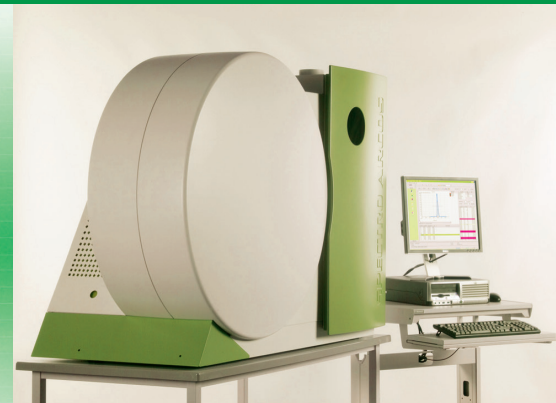
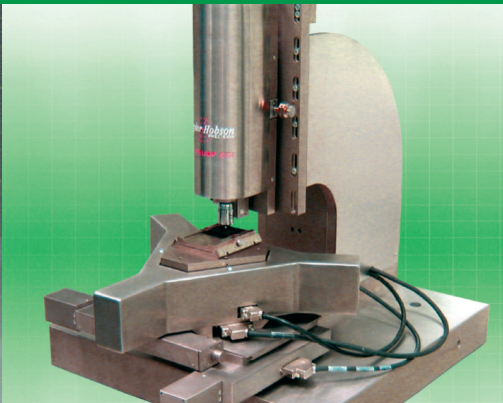




Produkte, Dienstleistungen, Verfahren

Anforderungen an die im Stanzwerkzeugbau verwendeten Schnittstähle

Allgemeine Anforderungen

Die Härte und der Verschleißwiderstand einerseits sowie die Zähigkeit andererseits sind zwei der wichtigsten Kriterien bzw. Anforderungen bei der Auswahl des passenden Schnittstahls. Da diese Materialeigenschaften meistens gegenläufig sind, müssen in der Praxis oftmals Kompromisse geschlossen werden. Dies erfolgt üblicherweise über die Gebrauchshärte bzw. durch eine gezielte Oberflächenbehandlung.

Die Auswahl des Schnittstahls sowie dessen Gebrauchshärte hängen hauptsächlich von der Dicke und Festigkeit des zu schneidenden Materials ab. Je größer die Dicke und Festigkeit des Bandmaterials, desto höher sind die Belastungen der Aktivteile des Werkzeuges.

Die verschiedenen Schnittstähle aus dem Sortiment der Georg Meusburger GmbH & Co. KG werden im Folgenden dargestellt.

Durchhärtestahl

Als „Klassiker“ im Stanzwerkzeugbau gilt der Stahl 1.2379. Dieses Material wird auch als Schnittplatte eingesetzt, da es eine sehr gute Maßhaltigkeit nach dem Härten aufweist. Meusburger bietet daher auch NP-Präzisionsstäbe aus diesem Material an. Grundsätzlich wird es bei mittleren Festigkeiten (bis ca. 400 N/mm²) des Bandmaterials eingesetzt. Die Gebrauchshärte liegt bei ca. 60-62 HRC.

Schnellarbeitsstahl

Der Schnellarbeitsstahl 1.3343 (HSS) wird als Standardmaterial für Matrizen und Schneidelemente verwendet. Gegenüber dem Stahl 1.2379 weist er eine höhere Verschleißfestigkeit und Härte auf. Er wird für mittlere Festigkeiten (bis ca. 500 N/mm²) des Bandmaterials und vor allem bei dicken Blechstärken eingesetzt. Die Gebrauchshärte liegt bei ca. 63-65 HRC.

Pulvermetallurgische Stähle

Pulvermetallurgische Stähle weisen aufgrund ihres homogenen Gefüges prinzipiell eine sehr hohe Zähigkeit auf.

Das Material 1.3344 PM (PM23) wird für Matrizen und Schneidstempel mit höheren Belastungen genutzt. Besonders für Bandmaterialien mit Festigkeiten ab ca. 600 N/mm² wird es häufig verwendet. Die Gebrauchshärte liegt bei etwa 63-65 HRC.

Der pulvermetallurgische Stahl MV10 PM mit 10% Vanadium wird für Matrizen und Schneidstempel mit sehr hohen Belastungen eingesetzt. Aufgrund des sehr homogenen Gefüges besitzt er sehr gute Kantenstabilität, auch bei Bauteilen mit komplexen Geometrien. Optimal eignet sich der MV10 PM für Bandmaterialien mit sehr hohen Festigkeiten und für Materialien, die einen hohen abrasiven Verschleiß verursachen (z.B. Nirosta). Die Gebrauchshärte liegt bei etwa 61-63 HRC.

