

Quetten zum Presshärten von Stahlblech im Automobilbau

Quenches for press hardening steel plate in the car industry

Das Härten von Teilen in Quetten ohne Formänderung ist seit Jahrzehnten in der Sägenindustrie und auch in einigen Bereichen des Maschinenbaus bekannt. Beim Presshärten werden aber Bauteile im Ofen erwärmt, im warmen Zustand von der Presse umgeformt und durch das gekühlte Werkzeug gehärtet. Dabei steigen die Festigkeitswerte an. Im folgenden Beitrag wird im Detail darauf eingegangen.

Hardening parts in quenches without forming has been a familiar technique in the saw manufacturing industry and some areas of mechanical engineering for decades. However, in the press hardening process parts are heated in a furnace, formed by a press while still hot and then hardened in the chilled press. This increases strength. The following article deals with this in detail.

Dipl.-Ing. Jörg Winkel
Schwartz GmbH, Simmerath



Tel.
0 24 73/94 88 31
E-Mail:
j.winkel@
schwartz-wba.de

Allgemeines

Im Automobilbau wächst der Druck, den Kraftstoffverbrauch aus wirtschaftlichen Gründen zu senken. Gleichzeitig nimmt der ökologische Zwang zur Abgassenkung zu. Beide Bedingungen sind durch Gewichtseinsparung möglich. Diesem Bestreben gegenläufig sind steigende Anforderungen an Sicherheit und komfortablen Nutzen der Fahrzeuge. Beide Anforderungen bewirken Gewichtssteigerung.

Die Karosserie als schwerstes Einzelelement des Fahrzeugs bietet hier hohes Potential an Einflussmöglichkeit. Herkömmliche Fahrzeugzellen bestehen aus gut verformbarem Eisenblech, welches naturgemäß „weich“ sein sollte, damit es die komplizierten Formen beim Pressen ohne Rückfedern präzise und dauerhaft zugunsten guter Passmaße annimmt (**Bild 1**). Genau hier liegt ein geniales Verbesserungspotential: legiert man beim Eisen Kohlenstoff, Bor und andere Legierungselemente hinzu,

kann es gehärtet werden, womit seine Festigkeit vervielfacht wird. Dieser Effekt kann zum einen zum Reduzieren der Blechdicke, zum anderen zum Verbessern der Crash-Festigkeit der Zelle genutzt werden, womit das gewünschte Ziel der Gewichteinsparung sowie der Sicherheitssteigerung erreicht wird.

Bei einer Mittelklasse-Limousine, deren Karosserie 300 kg wiegt, spart man 30 kg bei verbesserten Crashwerten. Das kann sich sehen lassen und es rechnet sich, da der Werkstoff Stahl preiswert, in der Verarbeitung bewährt und mit entsprechender Beschichtung auch genügend langlebig ist.

Verformungsverfahren in praktischer Anwendung

Grundsätzlich werden zwei Verfahren unterschieden. Das Vorform- und das Platinenverfahren.

Vielfach erfordert das Vorformverfahren Werkstückträger, welche die oftmals kom-

plizierten Geometrien der Teile aufnehmen und genau positioniert am Übergabeort dem Pressefeeder zur Verfügung stellt. Die Warenträger aus hochlegiertem Spezialguss werden sofort nach der Werkstückentnahme wieder zum Beladeort am Ofeneinlauf zurücktransportiert, damit der Wärmeverlust auf diesem Weg gering bleibt.

Beim Platinenverfahren werden die Platinen in üblicher Weise aus dem ungehärteten Bandstahl in Stanzstraßen ausgestanzt. Vom Roboter werden sie auf einen Ofenherd mit enger Rollenteilung aufgelegt und in den Ofen gefördert. Dort werden sie auf Austemisierungstemperatur, bei welcher die Legierungspartner miteinander in Lösung gehen, erwärmt. Mit einem Transfersystem werden sie schnell aus dem Ofen entnommen und einer hydraulischen Presse zugeführt. Im nächsten Schritt erfolgt zunächst der Umformprozess und synchron dazu der Härteprozess in einem gekühlten Werkzeug. Nachdem die Presse einige Sekunden verschlossen blieb, öffnet sie und das so fixierte Werkstück kann passgenau der Presse entnommen werden. Dieses wird besäumt und wenn erforderlich an den Befestigungspunkten, der besseren Schweißbarkeit halber, weichgeglüht.

