und im erwärmten Zustand in das Werkzeug einer Umformpresse gelegt. Im Zuge der anschließend durchgeführten Umformung erfährt der Blechzuschnitt bzw. das aus ihm geformte Bauteil durch den Kontakt mit dem kühlen Werkzeug eine schnelle Abkühlung. Die Abkühlraten sind dabei so eingestellt, dass sich im Bauteil Härtegefüge ergibt. Dabei kann es ausreichend sein, wenn das Bauteil ohne aktive Kühlung alleine durch den Kontakt mit dem Werkzeug abkühlt. Unterstützt werden kann eine schnelle Abkühlung jedoch auch dadurch, dass das Werkzeug selbst aktiv gekühlt wird.

[0004] Wie im Artikel "Potenziale für den Karosserieleichtbau", erschienen in der Messezeitung der ThyssenKrupp Automotiv AG zur 61. Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt, 15. - 25. Sept. 2005, berichtet, wird das Warmpresshärten in der Praxis insbesondere für die Herstellung von hochfesten Karosseriebauteilen aus borlegierten Stählen angewendet. Ein typisches Beispiel für einen solchen Stahl ist unter der Bezeichnung "22MnB5" bekannt und im Stahlschlüssel 2004 unter der Werkstoffnummer 1.5528 zu finden.

[0005] Den Vorteilen der bekannten MnB-Stählen steht in der Praxis jedoch der Nachteil gegenüber, dass hochmanganhaltige Stähle zu unbeständig gegen Nasskorrosion und nur schwer zu passivieren sind. Diese im Vergleich zu niedriger legierten Stählen bei Einwirken erhöhter Chloridionen-Konzentrationen große Neigung zu lokal zwar begrenzter, jedoch intensiver Korrosion macht die Verwendung von zur Werkstoffgruppe der hochlegierten Stahlbleche gehörenden Stählen gerade im Karosseriebau schwierig. Zudem neigen hochmanganhaltige Stähle zu Flächenkorrosion, wodurch das Spektrum ihrer Verwendung ebenfalls einschränkt wird.

[0006] Daher ist vorgeschlagen worden, auch Stahlflachprodukte, die aus hochmanganhaltigen Stählen erzeugt sind, in an sich bekannter Weise mit einem metallischen Überzug zu versehen, der den Stahl vor korrosivem Angriff schützt. Dabei ergab sich allerdings das Problem, dass sich solche Stahlflachprodukte nur schlecht benetzen lassen und infolgedessen die bei einer Kaltverformung von dem Überzug erforderliche Haftung auf dem Stahlsubstrat unzureichend ist.

[0007] Es sind eine große Zahl von Vorschlägen gemacht worden, um aus einem hochmanganhaltigen Stahl erzeugte Stahlflachprodukte mit einem vor Korrosion schützenden Überzug zu versehen, der den in der Praxis gestellten Anforderungen gerecht wird (DE 10 2005 008 410 B3, WO 2006/042931 A1, WO 2006/042930, DE 10 2006 039 307 B3 und viele andere). Diesen Vorschlägen gemeinsam ist, dass das jeweils zu beschichtende Stahlflachprodukt in einem aufwändigen und aufgrund der zu beachtenden Bedingungen prozesstechnisch schwer zu beherrschenden Glühschritt geglüht werden muss, um anschließend in einem geeigneten Beschichtungsverfahren mit dem Korrosionsschutzüberzug versehen zu werden. Des Weiteren wurde aufgezeigt, dass die Beschichtung der Stahlflachprodukte insbesondere an den Rollen der Öfen zu Abrieb führt. In Folge dieses Verschleißes sind ein frühzeitiger Austausch oder andere Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich, mit denen lange Stillstandszeiten verbunden sind.

[0008] Neben dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist aus der DE 15 33 381 B1 die Verwendung eines Stahls zur Herstellung von Rasierklingen beschrieben, wobei es sich dabei insbesondere um dünne bandförmige Rasierklingen handelt, die auf eine Dicke von maximal 0,038 mm heruntergewalzt wurden. Diese Klingen werden einer Wärmebehandlung unterzogen, die eine anfängliche Erhitzung auf eine Temperatur zwischen 1000 und 1150 °C umfasst, auf die eine Abkühlung auf Raumtemperatur folgt, wobei die Abkühlung zwischen wassergekühlten Blöcken durchgeführt wird. Eine anschließende weitere Abkühlung auf unter 0 °C und eine damit verknüpfte Vergütung bei Temperaturen zwischen 100 und 450 °C für kurze Zeit sollen dabei zu einer maximalen Vickershärte führen. Erst nach einer solchen Wärmebehandlung erfolgt die Bearbeitung der Schneidkanten der kalten Klinge.

[0009] In der DE 694 23 930 T2 ist des Weiteren ein rostfreier Martensitstahl beschrieben, der sich einfach verarbeiten lassen soll und dabei eine gute Warm- und Kaltverformbarkeit bzw. Schmiedbarkeit, gute mechanische Eigenschaften aufweisen und sich zudem gut Wärmebehandeln lassen soll. Dabei wird betont, dass manche martensitischen Stahlsorten weichgeglüht werden, wenn der betreffende Werkstoff anspruchsvollen Verarbeitungsgängen unterzogen werden soll.

[0010] In der FR 2 864 108 A1 ist schließlich rostfreier Stahl beschrieben, der eine austenitische Mikrostruktur mit einer homogenen Verteilung an Martensit-Inseln zwischen 0,1 bis 0,2 Vol.-% aufweist. Die Möglichkeit, einen solchen Stahl durch Warmpressformen zu einem Bauteil zu verformen, das durch unmittelbar auf die Warmformgebung folgendes Härten die geforderte Festigkeit erhält, ist nicht erwähnt.

[0011] Vor diesem Hintergrund bestand die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren zu nennen, mit dem sich

hochfeste, vor korrosiven Angriffen geschützte Bauteile einfacher herstellen lassen als mit den voranstehend erwähnten bekannten Verfahren.

[0012] Darüber hinaus sollte eine Verwendung eines Stahlprodukts genannt werden, welches sich besonders gut für eine vereinfachte Herstellung von hochfesten Bauteilen eignet, die unempfindlich gegen Korrosion sind.

[0013] In Bezug auf das Verfahren ist diese Aufgabe dadurch gelöst worden, dass erfindungsgemäß bei der Herstellung eines hochfesten Bauteils aus einem Stahlflachprodukt die in Anspruch 1 angegebenen Arbeitsschritte durchlaufen werden.

[0014] In Bezug auf die Verwendung besteht die Lösung der oben genannten Aufgabe erfindungsgemäß darin, dass erfindungsgemäß für die Herstellung eines Bauteils ein Stahlflachprodukt nach Maßgabe des Anspruchs 12 verwendet wird.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend wie der allgemeine Erfindungsgedanke im Einzelnen erläutert.