Der neueste pulvermetallurgische Stahl von Meusburger ist der MW10 PM mit rund 10% Wolfram. Dieser findet Anwendung bei Matrizen und Stempeln mit höchsten Belastungen. Neben sehr guter Kantenstabilität bietet der MW10 PM eine hohe Druckbelastbarkeit. Er wird für Festigkeiten des Bandmaterials ab ca. 800 N/mm² und dicken Blechstärken eingesetzt. Er eignet sich insbesondere für Materialien, die für adhäsiven Verschleiß anfällig sind (z.B. Aluminium, Aluminium-Kupfer-Legierungen, Messing). Die Gebrauchshärte liegt bei etwa 66-68 HRC.

Hartmetall

Die korrosionsbeständige Universal-Hartmetallsorte CF-H40S+ bietet mit seiner hohen Ausgewogenheit den idealen Kompromiss zwischen Härte und Bruchzähigkeit bei hoher Kantenstabilität. Durch die maximale Verschleißfestigkeit sind sehr hohe Standzeiten von Matrize und Stempel nach Herstellerangaben gewährleistet. Das Metall wird bei Bandmaterialien mit höchster Festigkeit eingesetzt.

Meusburger Georg GmbH & Co. KG

Julia Grimm

Kesselstr. 42

A-6960 Wolfurt

Tel.: +43 5574 6706-1496

jg@meusburger.com

www.meusburger.com

Digitale Dokumentation bei Inbetriebnahme und Instandhaltung metallurgischer Anlagen

Die SMS group ist ein Systemanbieter von Maschinen und Anlagen. Das Unternehmen deckt das gesamte Spektrum der metallurgischen Prozesskette einschließlich der Elektrik und Automation bis hin zum Service ab. Gerade in Hinsicht auf Industrie 4.0 hat es sich die Gruppe mit fast 150 jähriger Historie zur Aufgabe gemacht, Prozesse immer wieder genau zu analysieren, besser zu strukturieren und stärker zu automatisieren. In diesem Zuge befasst sich das Unternehmen mit der Frage, wie es die Inbetriebnahme von Anlagen „digitalisieren“ könnte. Die Digitalisierung der technischen Anlagendokumentation bietet neue Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und ist ein wesentlicher Baustein auf dem Weg zum „Learning Steel Plant“, der Vision des Unternehmens in Bezug auf Industrie 4.0 und Digitalisierung. Eine passende Software fand das Unternehmen mit LiveDOK NG von der Rösberg GmbH. Eingesetzt wird sie heute aber nicht nur bei der Inbetriebnahme auf der

Baustelle, sondern auch für die hausinterne Instandhaltung.

Einfach zur digitalen Dokumentation

Für die strukturierte und automatisierte Abwicklung von Prozessen hatte die SMS group bereits ihr eigenes Process Control Center entwickelt. Nun waren sie auf der Suche nach einem Redlining-Tool, also einer Software, mit der sich auf einem PC, Notebook oder mobilen Device in der Dokumentation Änderungen eintragen lassen, ähnlich wie man das mit einem Rotstift auf Papier vornehmen würde. Denn bei der Inbetriebnahme muss immer wieder von der ursprünglichen Planung abgewichen werden. Das gilt es, für den sicheren Betrieb nachvollziehbar zu dokumentieren.

Für die digitale Dokumentation konvertiert LiveDOK NG Dokumente aus mehr als 200 unterschiedlichen, gewerkespezifischen Dateiformaten aus den Bereichen CAD, Of-

fice und Multimedia ins PDF-Format. Diese PDF-Dokumente werden nun fürs weitere Arbeiten genutzt und somit sind keine besonderen Programme oder Lizenzen notwendig, um die Dokumentation einsehen oder ändern zu können. Mit einer „google-artigen“ Suchsyntax lässt sich die gesamte Dokumentation dank einer cleveren Indizierung in kürzester Zeit durchsuchen. Die Gliederung der Dokumente und Ansichten lassen sich an individuelle Bedürfnisse anpassen. Für Änderungen steht eine große Palette an Redlining-Funktionen zur Verfügung, mit der sich unterschiedliche Änderungen direkt im Dokument vermerken lassen.

Software verbessert Verständnis für Gesamtprozess

Artur Schindler, Systemintegrator bei SMS group berichtet von der Einführung der Dokumentationssoftware: „Wir haben uns natürlich verschiedene Lösungen angeschaut.

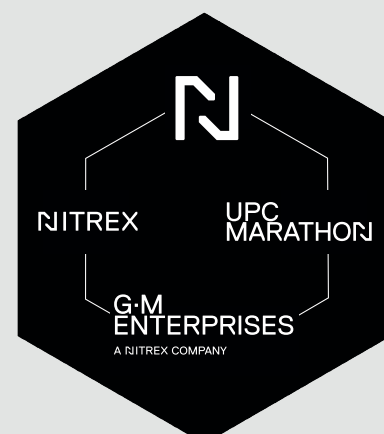


+49 716 19488 0
sales.de@upc-marathon.com
www.upc-marathon.com

UPC-MARATHON

MASTERING STRENGTH. WORLDWIDE.