Schutzgasbetrieb

Die Schutzgasversorgung wird verstärkt von Lieferanten technischer Gase, die auch die dafür benötigten Ausrüstungsgegenstände und Regelgeräte mitliefern, übernommen. Um die Oberfläche des Blechteils frei von Zunder zu halten, wird der Ofen mit Schutzgas geflutet. Dennoch gibt es die kurze Übergabe vom Ofenherd zur Presse, in welcher das Werkstück mit Luft-sauerstoff in Berührung kommt. Dies führt zu einer minimalen Verzunderung.



Bild 1:
Presshärteanlage für
B-Säulen eines Groß-
serien-Pkw

Fig. 1:
Press hardening curve
for B-pillars of a mass
produced car

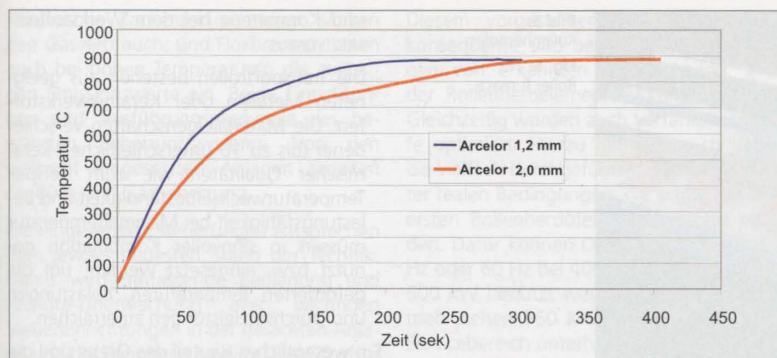


Bild 2: Usibor 1500 AlSi (Ofentemperatur 900 °C)

Fig. 2: Usibor 1500 AlSi (furnace temperature 900°C)

Neueste Entwicklungen reduzieren die Verzunderung durch verbesserte Führung des Schutzgases im Ofen, der Pressenfeder und im Pressenwerkzeug. Die Haftfähigkeit von Lack entspricht damit den Ansprüchen des Automobilbaus. Ein nachträgliches Strahlen zum Entfernen der Zunderschicht ist daher nicht grundsätzlich erforderlich und

dessen Kosten und der damit verbundene Handlingsaufwand entfällt.

Die in letzter Zeit vielfach verwendeten Al-Si-Plattierungen der Werkstücke, wie z. B. Usibor 1500 (**Bild 2**) von Arcelor erfordern keine Schutzgasatmosphäre um die Verzunderung zu vermeiden, haben aber den Nachteil des um nahezu 50 % teureren

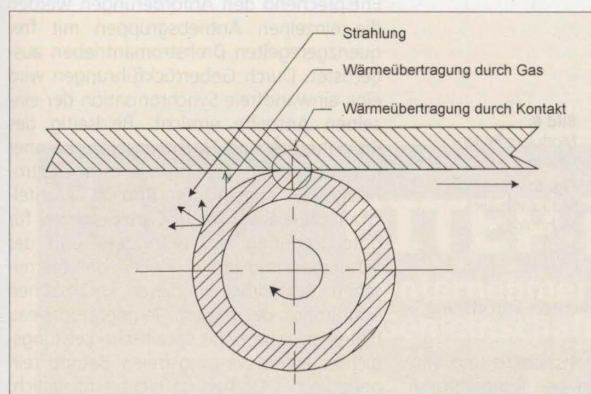


Bild 3: Wärmeübertragungsmechanismen

Fig. 3: Heat transfer mechanisms

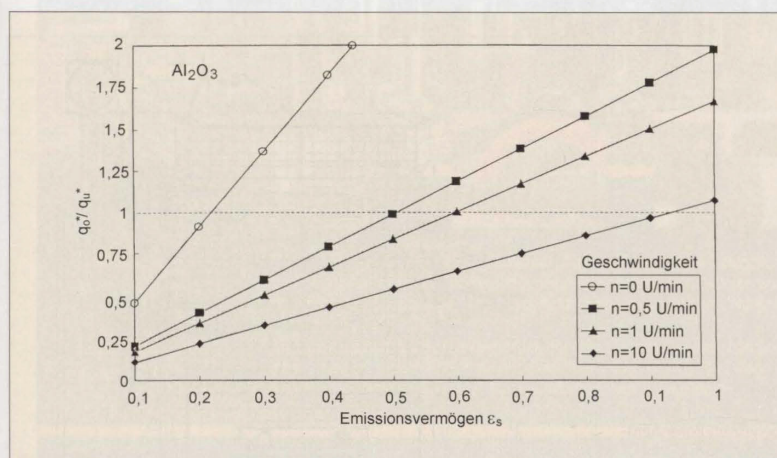


Bild 4: Vergleich des ober- und unterseitigen Wärmestroms für Al_2O_3 -Rollen

Fig. 4: Comparison of top and bottom heat flow with Al_2O_3 rollers

Werkstoffpreises und der eingeschränkten Kaltverformbarkeit.