[0016] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich eine bestimmte Klasse von an sich bekannten nicht rostenden Stählen zum Warmpresshärten eignet. Neben einem optimalen Gebrauchs- und Korrosionsverhalten im praktischen Einsatz hat die erfindungsgemäße Verwendung solcher nicht rostender Stähle für das Warmpresshärten den Vorteil, dass weder während der Warmformgebung noch während des Härtungsvorgangs trotz der dabei gegebenen hohen Temperaturen die Gefahr einer Korrosion besteht. Stattdessen schützen die in dem erfindungsgemäß verwendeten Stahl enthaltenen Legierungsbestandteile das verarbeitete Stahlprodukt auch während dieser Verfahrensschritte vor korrosiven Angriffen. Infolgedessen können bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise und Verwendung hochfeste und optimal vor Korrosion geschützte Bauteile durch Warmpresshärten erzeugt werden, ohne dass dazu die bei niedrig legierten Stählen des bisher für das Warmpresshärten eingesetzten Typs stets erforderlich Schutzmaßnahmen ergriffen werden. So ist es bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise weder erforderlich, das jeweils verarbeitete Stahlprodukt mit einem vor Korrosion schützenden Überzug zu versehen, noch müssen bei der Erwärmung besondere Vorkehrungen zum Schutz des Stahlproduktes vor Korrosion oder zur Herstellung einer bestimmten Oberflächenbeschaffenheit getroffen werden.

[0017] Eine erste Gruppe der für das Presshärten geeigneten Stähle sind die unstabilisierten Ferrite, zu denen beispielsweise der unter der Werkstoffnummer 1.4003 genormte Stahl zählt. Ferritische Stähle können beim Abschrecken von Temperaturen oberhalb der Austenitisierungstemperatur vollständig oder teilweise martensitisch umwandeln. Diese Stähle eignen sich vor allem für das direkte Presshärten, können aber auch in indirekten Verfahren umgeformt werden.

[0018] Beim direkten, auch "einstufig" genannten Presshärten wird eine aus einem geeigneten Stahlflachprodukt konfektionierte Blechplatine in einem Zug zu dem jeweiligen Bauteil geformt und der zum Einstellen der jeweils gewünschten Härte erforderlichen Wärmebehandlung unterzogen.

[0019] Beim indirekten, auch "zweistufig" genannten Pressformhärten wird die jeweilige Blechplatine in einem ersten Schritt zu dem jeweiligen Bauteil geformt. Das erhaltene Bauteil wird dann auf Härtetemperatur erwärmt und in einem weiteren Pressformwerkzeug im Zuge einer abschließenden Pressformgebung in der für die Einstellung des jeweils gewünschten Härtegefüges erforderlichen Weise wärmebehandelt.

[0020] Eine weitere Gruppe der für das Presshärten geeigneten nicht rostenden Stähle sind Martensite. Diese Stähle weisen oberhalb von 900 bis 1000 °C ein austenitisches Gefüge mit einer hohen Löslichkeit für Kohlenstoff auf. Während ihrer Abkühlung entsteht Martensit. Als typische Vertreter dieser Stahlsorte sind die unter den Werkstoffnummern 1.4021 und 1.4034 bekannten Stähle zu nennen.

[0021] Auch martensitisch-ferrritische Stähle, bei denen das Gefüge neben Martensit höhere Anteile an Ferrit enthält, können pressformgehärtet werden. Zu dieser Gruppe von Stählen zählt beispielsweise der unter der Werkstoffnummer 1.4006 genormte Stahl.

[0022] Typische martensitische Stähle weisen Kohlenstoffgehalte von 0,08 - 1 Gew.-% auf. Sie werden an Luft gehärtet. Ihre mechanische Festigkeit kann aber durch Abschrecken mit höheren Abkühlraten weiter erhöht werden.

[0023] Martensitische Stähle mit geringen C-Gehalten bis max. 0,06 % werden teilweise mit bis zu 6 % Nickel legiert. Diese Zusammensetzung bewirkt, dass nach dem Vergüten teilweise Austenit entsteht. Stähle dieser Art werden als "nickelmartensitisch" oder auch "supermartensitisch" bezeichnet. Solche Stähle eignen sich vor allem für das direkte Presshärten, können aber auch in indirekten Verfahren umgeformt werden.

[0024] Bei ausscheidungshärtenden Stählen, wie beispielsweise dem unter der Werkstoffnummer 1.4568 geführten Stahl, führt nach dem Lösungsglühen und Abschrecken die Ausscheidung intermetallischer Verbindungen sowie von Carbiden, Nitriden und Kupferphasen aus dem martensitischen Gefüge zu einer erhöhten Festigkeit. Im direkten Presshärten können auf diesem Wege Festigkeiten bis etwa 1000 MPa erreicht werden. Nach einer anschließenden Anlassbehandlung kann die Festigkeit um bis zu 500 MPa angehoben werden. Durch die gute Kaltumformbarkeit sind diese Stähle auch für indirekte Verfahren gut geeignet. Ebenfalls besteht durch Einbringen einer gleichmäßigen Kaltverformung (Nachwalzen) vor dem Umformen ein weiteres Härtungspotenzial.

[0025] Im Ergebnis erlaubt die erfindungsgemäße Verwendung von einem nicht rostenden Stahlprodukt für die Herstellung von warmpressgehärteten Bauteilen und die sich daraus ergebende Verfahrensweise eine gegenüber dem

Stand der Technik des Warmpresshärtens deutlich vereinfachte Herstellung von Bauteilen, die hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften und ihres Korrosionsschutzes optimal für anspruchsvolle Anwendungen, wie beispielsweise den Bau von Automobilkarosserien, geeignet sind.

[0026] Ein erfindungsgemäß warmpressgehärtetes Bauteil wird aus einem Stahlprodukt erzeugt, das aus einem nicht rostenden Stahl besteht, der als Pflichtbestandteile (in Gew.-%) C: 0,010 - 1,200 %, P: bis zu 0,1 %, S: bis zu 0,1 %, Si: 0,10 - 1,5 %, Cr: 10,5 - 20,0 % und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält.

[0027] Durch die in einem erfindungsgemäß verwendeten Stahl enthaltene, im Bereich von 0,01 - 1,2 Gew.-% liegende Menge an Kohlenstoff lässt sich die Martensithärte des Stahls steuern. Optimale Eigenschaften des erfindungsgemäß durch Warmpresshärten erzeugten Bauteils ergeben sich in dieser Hinsicht dann, wenn der erfindungsgemäß verwendete Stahl 0,01 - 1,0 Gew.-% C, insbesondere 0,01 - 0,5 Gew.-%, enthält.

[0028] Gehalte von 0,1 - 1,5 Gew.-% Si wirken als Antioxidant und erhöhen die Festigkeit des Stahls.

