

Stahl

6/2018
Juni 2018

Zeitschrift für die
Herstellung und
Verarbeitung von
Eisen und Stahl

stahl und eisen



Alternative zur Wärmebehandlung
von Einsatzstählen spart Zeit und
Ressourcen

Alternative zur Wärmebehandlung von Einsatzstählen spart Zeit und Ressourcen

Alternative to the heat treatment of case hardened steels saves time and resources

Die Kaltmassivumformung ist ein bewährtes Verfahren bei der Herstellung rotationssymmetrischer Komponenten für die Automobilindustrie. Um eine gute Umformbarkeit zu ermöglichen, werden Einsatzstähle Ferrit-Perlit (FP)- oder auf kugeligem Zementit (GKZ) gegläht. Diese Art der Wärmebehandlung ist jedoch sehr energie- und zeitintensiv. Zudem sind die Nachbehandlungen für eine anforderungsgerechte Geradheit und Oberflächenqualität aufwendig. Für die Weiterverarbeitung zu einsatzgehärteten Präzisionsteilen sind diese Verfahren wichtige Voraussetzungen. Daher haben die Deutschen Edelstahlwerke gemeinsam mit Kaltfließpresswerken ein alternatives Verfahren zur klassischen Wärmebehandlung entwickelt. Das Ergebnis: Deutlich schlankere Prozessketten und verbesserte Materialeigenschaften.

Matthias Schwarz
und Daniel Kipp

Cold forging is a proven process for the production of rotationally symmetrical components for the automotive industry. To achieve good formability, case-hardened steels are isothermally annealed or spheroidizing annealed. In addition, post-treatments are time-consuming in order to assure the straightness and surface quality requirements. These processes are important prerequisites for the further processing of case-hardened precision parts. Together with the cold forming industry Deutsche Edelstahlwerke has developed an alternative to the classic heat treatment processes. The result: leaner process chains and improved material properties.

Durch einen temperaturgeregelten Walzprozess mit anschließendem Anlassen ermöglichen die Deutschen Edelstahlwerke Stahleigenschaften, die sich durch das klassische Glühverfahren allein nicht erzielen lassen

By using rapid-cooling and tempering, Deutsche Edelstahlwerke produces steel properties that cannot be achieved by classic annealing processes alone



Harte Schale, weicher Kern: Diese Eigenschaft sollte auf einsatzgehärtete Bauteile, wie z. B. Antriebswellen, zutreffen. Der Schlüssel für eine lange Lebensdauer und Prozesssicherheit ist eine Kombination aus Verschleißfestigkeit der Oberfläche und Duktilität des Produktkerns unter dynamischer Belastung. Je homogener und feinkörniger das Stahlgefüge ist, desto präziser gelingt es, die mechanisch-technologischen Produkteigenschaften einzustellen. Wettbewerbsentscheidend ist weiterhin eine möglichst effiziente Wertschöpfungskette.

Ressourcen schonen dank Kaltmassivumformung

Die Kaltumformung spielt als ressourcenschonendes Herstellungsverfahren eine wichtige Rolle auf der Prozessroute vom Stabstahl zum einsatzgehärteten Bauteil. Der

Werkstoffzustand, in dem das Vormaterial produziert wird, erfüllt jedoch nicht alle Anforderungen der Verarbeitungsprozesse und des Endprodukts in gleichem Maße. Daher sind zunächst mehrere Wärme- und Nachbehandlungen notwendig. Die Endprodukte kommen vor allem

in der Automobilindustrie zum Einsatz. Um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden, entwickelten die Deutschen Edelstahlwerke (DEW) gemeinsam mit Kunden eine technologische Alternative zur klassischen Wärmebehandlung mit signifikantem Mehrwert über die gesamte Prozesskette. Mit einem temperaturgeregelten Walzverfahren und anschließendem Anlassen ersetzt der Stahlhersteller die klassische FP- bzw. GKZ-Glühung. Dieses Verfahren nennen die Deutschen Edelstahlwerke „DEW RC+T“ (Rapid Cooling + Tempering). Es spart Kaltumformern zeitintensive Prozessschritte und optimiert gleichzeitig die Stahleigenschaften für eine erhöhte Bauteilqualität.