Der übrige Wärmeprozess wird in der gleichen Weise wie beim unbeschichteten Material ausgeführt. Ein guter Korrosionsschutz ist auch hier, wie bei den blanken Stahlwerkstoffen erforderlich, da kein kathodischer Schutz besteht. Andere Entwicklungen zielen auf Beschichtungen mit kathodischer Korrosionsschutzwirkung.

Ofenbauarten

Für die vorgenannten Aufgaben werden Förderband-, Hubbalken- und Rollenherdöfen eingesetzt. Letztere haben aber einen besonderen Vorteil. Durch die drehenden Ofenrollen wird die Wärmeübertragung auf das Gut wesentlich verbessert.

Die wissenschaftliche Studie der FOGI (Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau) weist auf die Zusammenhänge in **Bild 3** und **Bild 4** hin. Erkennbar wird, dass bei einem Emissionsgrad des blanken Blechs von 0,3 ein höherer Wärmeeintrag von unten gegenüber dem vom oberen Bereich erfolgt.

Bei Rollenteilungen von 25 mm (**Bild 5**) bis 125 mm kann bei vielen Bedarfsfällen, geeigneter Geometrie und Größe der Warenträger entfallen. Das Gut liegt direkt auf dem Rollenherd und wird so durch die Anlage gefahren. Mit diesen Vorteilen bietet sich der Rollenherdofen besonders für die Wärmebehandlung von flächigen Werkstücken an, zumal bei gleicher Baulänge doppelte Durchsatzleistungen gegenüber anderen Bauarten erreicht werden.

Wesentliche Ausführungsmerkmale und Anlageneigenschaften

Der Rollenherd kann mit beliebig vielen Einzelantrieben ausgestattet werden. Dieses ermöglicht einen taktweisen wie auch kontinuierlichen Materialfluss in einer Linie, sowie ein schnelles Umsetzen des Wärmegutes von einer Behandlungsstation zur anderen.

Die schon realisierte spezifische Herdbelastung beträgt ca. 150 kg/qm bei einer Behandlungstemperatur von 1250 °C. Der Einsatz von Banddurchlauföfen hängt vom Transportband ab. Die wirtschaftlich vertretbare Behandlungstemperatur endet hier schon bei ca. 1150 °C.

Es wird die höchste spezifische Erwärmungsleistung erreicht. Hierdurch ergeben sich geringere Nutz- bzw. Baumaße als bei Förderband- und Hubbalkenöfen.

Häufig entfallen Warenträger und damit auch die Totguterwärmung. Ebenso fallen keine Kosten für den Verschleiß von Transportbändern an.

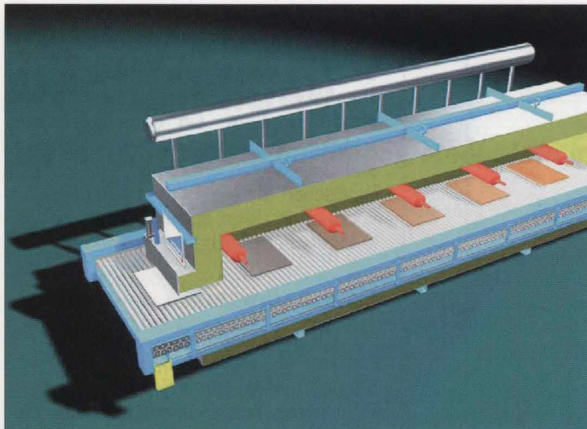


Bild 5:
Rollenherdofen

Fig. 5:
Roller furnace

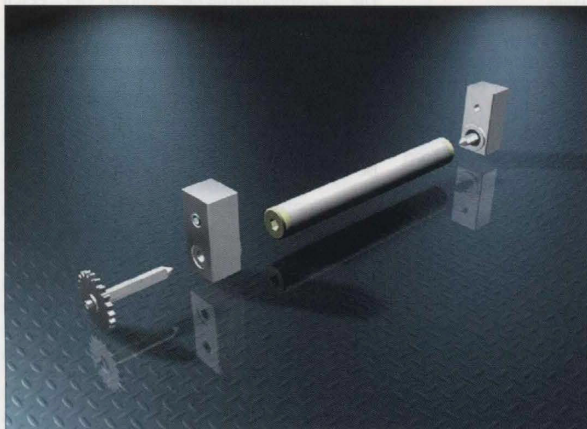


Bild 6:
Modulare Rollen-
technik

Fig. 6:
Modular roller
technology

Die oben genannten Eigenschaften und die Vorteile des Konzeptes Rollenherd-Ofenanlage bieten für viele Bedarfsfälle sehr vorteilhafte Verfahrensabläufe und neue Möglichkeiten. Diese sind nachstehend ausführlich dargestellt und beschrieben.