[0029] Der hohe Cr-Anteil erfindungsgemäß verwendeter Stähle trägt insbesondere im Hochtemperatureinsatz wesentlich zur Korrosionsbeständigkeit bei. Er führt bei Raumtemperatur wie auch bei hohen Temperaturen zur Bildung einer Cr-Oxidschicht auf der Oberfläche, so dass das erfindungsgemäß verarbeitete Stahlprodukt weder während der Wärmebehandlung noch im späteren praktischen Einsatz einen zusätzlichen Korrosionsschutz benötigt. Der Cr-Anteil im Werkstoff ist bei hohen Temperaturen, wie sie bei der erfindungsgemäßen Erwärmung auf die jeweilige Austenitisierungstemperatur TA vorliegen, formstabiler als bei den konventionell für das Warmpresshärten verwendeten, korrosionsempfindlichen MnB-Güten. Dementsprechend einfacher ist es, erfindungsgemäß verwendete Stahlprodukte bei hohen Temperaturen zu verarbeiten. Insbesondere kann auch der Transport von der Erwärmungseinrichtung bis zum Einlegen in das jeweilige Presswerkzeug ohne die Gefahr einer das Verarbeitungsergebnis beeinträchtigenden Oxidation der Oberfläche an Umgebungsluft erfolgen. Ein optimal ausgewogenes Verhältnis an Legierungskosten und positiven Wirkungen des Cr-Anteils eines erfindungsgemäß verwendeten Stahls ergibt sich dann, wenn sein Cr-Gehalt zwischen 11 und 19 Gew.-%, insbesondere 11 - 15 Gew.-%, liegt.

[0030] Die Gehalte an P und S sind jeweils auf 0,1 Gew.-% beschränkt, um negativen Auswirkungen dieser Elemente auf die mechanischen Eigenschaften des erfindungsgemäß verarbeiteten Stahls vorzubeugen.

[0031] Neben den voranstehend genannten Pflichtbestandteilen kann der erfindungsgemäß verwendete Stahl optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit der Maßgabe enthalten, dass die betreffenden Elemente - sofern anwesend - jeweils in folgenden Gehalten vorhanden sind (Angaben in Gew.-%) Mn: 0,10 - 3,0 %, Mo: 0,05 - 2,50 %, Ni: 0,05 - 8,50 %, Cu: 0,050 - 3,00 %, N: 0,01 - 0,2 %, Ti: bis zu 0,02 %, Nb: bis zu 0,1 %, B: bis zu 0,1 %, V: bis zu 0,2 %, Al: 0,001 - 1,5 %, Ca: 0,0005 - 0,003 %, As: 0,003 - 0,015 %, Sn: 0,003 - 0,01 %, Sb: 0,002 - 0,01 %, Pb: bis zu 0,01 %, Bi: bis zu 0,01 % und H: bis zu 0,0025 %.

[0032] Die Anwesenheit von Mn in Gehalten von 0,10 - 3,0 Gew.-% unterstützt die gewünschte Austenitbildung bei hohen Temperaturen, so dass das erfindungsgemäß angestrebte Härtegefüge gebildet wird.

[0033] Molybdän in Gehalten von 0,05 - 2,50 Gew.-% trägt zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit bei.

[0034] Nickel kann in einem erfindungsgemäß verwendeten nicht rostenden Stahl in Gehalten von 0,05 - 8,50 Gew.-%, insbesondere 0,05 - 7,0 Gew.-%, vorhanden sein, um ebenfalls die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen und die Austenitbildung bei hohen Temperaturen, wie sie bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise während der dem Pressformen vorangehenden Wärmebehandlung erreicht werden, zu unterstützen. Diese Wirkung tritt bereits bei Gehalten von bis zu 1,5 Gew.-% Nickel mit ausreichender Effektivität ein, so dass bei einer praxisgerechten Ausgestaltung der Erfindung die Obergrenze des Ni-Gehaltsbereichs auf diesen Wert beschränkt sein kann.

[0035] Cu kann einem erfindungsgemäß verwendeten Stahl ebenfalls zur Unterstützung der für die Entstehung des Härtegefüges gewünschten Austenitbildung in Gehalten von 0,050 - 3,00 Gew.-% zugegeben werden.

[0036] Über Stickstoff-Gehalte von 0,01 - 0,2 Gew.-%, insbesondere 0,01 - 0,02 Gew.-%, lässt sich ebenfalls die Martensithärte des erfindungsgemäß verwendeten Stahls steuern.

[0037] Ti in Gehalten von bis zu 0,02 Gew.-% minimiert die Gefahr von Rissbildung während des im Zuge der Herstellung eines erfindungsgemäß verarbeiteten Stahlprodukts erforderlichen Vergießens des nicht rostenden Stahls.

[0038] Auch Gehalte bis zu 0,1 Gew.-% an Niob tragen zur Verbesserung der Umformbarkeit des Stahles während der Herstellung des erfindungsgemäß verwendeten Stahlproduktes bei.

[0039] B in Gehalten von bis zu 0,1 Gew.-%, insbesondere 0,05 Gew.-%, wirkt sich ebenfalls positiv auf die Vermeidung von Rissen beim Bandguss eines erfindungsgemäß verarbeiteten Stahls aus und vermindert beim konventionellen Strangguss die Gefahr von Oberflächenaufreißern. Zudem lässt sich durch Zugabe von Bor auch die Martensithärte des erfindungsgemäß verarbeiteten Stahls steuern.

[0040] V in Gehalten von bis zu 0,2 Gew.-%, insbesondere 0,1 Gew.-%, verbessert wie Nb die Umformbarkeit während des Vergießens des erfindungsgemäß verwendeten Stahls.

[0041] Al in Gehalten von 0,001 - 1,50 Gew.-%, insbesondere 0,001 - 0,03 Gew.-%, und Ca in Gehalten von 0,0005 - 0,003 Gew.-% tragen zur Optimierung des Reinheitsgrades eines erfindungsgemäß verwendeten Stahls während seines Vergießens im Band- oder Strangguss bei.

[0042] As in Gehalten von 0,003 - 0,015 Gew.-%, Sn in Gehalten von 0,003 - 0,01 Gew.-%, Sb in Gehalten von 0,002

- 0,01 Gew.-%, Pb in Gehalten von bis zu 0,01 Gew.-% und Bi in Gehalten von bis zu 0,01 Gew.-% werden erfindungsgemäßem Stahl zugegeben, um beim Bandguss Rissbildung zu vermeiden oder um beim Warmwalzen von stranggegossenem erfindungsgemäß verwendetem Stahl Oberflächenfehler zu vermeiden.

[0043] Die Gehalte an H werden bei einem erfindungsgemäß verarbeiteten Stahl schließlich auf bis zu 0,0025 Gew.-% begrenzt, um die Entstehung von so genanntem "Delayed Cracking", d.h. einer verzögerten, Wasserstoffinduzierten Rissbildung unter den im praktischen Gebrauch herrschenden Bedingungen, zu vermeiden.

[0044] Bei dem erfindungsgemäß verwendeten, in der voranstehend erläuterten Weise zusammengesetzten Stahlprodukt kann es sich um ein durch Warm- oder Kaltwalzen erzeugtes Stahlflachprodukt, also beispielsweise einen aus einem warm- oder kaltgewalzten nicht rostenden Stahlblech oder -band gewonnenen Zuschnitt handeln. Ebenso ist es aber auch möglich, als Stahlprodukt ein Halbzeug zu verarbeiten, das aus einem entsprechenden Stahlflachprodukt vorgeformt worden ist, bevor es in erfindungemäßer Weise verarbeitet wird.