Herausforderungen der klassischen Prozessroute

Für einen hohen Umformgrad des Einsatzstahls erfolgt bereits beim Stabmaterial standardmäßig eine GKZ- oder FP-Glühung. Ziel ist ein weiches, spannungsarmes Gefüge. GKZ-geglühter Stahl lässt

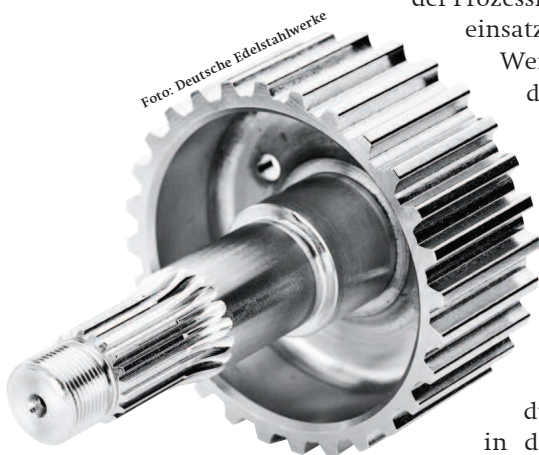
sich aufgrund seiner Mikrostruktur wesentlich besser kaltfließpressen als FP-geglühter Stahl. Die GKZ-Glühzeiten sind jedoch mit bis zu 24 Stunden sehr zeit- und energieintensiv. Eine lange Wärmebehandlung begünstigt die Randentkohlung, wodurch eine Behandlung der Oberfläche bspw. durch Schälern notwendig werden kann. Mittels Kaltfließpressen wird der Stabstahl zur gewünschten Bauteilgeometrie umgeformt. Im Anschluss folgt eine erneute Wärmebehandlung, da die Mikrostruktur und die Härte des Stahls für die Anforderungen des Endprodukts eingestellt werden müssen. Der daraus resultierende Verzug der Komponente wird durch Richten korrigiert. Für eine gleichmäßige Oberflächenbeschaffenheit und die Vervollständigung der Bauteilgeometrie wird das Bauteil zerspanend bearbeitet. Erst dann erfolgt das Einsatzhärten. Abschließend wird die gehärtete Komponente gerichtet – ein Moment, der das Risiko von Härterissen und damit von Ausschuss birgt. Zuletzt wird die Komponente spannungsarm gegläht und geschliffen.

Neues Verfahren steigert Effizienz

Die grundlegende Frage lautete: Wie kann ein Gefüge für die Kaltumformung inklusive nachfolgender Oberflächen- und Bauteilbehandlung ohne zeitintensive Glühungen eingestellt werden? Die Antwort liefern die Deutschen Edelstahlwerke in ihrem Walzwerk in Siegen mit dem Verfahren DEW RC+T.

Durch die Integration der Wärmebehandlung in den Walzprozess erschafft das Unternehmen der Schmolz + Bickenbach Gruppe Materialeigenschaften, die sich durch das klassische Glühverfahren allein nicht erzielen lassen. Die Gefügestruktur wird im Vergleich zum FP- und GKZ-geglühten Stahl deutlich verfeinert. Die Oberflächenbeschaffenheit und Maßstreuung des RC+T-Materials kann im Vergleich zum klassisch geglähten Stabstahl verbessert werden. So kann das Material nach dem temperaturgeregelten Walzen, Anlassen und Richten ohne ein Schälern der Oberfläche direkt vom Kaltumformer weiterverarbeitet werden. Durch die homogene Mikrostruktur lässt sich der Einsatzstahl gleichmäßiger und leichter umformen. Die Härte von mit DEW RC+T behandeltem Einsatzstahl liegt mit durchschnittlich 200 HB über dem Standardwert von 170 HB für Ferrit-Perlit-geglühtes Material. Durch die Feinkörnigkeit des Gefüges ergeben sich für Kaltumformer daraus jedoch keinerlei Nachteile. Laut der Untersuchungen der Deutschen Edelstahlwerke sind die Werkzeugstandzeiten unverändert. Zudem ist das Gefüge homogener und dadurch verzugsärmer.

Die feinkörnige Mikrostruktur ist beständig und bietet damit optimale Voraussetzungen für das Einsatzhärten – je feiner das Gefüge, desto besser und gleichmäßiger diffundiert der Kohlenstoff in den



Die anforderungsgerechte Kombination aus Verschleißfestigkeit der Oberfläche und Duktilität des Produktkerns ist der Schlüssel für eine lange Lebensdauer und Prozesssicherheit von rotationssymmetrischen Bauteilen

The combination of surface wear resistance and ductility of the product core to specification is the key to long life and process reliability in rotationally symmetrical components



Das Kühlbett der Deutschen Edelstahlwerke im Walzwerk Siegen ist auf dem neuesten Stand der Technik und für die kontrollierte Abkühlung von einzelnen Stahlstäben im Abmessungsbereich von 20 bis 90 mm konzipiert