Ofenbeschreibung

Der taktweise Einlauf und Auslauf des Wärmegutes (mit oder ohne Wärmeträger) erfolgt über eine Einlauf- und Auslaufschleuse. Diese bestehen jeweils aus einem lang gestreckten Einlauf- bzw. Auslaufhals, welcher mit zwei Schiebern ausgestattet ist. Der allgemein bekannte Materialfluss über eine Schleuse in den Ofenraum ergibt hier folgende Vorteile:

- Der Nutzraum ist auch beim Chargieren gegenüber der Umgebung komplett durch Schleusen verschlossen, in den Schleusen werden schöpfende Werkstücke gezielt mit Neutralgas gespült.
- Der Schutz- oder Reaktionsgasverbrauch wird deutlich reduziert. Im Vergleich zum kontinuierlichen Ein- und Auslauf beträgt der Schutzgasverbrauch – je nach Größe

und Proportion der lichten Türöffnung – nur 20 bis 40 %.

- Das dauerhaft, betriebssichere und verschleißarme Arbeiten bei Temperaturen bis 1250 °C setzt eine große Erfahrung

und Kompetenz bei dem Werkstoffeinsatz voraus.

- Die Transportrollen bestehen aus geeigneten Metallen oder Keramikwerkstoffen. Die Materialeigenschaften verschiedener (bis zu 10 unterschiedlicher) keramischer Qualitäten wie zum Beispiel Temperaturwechselbeständigkeit und Belastungsfähigkeit bei Maximaltemperatur müssen in sinnvoller Kombination genutzt bzw. eingesetzt werden, um die geforderten Temperaturen, Belastungen und Durchsatzleistungen zu erreichen.

Ein wesentliches Bauteil des Ofens sind die bewährten Schwartz-Rollenherdelemente (**Bild 6**). Diese auf der Basis langjähriger Erfahrung entwickelten Rollenherdelemente bestehen aus der Rolle selbst sowie den auf jeder Seite angeordneten schutzgasabdichtenden Rollenaufnahmen und -lagerblöcken.

Diese Lagerung schafft einen biegemomentfreien Drehantrieb jeder einzelnen Rolle mit optimaler Lastenteilung bei höchster Lebensdauer. Gleichzeitig wird dadurch ein einfacher Rollenwechsel bei einer Wartung oder einem eventuellen Bruch möglich.

Entsprechend den Anforderungen werden die einzelnen Antriebsgruppen mit frequenzgeregelten Drehstromantrieben ausgerüstet. Durch Geberrückführungen wird eine einwandfreie Synchronisation der einzelnen Antriebe erreicht. Beidseitig des Rollenherdes sind Hochtemperaturbrenner mit integriertem Rekuperator oder Elektroheizkörper angeordnet (**Bild 7**). Mantelstrahlrohre aus Silizium-Carbid sorgen für gute Trennung der Brenngase und der Schutzgasatmosphäre. Neben der thermischen Beständigkeit dieser keramischen Strahlrohre bei diesem Temperaturniveau bieten sie eine hohe spezifische Leistungsdichte, einen wartungsfreien Betrieb (ein periodisches Drehen ist nicht erforderlich) sowie eine quasi unbegrenzte Standzeit.

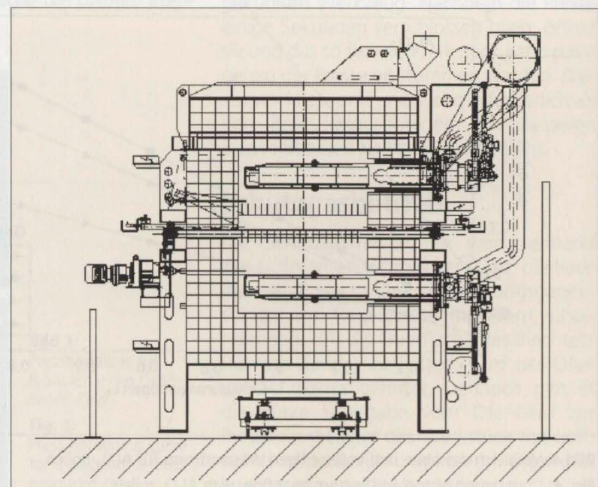


Bild 7:
Querschnitt einer gasbeheizten Rollenherd-Ofenanlage

Fig. 7:
Cross-section of gas fired roller furnace

Keramische Zackenrekuperatoren senken den Gasverbrauch, und Floxbrenner halten auch bei hohen Temperaturen die zulässigen Emissionswerte ein. Beide Einrichtungen sind Ausführungsmerkmale des bewährten Beheizungssystems. Von den weltweit eingesetzten Anlagen arbeiten ca. 80 % mit Gasbeheizung.