[0045] Des Weiteren kann das erfindungsgemäß verwendete Stahlprodukt als so genanntes "Tailored Blank" aus mindestens zwei miteinander verbundenen Stahlflachproduktzuschnitten gebildet sein, die sich hinsichtlich ihrer Dicke oder physikalischen Eigenschaften voneinander unterscheiden. Auf diese Weise lassen sich in der Praxis unterschiedlich belasteten Abschnitten des erfindungsgemäß erzeugten und beschaffenen Bauteils den jeweils auftretenden Belastungen optimal angepasste Materialien zuweisen. So ist es ebenfalls möglich, dass nur ein Teilabschnitt des erfindungsgemäß verwendeten Stahlflachproduktes aus einem nicht rostenden Stahl der erfindungsgemäß vorgegebenen Zusammensetzung besteht, während ein anderer Abschnitt aus einem konventionellen niedrig legierten und rostempfindlichen Stahl erzeugt ist, wenn dies unter Berücksichtigung der jeweils örtlichen Gegebenheiten und Belastungen angezeigt ist, unter denen das erfindungsgemäß erzeugte Bauteil in der Praxis eingesetzt ist.

[0046] Das entsprechend ausgebildete Stahlprodukt durchläuft erfindungsgemäß folgende für das Warmpresshärten typische Arbeitsschritte:

a) Bereitstellen eines in der voranstehend erläuterten Weise beschaffenen Stahlproduktes;

b) Durcherwärmen des Stahlprodukts auf eine oberhalb der Ac3-Temperatur des nicht rostenden Stahls liegenden Austenitisierungstemperatur;

c) Warmpresshärten des erwärmten Stahlprodukts zu dem Bauteil in einem Presswerkzeug;

d) Abkühlen mindestens eines Abschnitts des erhaltenen Bauteils mit einer Abkühlgeschwindigkeit, die so hoch ist, dass sich in dem jeweils schnell abgekühlten Abschnitt Härtegefüge bildet.

[0047] Durch die Höhe der jeweils erreichten Austenitisierungstemperatur lässt sich die Ausbildung des Härtegefüges im nach dem Warmpresshärten erfindungsgemäß erhaltenen Bauteils steuern. Um maximale Festigkeitswerte eines erfindungsgemäß erzeugten Bauteils zu erreichen, wird das erfindungsgemäß verarbeitete Stahlprodukt im Zuge des Arbeitsschritts b) auf eine Austenitisierungstemperatur erwärmt werden, die oberhalb der Ac3-Temperatur des nicht rostenden Stahls liegt (Ac3-Temperatur: Temperatur, bei der die Umwandlung in Austenit abgeschlossen ist). Das in diesem Fall vollständig austenitisierte Gefüge wandelt beim anschließenden Abkühlen vollständig in Martensit um, so das eine hohe Gefügehärte und damit einhergehend maximale Zugfestigkeiten erreicht werden.

[0048] Die zur Ausbildung des Härtegefüges erforderliche schnelle Abkühlung des erfindungsgemäß warmpressgehärteten Bauteils kann in an sich bekannter Weise im Presswerkzeug selbst erfolgen, das dazu mit einer geeigneten Kühleinrichtung versehen ist. Alternativ kann die Abkühlung auch nach der Warmpressformgebung in einem separaten Arbeitsschritt erfolgen, wenn gewährleistet ist, dass das Bauteil nach Beendigung des Warmpressvorgangs noch eine ausreichend hohe Temperatur besitzt.

[0049] In ebenfalls an sich bekannter Weise kann sowohl die Erwärmung des Stahlproduktes vor der Warmpressformgebung als auch die Abkühlung nach der Warmpressformgebung auf bestimmte Abschnitte des Stahlproduktes beschränkt werden, wenn am fertigen Bauteil Zonen mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften erzeugt werden sollen.

[0050] Die Erwärmung des Stahlflachproduktes erfolgt bevorzugt in einem geschlossenen Ofen. Denkbar ist aber auch eine Erwärmung durch Induktion oder Konduktion.

[0051] Ein an jeder Stelle hoch belastbares Bauteil lässt sich demgegenüber in erfindungsgemäßer Weise dadurch erzeugen, dass das Stahlformteil so erwärmt und abgekühlt wird, dass sich über sein gesamtes Volumen Härtegefüge bildet.

[0052] Um die Entstehung von Härtegefüge (z.B. vollständig martensitisch) sicher zu gewährleisten, sind bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise Abkühlgeschwindigkeiten ausreichend, die maximal 25 K/s, insbesondere maximal 20 K/s, betragen, wobei sich besonders gute Arbeitsergebnisse einstellen, wenn die Abkühlgeschwindigkeit auf maximal 15 K/s beschränkt ist. Um die Entstehung einer ausreichenden Härte zu gewährleisten, sollte die Abkühlrate jedoch

mindestens 0,1 K/s, insbesondere mindestens 0,2 - 1,3 K/s betragen. Abkühlraten oberhalb von 25 K/s haben gezeigt, dass es zu einer ungewollt schnellen Aufhärtung kommt, die zu einer eingeschränkten Umformbarkeit führt. Bevorzugt werden Abkühlraten zwischen 5 und 20 K/s eingestellt, wobei mit ansteigender Abkühlrate höhere Festigkeiten im Bauteil erzielt werden können.

[0053] Die Ausbildung der einzelnen Zonen unterschiedlicher Beschaffenheit kann auch dadurch beeinflusst werden, dass bestimmte Zonen der mit dem Stahlprodukt in Berührung kommenden Flächen des Pressformwerkzeugs erwärmt sind, so dass dort eine zu Härtegefüge führende Abkühlung des Stahlprodukts beispielsweise sicher vermieden wird.

[0054] Erfindungsgemäß erzeugte Bauteile weisen in den Bereichen, in denen sie Härtegefüge besitzen, regelmäßig eine mindestens 900 MPa betragende Zugfestigkeit auf und besitzen dort eine Dehnung A80 von mindestens 2 %.

[0055] Aufgrund ihrer praxisgerechten Kombination aus optimierten mechanischen Eigenschaften einerseits und hoher Korrosionsbeständigkeit andererseits eignen sich erfindungsgemäß durch Warmpresshärten eines aus einem nicht rostenden Stahl erzeugten Stahlprodukts hergestellte Bauteile besonders als Teile von Karosserien für Kraftfahrzeuge, Nutzfahrzeuge oder Schienenfahrzeuge, für Flugzeuge oder hochfeste Konstruktionselemente.

[0056] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0057] Fig. 1 zeigt ein Diagramm, in dem für verschiedene Stähle die Bruchdehnung A80 in % über die Zugfestigkeit Rm in MPa aufgetragen ist.

[0058] Die Festigkeit der pressgehärteten Bauteile wird über die Härte und die in der DIN 50150 angegebenen Tabellen in eine Zugfestigkeit Rm überführt. Die in der DIN 50150 ausgewiesenen Werte für die Vickershärte HV10 und die Zugfestigkeit sind für unlegierte und niedriglegierte Stähle ermittelt.