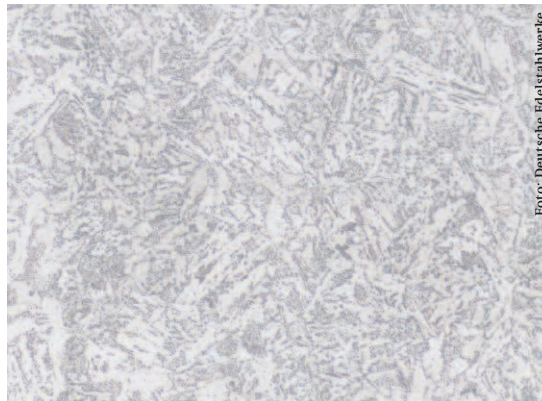
The cooling bed at Deutsche Edelstahlwerke in the Siegen rolling mill is state-of-the-art and designed for the controlled cooling of single steel bars in dimensions from 20 to 90 mm

Randbereich des Stahls. Anwender erhalten im Ergebnis mehr Handlungsspielraum bei der präzisen Einstellung der Härtetiefe und einer homogenen Verteilung der Stahleigenschaften bis in den Kern. Zudem profitieren Kunden von signifikanten Einsparungen bei Energie und CO₂.

Überzeugende Werkstoffergebnisse

Umfangreiche Werkstoffprüfungen und Versuche mit Kunden gingen der Serienproduktion mit DEW RC+T voraus. So verglichen die Deutschen Edelstahlwerke die Mikrostruktur, das Umformverhalten sowie die Feinkornstabilität der umgeformten Bauteile aus klassisch geglühtem und aus DEW RC+T behandeltem Stahl. Als klassischer Einsatzstahl kam u. a. 20CrMo5 zum Einsatz, der zur Verbesserung des Fließverhaltens standardmäßig FP-geglüht wird. Das zeilige Gefüge erfordert dennoch einen hohen Kraftaufwand beim Umformen. Im Vergleich zeichnet sich die temperaturgeregelt gewalzte und angelassene Variante durch ein feineres Korn sowie gleichmäßig verteilte, kugelige Karbide aus. Der Kaltstauchversuch zur Simulation der Umformbarkeit beweist die Feinkornbeständigkeit: Nach dem Erwärmen auf 1 160 °C sowie dem 30 min dauernden Halten und Abkühlen an der Luft verfügen über 60 % der Körner über eine Größe zwischen 8 und 10 gemäß ISO 643.

Der Erfolg mit DEW RC+T zeigt sich u. a. in der Partnerschaft mit einem Komponentenzulieferer für die Automobilindustrie. Als einer der ersten Kunden stellte dieser Zulieferer konsequent auf temperaturgeregelt gewalzten Einsatzstahl um. Durch die Umstellung von der GKZ-Glühung auf DEW RC+T profitiert der Anwender von optimierten



Der mit DEW RC+T behandelte Werkstoff 20CrMo5 zeichnet sich im Vergleich zur FP-geglühten Variante durch ein deutlich gleichmäßigeres und feineres Gefüge aus. Das Ergebnis ist ein erheblich verbessertes Fließverhalten

The material 20CrMo5 treated using DEW RC+T is characterized by a much more homogeneous and finer microstructure compared to variants annealed to ferrite-pearlite. The result is an improved flow behaviour

Kaltumform- und Härteprozessen. Ergebnisse sind ein deutlich geringerer Ausschuss und eine höhere Produktivität.

Technologische Voraussetzungen im Walzwerk

Der Erfolg des alternativen Herstellungsverfahrens DEW RC+T ist nicht zuletzt auf den hohen technologischen Standard im Walzwerk Siegen zurückzuführen. Rund 15 Mio. € investierten die Deutschen Edelstahlwerke seit 2015 in die Modernisierung des Walzwerkes. Als nachgeschalteter Prozessschritt wird eine gleichmäßige und kontrollierte Abkühlung jedes einzelnen Stabes über die ganze Breite durch das neue Kühlbett ermöglicht: Die Stäbe liegen auf einem Rechenbett in einem definierten Abstand nebeneinander und werden beim Abkühlen gedreht. Dadurch erreichen die Deutschen Edelstahlwerke eine gleichbleibend gute Reproduzierbarkeit und eine höherwertige Staboberfläche. Diese bleibt dank der eingesparten, klassischen Glühungen über die gesamte Prozessroute zur Herstellung einsatzgehärteter Bauteile erhalten.

Matthias Schwarz, Technische Kundenberatung Edelbaustahl; Daniel Kipp, Technisches Marketing, Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG, Witten.

matthias.schwarz@dew-stahl.com