Die eingesetzten Steuerungen entsprechen dem jeweils neuesten Stand der Technik. Damit wird umfassende Bedienung und Remote-Überwachung aller wichtigen Steuereinrichtungen in der gesamten Anlage und der Peripherie erreicht. Die Ofenisolierung besteht aus keramischen Fasern mit geeigneter Klassifikationstemperatur. Eine hohe Verdichtung der senkrecht angeordneten Fasermatten kompensiert temperaturbedingte Schwindungen des Fasermaterials. Die Fasermatten werden an der „kalten Seite“ mechanisch am Außengehäuse befestigt. Da ohne temperaturbelastete Anker bzw. sonstige Halteelemente gearbeitet wird, ergibt sich eine dauerhafte Standzeit der Isolierung.

Diesem vorgestellten Ofenkonzept sind konsequente und beharrliche Entwicklungen von erkannten Möglichkeiten, z.B. der Rollenherdelemente vorausgegangen. Gleichzeitig wurden auch Verfahrensabläufe optimiert. Hierzu gehören auch sicher die vielfach durchgeführten Werkstests unter realen Bedingungen, die schon bei den ersten Rollenherdöfen durchgeführt wurden. Dafür können Ortsfrequenzen mit 50 Hz oder 60 Hz bei 400 V oder 500 V bis zu 600 kW benutzt werden. Für den Gasbetrieb stehen 850 kW zur Verfügung. Der Servicebereich unterhält eine 24 h/7 Tage-Hotline.

All diese Abläufe und Maßnahmen haben zur weltweit häufigsten Installation solcher Anlagen beigetragen.

Ausblick

Weitere Versuche zur Verbesserung der Schutzgasführung und -qualität verlaufen viel versprechend und werden die Verzunderung beim Übergabeprozess verringern.

Dazu gehört auch eine kurze Taktzeit, die vereinzelt schon bei 7 Sekunden liegt. Durch die neuartigen Beschichtungen der schweren Warenträger wird der Wärmeverlust beim Rücktransport zum Ofeneinlauf weiter verringert. Die Serientauglichkeit soll in absehbarer Zeit erreicht werden. Modernste Steuerungskonzepte erlauben unerreichte Bedienbarkeit und Remote-Überwachung aller relevanten Steuerungskomponenten der gesamten Anlage und deren Peripherie. Feederoptimierung durch Entnahme direkt aus dem heißen Ofenraum verkürzt die Laufzeit des Bauteils. Daher kann die Ofen-/Bauteiltemperatur gesenkt, die Oberflächenqualität verbessert und der Prozessenergiebedarf erheblich gemindert werden.

Angesichts des oben geschilderten Potentials ist von einem stürmischen Wachstum des Marktes auszugehen. Deshalb sind Entwicklungen der Technik sowie Markt- und Kundennähe und die Bereitschaft, Expansionen mit zu tragen, von wesentlicher Bedeutung für die Weiterentwicklung in diesem Bereich.



EITEP in China

- Unternehmerreise Energie-Wasser-Umwelt
- Gemeinschaftsstand Deutsche Gaswirtschaft








Unternehmerreise:
30.10. - 6.11.2004

Gas China 2004:
4. - 6.11.2004

Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit unterstützte Delegationsreise wird in den drei Städten Shanghai, Wuhan und Beijing halt machen. Für die dort jeweils stattfindenden Kontaktforen wird über unsere chinesischen Partnerverbände aus dem Energie-, Wasser- und Umweltfach landesweit ausgeschrieben. Nähere Informationen: www.eitep.de

Mit Unterstützung des Spitzenverbandes der chinesischen Gaswirtschaft und EITEP-Kooperationspartner CGA - China Gas Association organisiert EITEP auf der diesjährigen GAS CHINA 2004 einen Gemeinschaftsstand der deutschen Gaswirtschaft sowie einen "German Gas Day". Nähere Informationen: www.eitep.de

Wir informieren Sie gerne: Tel. 0511 / 90 99 2-10, Fax 0511 / 90 99 2-69, Email: eitep@eitep.de

www.eitep.de