[0059] Referenzversuche, die für den Werkstoff 4003 und 4034 durchgeführt worden sind, ergeben eine gute Übereinstimmung der Tabellenwerte mit den an gehärteten Zugversuchsproben gemessenen HV10- bzw. Zugfestigkeitswerten. Die Ergebnisse der Referenzversuche sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Stahl	HV10 (gemessen)	Zugfestigkeit (gemessen) [MPa]	Zugfestigkeit (Umrechnung) [MPa]
4003	320	1030	1075
4034	499	1629	1630

[0060] Unter Verwendung von aus Stählen S1 - S9 hergestellten Platinen sind verschiedene Versuche durchgeführt worden. In Tabelle 2 sind die Werkstoffnummern ("Sorte") und die die Eigenschaften bestimmenden Legierungsbestandteile der betreffenden Stähle S1 - S9 eingetragen.

Tabelle 2

	Sorte	C	P	S	Si	Cr	Sonstige
S1	1.4003	0,011	0,025	0,0015	0,32	11,0	Mn: 1,03
S2	1.4006	0,110	0,022	0,0027	0,89	13,61	
S3	1.4021	0,265	0,030	0,0021	0,27	13,17	
S4	1.4028	0,352	0,021	0,0024	0,37	13,17	
S5	1.4034	0,469	0,023	0,0021	0,41	15,31	
S6	1.4112	0,930	0,023	0,0019	0,78	18,81	Mo: 1,3 V : 0,12
S7	1.4418	0,031	0,027	0,0023	0,98	16,29	Mo: 1,5 Ni: 6,0 N : 0,03
S8	1.4568	0,070	0,021	0,0025	0,25	18,0	Ni: 7,75 Al: 1,5
S9	1.4532	0,080	0,023	0,0025	0,41	15,7	Ni: 7,75 Mo: 2,49 Al: 1,5

[0061] In Tabelle 3 sind für aus den Stählen S1 - S7 erzeugte Platinen zusätzlich die jeweils vor dem Presshärten ermittelte Zugfestigkeit und Vickershärte HV10 sowie die jeweilige Ac1-, bei der die Umwandlung in Austenit einsetzt, und die Ac3-Temperatur eingetragen, bei der die Umwandlung in Austenit und das Ende der Ferritauflösung abgeschlossen ist.

[0062] Um einerseits hohe Umformgrade und andererseits optimale Festigkeiten zu realisieren, wird vorliegend eine auf oberhalb Ac3 liegende Erwärmung vorgenommen, die abhängig vom C- und Cr-Gehalt des nicht rostenden Stahls ist, um zu gewährleisten, dass sich die Ferrite und Karbide gegebenenfalls vollständig auflösen. Karbide können sich bei hohen Umformgraden störend auswirken und beispielsweise zu Rissen im Bauteil führen.

[0063] Oberhalb von Ac3 kann ein homogener Austenit als auch ein mit zunehmendem C-Gehalt austenitisch-karbidisches Gefüge vorliegen.

Tabelle 3

	Rm	A80	HV10	Ac1	Ac3
S1	498	26,9	154	795	885
S2	532	25,4	162	795	885
S3	591	25,1	191	795	885
S4	513	24,7	198	835	880
S5	655	22,9	209	790	845
S6	763	16,5	258	810	855
S7	1110	8,2	370	600	720

[0064] Aus den aus den Stählen S1 - S7 erzeugten Platinen sind durch direktes, in einem Zuge erfolgendes Pressformhärten Blechformteile geformt worden. Für die so erhaltenen Blechformteile ist dann die Vickershärte HV10 gemessen und daraus die Zugfestigkeit in der in der DIN 50150 beschriebenen Weise ermittelt worden.

[0065] Zwecks Verifizierung der erhaltenen Bauteileigenschaften sind Zugproben aus den Stählen S1, S4 und S5 direkt pressgehärtet worden. An den gehärteten Proben S1', S4' und S5' wurden dann nach DIN 10002 die Zugfestigkeit Rm und die Dehnung A80 ermittelt.

[0066] Die in der voranstehend beschriebenen Weise gemessenen und bestimmten Eigenschaften der aus den Stählen S1 - S7 sind in Tabelle 4 eingetragen.

Tabelle 4

	HV10	Rm [MPa]	Rm [MPa]	A80
	gemessen	ermittelt nach DIN 50150	gemessen DIN 10002	
S1, S1'	335	1075	1030	8,8
S2	417	1120		
S3	470	1520		
S4, S4'	397	1278	1350	6,5
S5, S5'	500	1630	1621	4,1
S6	561	1848		
S7	360	1155		

[0067] Um den Einfluss der Abkühlrate auf die bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise erzielte Bauteilhärte zu ermitteln, sind Abkühlversuche durchgeführt worden. Dabei sind in einem zweistufigen Verfahren Platinen, die jeweils aus einem der Stähle S3 - S8 bestanden, zunächst warmpressgeformt, über unterschiedliche Abkühlzeiten t8/5 von 800 °C auf 500 °C und dann bis auf Raumtemperatur abgekühlt worden. Da im Bereich zwischen 800 °C bis 500 °C die wichtigsten Umwandlungen stattfinden, ist in diesem Bereich das Einhalten der erfindungsgemäßen Abkühlrate von besonderer Bedeutung, um gezielt Einfluss auf die Festigkeitswerte nehmen zu können. An den so erhaltenen Bauteilen ist dann jeweils die Vickershärte HV10 gemessen worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie die im Zuge der Abkühlung erzielten Abkühlraten sind in Tabelle 5 eingetragen.

Tabelle 5

		Stahl S3	Stahl S4	Stahl S5	Stahl S6	Stahl S7	Stahl S8
t8/5 [s]	K [K/s]	HV10	HV10	HV10	HV10	HV10	HV10
40	7,50	419	501	587	672	679	375
150	2,00		499				
200	1,50				654	649	
230	1,30	415					
600	0,50				575		485
650	0,46		467				
700	0,43	387		523			
3500	0,09			250			
5000	0,06		421				

[0068] Demnach sind zur Ausbildung des Härtegefüges jeweils Abkühlraten ausreichend, die deutlich unterhalb der üblicherweise beim Pressformhärten angewendeten Abkühlgeschwindigkeiten liegen. Die erfindungsgemäß verarbeiteten Stähle wandeln bei langsamem Abkühlen immer noch martensitisch um. Dies wirkt sich vorteilhaft auf den Fertigungsprozess aus, da insbesondere beim einstufigen, direkt erfolgenden Pressformhärten das Umformwerkzeug weniger stark gekühlt werden muss.

[0069] Durch direktes Pressformhärten erzeugte Bauteile durchlaufen in der Praxis häufig noch eine Wärmebehandlung. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich bei den Pressformteilen um Bauteile für Kraftfahrzeugkarosserien handelt, die im Zuge ihrer Weiterverarbeitung einbrennlackiert werden. Der Einfluss einer solchen oder einer vergleichbaren Anlassbehandlung auf die Festigkeits- und Dehnungswerte der in erfindungsgemäßer Weise pressformgehärteten Bauteile ist anhand von aus jeweils aus einem der Stähle S2, S3 und S7 bestehenden, in erfindungsgemäßer Weise durch direktes Pressformhärten erzeugten Bauteilen überprüft worden, die unter den in Tabelle 6 angegebenen Bedingungen angelassen worden sind und bei denen sich im Zuge der Anlassbehandlung die in Tabelle 6 ebenfalls angegebenen Eigenschaften eingestellt haben.

Tabelle 6

Stahl	Anlass-temperatur [°C]	HV10	Rm, ermittelt nach DIN 50150 [MPa]
S2	170	351	1130
	250	350	1126
	500	346	1110
S3	170	467	1510
	250	467	1510
	500	454	1470
S7	170	356	1145
	250	341	1145
	500	311	998

[0070] Es zeigt sich, dass ein Anlassen in dem durch die Versuche abgedeckten Temperaturbereich von 170 - 500 °C jeweils allenfalls zu einer sehr geringen Abnahme der Festigkeiten der erfindungsgemäß erzeugten Bauteile führt.

[0071] Um den Prozess des indirekten Presshärtens zu erproben, ist eine aus dem Stahl S9 bestehende Platine verarbeitet worden. Nach einem Lösungsglühen wies die Platine eine Zugfestigkeit Rm von 816 MPa auf. Die so beschaffene Platine ist dann zur Simulation des Pressformvorgangs zu einem Bauteil umgeformt und über eine Dauer von 30 min bei 820 °C gehalten worden, um anschließend im Werkzeug abhängig vom Bauteilbereich bzw. des Kontaktzeitpunkts mit einer Abkühlrate von ca. 15 K/s abgeschreckt zu werden. Nach dem Abschrecken wies das Bauteil eine

Härte HV10 von 340 auf, was einer Zugfestigkeit Rm von ca. 1015 MPa entspricht.

[0072] Zum Vergleich ist ein aus demselben Werkstoff S9 bestehendes Blech auf eine Dicke von 1 mm nachgewalzt worden. In Folge der im Zuge des Nachwalzens eingetretenen Verfestigung lag beim nachgewalzten Blech eine Zugfestigkeit von 1500 MPa vor. Das in diesem Zustand nur noch eingeschränkt umformbare nachgewalzte Blech ist anschließend mit einem Biegeradius von 9 mm um 90° abgekantet worden. Das so erhaltene Winkelprofil ist im Ofen bei 550 °C eine Stunde lang angelassen und dann im Werkzeug abgekühlt worden. Die dabei erzielte Abkühlrate betrug 10 K/s. Das abgekantete und ausgehärtete Profil erreicht eine Härte HV10 von 571. Im als Fig. 1 beigefügten Diagramm ist für in erfindungsgemäßer Weise aus Platinen, die aus den Stählen S1, S4, und S5 bestanden, erzeugte Bauteile E1, E2, E3 jeweils die Dehnung A80 über die Zugfestigkeit Rm eingetragen. Zum Vergleich sind in Fig. 1 für zwei Bauteile, die durch konventionelles Warmpressformhärten aus dem für diesen Zweck üblicherweise verwendeten, C ≤ 0,2 %, Si ≤ 0, 4 %, Mn ≤ 1,4 %, P ≤ 0,025 %, S ≤ 0,01 %, Cr+Mo ≤ 0,5 %, Ti ≤ 0,05 % und B ≤ 0,005 % (Angaben in Gew.-%) enthaltenden Stahl MBW 1500 erzeugt worden sind, die Dehnwerte A80 über den jeweiligen Zugfestigkeitswert Rm angeben.

[0073] Es zeigt sich, dass die aus dem ferritischen Stahl S1 und dem martensitischen Stahl S4 erzeugten Bauteile E1,E2 eine den konventionell erzeugten Bauteilen überlegene Kombination aus Dehnwert und Zugfestigkeit besitzen, während das dritte erfindungsgemäß erzeugte Bauteile eine bessere Zugfestigkeit bei immer noch guten Dehnwerten aufweist. Zudem sind erfindungsgemäß erzeugte Bauteile korrosionsbeständiger bzw. benötigen keine zusätzlichen Korrosionsschutzbeschichtungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines warmpressgehärteten Bauteils für eine Fahrzeugkarosserie, für Flugzeuge oder für hochfeste Konstruktionselemente, umfassend folgende Arbeitsschritte:

   a) Bereitstellen eines Stahlproduktes, das mindestens abschnittsweise aus einem nicht rostenden Stahl mit folgender Zusammensetzung erzeugt ist (Angaben in Gew.-%)
   C: 0,010 - 1,200 %,
   P: bis zu 0,1 %,
   S: bis zu 0,1 %,
   Si: 0,10 - 1,5 %,
   Cr: 10,5 - 20,0 %
   sowie optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit der Maßgabe

      Mn: 0,10 - 3,0 %,
      Mo: 0,05 - 2,50 %,
      Ni: 0,05 - 8,50 %,
      Cu: 0,050 - 3,00 %,
      N: 0,01 - 0,2 %,
      Ti: bis zu 0,02 %,
      Nb: bis zu 0,1 %,
      B: bis zu 0,1 %,
      V: bis zu 0,2 %,
      Al: 0,001 - 1,50 %,
      Ca: 0,0005 - 0,003 %,
      As: 0,003 - 0,015 %,
      Sn: 0,003 - 0,01 %,
      Sb: 0,002 - 0,01 %,
      Pb: bis zu 0,01 %,
      Bi: bis zu 0,01 %,
      H: bis zu 0,0025 %,

   Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen;
   b) Durcherwärmen des Stahlprodukts auf eine oberhalb der Ac3-Temperatur des nicht rostenden Stahls liegenden Austenitisierungstemperatur;
   c) Warmpresshärten des erwärmten Stahlprodukts zu dem Bauteil in einem Presswerkzeug;
   d) Abkühlen mindestens eines Abschnitts des erhaltenen Bauteils mit einer Abkühlgeschwindigkeit, die so hoch

ist, dass sich in dem jeweils schnell abgekühlten Abschnitt Härtegefüge bildet, wobei das erhaltene Bauteil in den Bereichen, in denen es Härtegefüge aufweist, eine mindestens 900 MPa betragende Zugfestigkeit und eine Dehnung A80 von mindestens 2 % besitzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlformteil in dem Pressformwerkzeug so abgekühlt wird, dass sich das Härtegefüge bildet.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Stahlprodukt in Berührung kommenden Flächen des Pressformwerkzeugs abschnittsweise erwärmt sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlformteil so abgekühlt wird, dass sich über sein gesamtes Volumen Härtegefüge bildet.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlgeschwindigkeit, mit der das Stahlprodukt mindestens abschnittsweise abgekühlt wird, höchstens 25 K/s beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlgeschwindigkeit, mit der das Stahlprodukt mindestens abschnittsweise gekühlt wird, mindestens 0,1 K/s beträgt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlprodukt ein Stahlflachprodukt ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlprodukt ein vorgeformtes Halbzeug ist.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlprodukt aus mindestens zwei miteinander verbundenen Stahlflachproduktzuschnitten gebildet ist, die sich hinsichtlich ihrer Dicke oder physikalischen Eigenschaften voneinander unterscheiden.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der C-Gehalt des nicht rostenden Stahls auf 0,5 Gew.-% beschränkt ist.

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Cr-Gehalt des nicht rostenden Stahls 11 - 19 Gew.-% beträgt.

12. Verwendung eines Stahlproduktes, das mindestens abschnittsweise aus einem nicht rostenden Stahl, der (in Gew.-%)

C: 0,010 - 1,200 %,
P: bis zu 0,1 %,
S: bis zu 0,1 %,
Si: 0,10 - 1,5 %,
Cr: 10,5 - 20,0 %
sowie optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit der Maßgabe

Mn: 0,10 - 3,0 %,
Mo: 0,05 - 2,50 %,
Cu: 0,050 - 3,00 %,
Ni: 0,05 - 8,50 %,
N: 0,01 - 0,2 %,
Ti: bis zu 0,02 %,
Nb: bis zu 0,1 %,
B: bis zu 0,1 %,
V: bis zu 0,2 %,
Al: 0,001 - 1,50 %,
Ca: 0,0005 - 0,003 %,
As: 0,003 - 0,015 %,

Sn: 0,003 - 0,01 %,
Sb: 0,002 - 0,01 %,
Pb: bis zu 0,01 %,
Bi: bis zu 0,01 %,
H: bis zu 0,0025 %,
Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, enthält, zur Herstellung eines warmpressgehärteten Bauteils für eine Fahrzeugkarosserie, für Flugzeuge oder für hochfeste Konstruktionselemente, wobei das erhaltene Bauteil in den Bereichen, in denen es Härtegefüge aufweist, eine mindestens 900 MPa betragende Zugfestigkeit und eine Dehnung A80 von mindestens 2 % besitzt.

Claims

1. Method for manufacturing a hot press-hardened component for a vehicle body, for aircraft or high-strength construction elements, comprising the following production steps:

   a) providing a steel product produced at least in sections from a stainless steel having the following composition (specified in %.wt.)
   C: 0.010-1.200 %,
   P: up to 0.1 %,
   S: up to 0.1 %,
   Si: 0.10-1.5 %,
   Cr: 10.5-20.0 %
   and optionally one or more elements from the group "Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" with the requirement
   Mn: 0.10-3.0 %,
   Mo: 0.05-2.50 %,
   Ni: 0.05-8.50 %,
   Cu: 0.050-3.00 %,
   N: 0.01-0.2 %,
   Ti: up to 0.02 %,
   Nb: up to 0.1 %,
   B: up to 0.1 %,
   V: up to 0.2 %,
   Al: 0.001-1.50 %,
   Ca: 0.0005-0.003 %,
   As: 0.003-0.015 %,
   Sn: 0.003-0.01 %,
   Sb: 0.002-0.01 %,
   Pb: up to 0.01 %,
   Bi: up to 0.01 %,
   H: up to 0.0025 %,
   remainder iron and unavoidable impurities;
   b) heating the steel product through to an austenisation temperature above the Ac3 temperature of the stainless steel;
   c) hot press-hardening the heated steel product into the component in a pressing die;
   d) cooling at least one section of the component obtained at a cooling rate which is high enough for a martensitic structure to form in the section which is rapidly cooled in each case, wherein the component obtained, in the areas in which it has a martensitic structure, has a tensile strength amounting to at least 900 MPa and an elongation A80 of at least 2 %.

2. Method according to Claim 1, **characterised in that** the steel formed part is cooled in the press forming die in such a way that the martensitic structure forms.

3. Method according to either of the preceding claims, **characterised in that** the areas of the press forming die coming into contact with the steel product are heated in sections.

4. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterised in that** the steel formed part is cooled in such a way

that a martensitic structure forms over its entire volume.

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the cooling rate, at which the steel product at least in sections is cooled, is at most 25 K/s.

6. Method according to Claim 5, **characterised in that** the cooling rate, at which the steel product at least in sections is cooled, is at least 0.1 K/s.

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the steel product is a steel flat product.

8. Method according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the steel product is a preformed semi-finished product.

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the steel product is formed from at least two steel flat product blanks which are joined to one another and differ from one another in terms of their thickness or physical properties.

10. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the C content of the stainless steel is limited to 0.5 % wt.

11. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the Cr content of the stainless steel is 11-19 % wt.

12. Use of a steel product consisting at least in sections of a stainless steel which contains (in % wt.)
C: 0.010-1.200 %,
P: up to 0.1 %,
S: up to 0.1 %,
Si: 0.10-1.5 %,
Cr: 10.5-20.0 %
and optionally one or more elements from the group "Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H"
with the requirement Mn: 0.10-3.0 %,
Mo: 0.05-2.50 %,
Ni: 0.05-8.50 %,
Cu: 0.050-3.00 %,
N: 0.01-0.2 %,
Ti: up to 0.02 %,
Nb: up to 0.1 %,
B: up to 0.1 %,
V: up to 0.2 %,
Al: 0.001-1.50 %,
Ca: 0.0005-0.003 %,
As: 0.003-0.015 %,
Sn: 0.003-0.01 %,
Sb: 0.002-0.01 %,
Pb: up to 0.01 %,
Bi: up to 0.01 %,
H: up to 0.0025 %,
remainder iron and unavoidable impurities,
for manufacturing a hot press-hardened component for a vehicle body, for aircraft or high-strength construction elements, wherein the component obtained, in the areas in which it has a martensitic structure, has a tensile strength amounting to at least 900 MPa and an elongation A80 of at least 2 %.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une pièce trempée à chaud sous presse pour une carrosserie de voiture, pour des avions ou pour des éléments de construction à haute résistance, comportant les étapes de travail suivantes :

a) mise à disposition d'un produit en acier qui est fabriqué au moins partiellement à partir d'un acier inoxydable ayant la composition suivante (% en poids)
C : 0,010 - 1,200 %,
P : jusqu'à 0,1 %,
S : jusqu'à 0,1 %
Si : 0,10 -1,5 %,
Cr : 10,5 - 20,0 %
ainsi qu'au choix un ou plusieurs éléments parmi le groupe constitué de « Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H » à la condition que :

Mn: 0,10 - 3,0 %,
Mo : 0,05 - 2,50 %,
Ni : 0,05 - 8,50 %,
Cu : 0,050 - 3,00 %,
N : 0,01 - 0,2 %,
Ti : jusqu'à 0,02 %,
Nb : jusqu'à 0,1 %,
B : jusqu'à 0,1 %,
V : jusqu'à 0,2 %,
Al : 0,001 - 1,50 %,
Ca : 0,0005 - 0,003 %,
As : 0,003 - 0,015 %,
Sn : 0,003 - 0,01 %,
Sb : 0,002 - 0,01 %,
Pb : jusqu'à 0,01 %,
Bi : jusqu'à 0,01 %,
H : jusqu'à 0,0025 %,
le reste étant du fer et des impuretés inévitables ;

b) Réchauffement du produit en acier à une température d'austénitisation supérieure à la température Ac3 de l'acier inoxydable ;
c) Trempage à chaud sous presse du produit en acier réchauffé pour obtenir une pièce dans un outil de pressage ;
d) Refroidissement au moins d'une section de la pièce obtenue à une vitesse de refroidissement qui est suffisamment élevée de sorte à ce qu'il se forme, dans la zone rapidement refroidie respectivement, une structure de trempe, la pièce obtenue comportant, dans les zones dans lesquelles elle présente une structure de trempe, une résistance à la traction d'au moins 900 MPa, et un allongement A80 d'au moins 2 %.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pièce en acier moulé est refroidie dans la matrice de moulage sous pression de sorte à former une structure de trempe.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les surfaces de la matrice de moulage sous pression en contact avec le produit en acier sont partiellement réchauffées.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pièce en acier moulé est refroidie de sorte à ce qu'il se forme sur l'ensemble de son volume une structure de trempe.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de refroidissement avec laquelle le produit en acier est au moins partiellement refroidi, est tout au plus de 25 K/s.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la vitesse de refroidissement avec laquelle le produit en acier est au moins partiellement refroidi, est au moins de 0,1 K/s.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le produit en acier est un produit plat en acier.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le produit plat en acier est un produit semi-fini préformé.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le produit en acier est formé à partir d'au moins deux découpes de produit plat en acier reliées l'une à l'autre qui se différencient par leur épaisseur ou leurs caractéristiques physiques.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la teneur en C de l'acier inoxydable est limitée à 0,5 % en poids.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la teneur en Cr de l'acier inoxydable est de 11 - 19 % en poids.

12. Utilisation d'un produit en acier qui se compose au moins partiellement d'un acier inoxydable qui contient (en % en poids)
C : 0,010 - 1,200 %,
P: jusqu'à 0,1 %,
S : jusqu'à 0,1 %,
Si : 0,10 - 1,5 %,
Cr : 10,5 - 20,0 %
ainsi qu'au choix un ou plusieurs éléments parmi le groupe constitué de « Mn, Mo, Ni, Cu, N, Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H » à la condition que :

Mn : 0,10 - 3,0 %,
Mo : 0,05 - 2,50 %,
Cu : 0,050 - 3,00 %,
Ni : 0,05 - 8,50 %,
N : 0,01 - 0,2 %,
Ti : jusqu'à 0,02 %,
Nb : jusqu'à 0,1 %,
B : jusqu'à 0,1 %,
V : jusqu'à 0,2 %,
Al : 0,001 - 1,50 %,
Ca : 0,0005 - 0,003 %,
As : 0,003 - 0,015 %,
Sn : 0,003 - 0,01 %,
Sb : 0,002 - 0,01 %,
Pb : jusqu'à 0,01 %,
Bi : jusqu'à 0,01 %,
H : jusqu'à 0,0025 %,
le reste étant du fer et des impuretés inévitables,
pour la fabrication d'une pièce trempée à chaud sous presse pour une carrosserie de voiture, pour des avions ou pour des éléments de construction à haute résistance, la pièce obtenue présentant, dans les zones dans lesquelles elle présente une structure de trempe, une résistance à la traction d'au moins 900 MPa et un allongement A80 d'au moins 2 %.

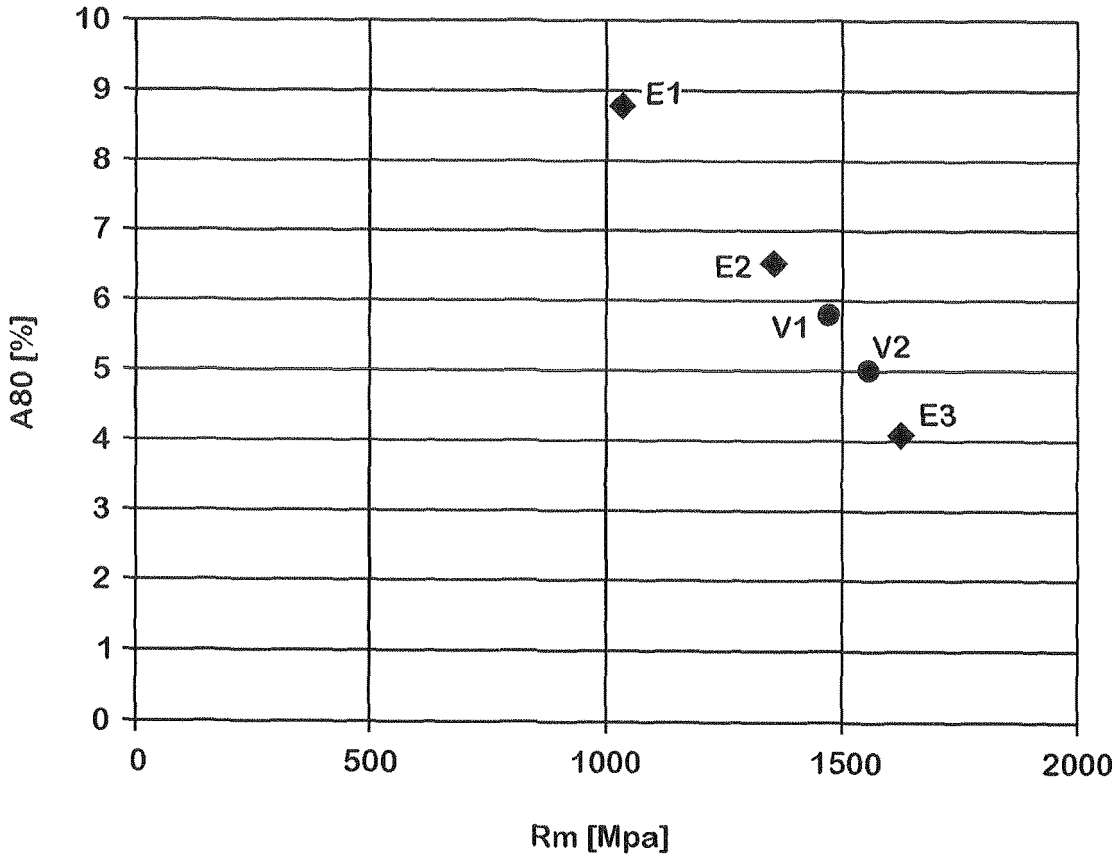


Fig. 1

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

- DE 102005008410 B3 **[0007]**
- WO 2006042931 A1 **[0007]**
- WO 2006042930 A **[0007]**
- DE 102006039307 B3 **[0007]**
- DE 1533381 B1 **[0008]**
- DE 69423930 T2 **[0009]**
- FR 2864108 A1 **[0010]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **WIE.** erschienen in der Messezeitung der ThyssenKrupp Automotiv AG zur 61. Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt. *Potenziale für den Karosserieleichtbau,* 25. September 2005, vol. 15 **[0004]**