Von der O₂-Sonde bis zum Endogasgenerator, von der Atmosphärenkontrolle bis zur Ofenmodernisierung, vom Regler bis zum Prozessleitsystem für vollautomatische Anlagen, von der Sicherheitskontrolle bis zur CQI-Messung – all das bieten wir unseren Kunden. Darüber hinaus stellen wir Härtereiwissen, Werkstoff-Know-how, Entwicklung von Regelungstechnik und Software aus einem Haus zur Verfügung.



Viele davon waren uns einfach zu umfangreich, legten den Schwerpunkt auf Instandhaltung oder arbeiteten mit Virtual Reality, um Prozesse zu simulieren. Wir waren aber auf der Suche nach einer Software, mit der wir schnell und mit geringem Aufwand zu einer produktiven Lösung kommen konnten. Für die digitale Dokumentation auf der Baustelle überzeugte uns LiveDOK.“ So wurde recht bald nach ersten Gesprächen ein Pilotprojekt aufgesetzt. „Rösberg hat schon hier wie dann auch während der gesamten Zusammenarbeit schnell und flexibel auf unsere Bedürfnisse reagiert und nach konstruktiven Lösungen für unsere individuellen Anforderungen gesucht.“ freut sich Schindler:

Vor der Einführung von LiveDOK wurde auf der Baustelle noch per Papier dokumentiert. Nach der Inbetriebnahme wurden diese Dokumente dann an die Konstruktionsabteilung übergeben, die nun mühevoll entziffern musste, was auf den Dokumenten notiert worden war. Wer die Notizen gemacht hatte, war nicht nachvollziehbar und daher konnten bei Unstimmigkeiten keine Rückfragen gestellt werden. Dazu kommt, dass die Teams auf der Baustelle ständig wechseln. Eine saubere Übergabe von Informationen ist da schwierig. Bei der digitalen Lösung wird nun vermerkt, wer wann welche Änderung vorgenommen hat und alle Informationen stehen sofort zur Verfügung. Schindler ergänzt: „Gleichzeitig hat die Software die Kollegen auf der Baustelle auch dafür sensibilisiert, dass die eingetragenen Informationen auch weiterverarbeitet werden müssen. Mit diesem Verständnis wurde gründlicher dokumentiert. Dank der Möglichkeit zur Tastatureingabe wurden unleserliche Handschreifeinträge hinfällig.“

Schindler kommt ursprünglich aus der Elektrokonstruktion und hat daher schwerpunktmäßig auch nach einer Lösung für diesen Bereich gesucht. Ihn begeistert die Unterstützung, die LiveDOK bietet, um Änderungen in Elektropäne zurückzuschreiben. Die Datei von der Baustelle mit den darin enthaltenen Dokumenten wird dazu mit der ursprünglichen EPLAN-Datei überlagert. Per Navigator kann sich der Anwender dann einfach von Änderung zu Änderung durchklicken, prüfen und übernehmen.

Entdeckung am Rande: Instandhaltung der Haustechnik

Während Schindler und seine Kollegen die digitale Dokumentations-Software auf der Baustelle einführten, begann sein Kollege, der am Standort Hilchenbach für die Instandhal-

tung der Haustechnik verantwortlich ist, die dazu vorhandene Dokumentation zu digitalisieren. Sein Traum war es, die einzelnen Gewerke mit QR-Codes zu versehen und eine Schnittstelle zwischen Gewerken und digitaler Dokumentation herzustellen. Auch hier stellte sich LiveDOK als passende Lösung heraus. Nun setzt das Unternehmen auch bei der Instandhaltung seiner elektrischen Schalt-, Heiz- und Löschanlagen auf das digitale Dokumentationssystem. Über Scannen des Codes gelangen die Instandhaltungsmitarbeiter dann direkt in die zugehörige Dokumentation und bestenfalls auch gleich zu den nötigen Arbeitsaufträgen. Beim Tausch von Komponenten können die Instandhalter direkt vor Ort in der digitalen Dokumentation vermerken, was verändert wurde.

LiveDOK auf mobilen Geräten

Die Wahl der richtigen Hardware brauchte etwas Erfahrung. Mittlerweile werden auf der Baustelle vermehrt Laptops eingesetzt. Je nach Anwendungsfall reichte die Leistungsfähigkeit von Tablets einfach nicht aus, zudem möchte der Inbetriebnehmer nicht zig elektronische Geräte mit sich herumtragen. Wo aber die Dokumentation lediglich eingesehen oder kleine Änderungen vermerkt werden sollen, sind Tablets durchaus geeignet. Manchmal ist es sehr praktisch, wenn man die gesamte Dokumentation per Handy immer mit sich tragen kann – ein wichtiges Argument für die Einführung von LiveDOK web in der Haustechnik. Bei all dem spielt natürlich die Sicherheit der hochsensiblen Daten eine wichtige Rolle. Das webbasierte Add-on zum Dokumentationstool LiveDOK NG lässt sich auf verschiedenen Geräten nutzen und überträgt vor Ort gemachte Änderungen direkt an einen zentralen Onlineserver. Dann stehen die aktuellen Informationen allen Anwendern zur Verfügung. Um die Web-Applikation nutzen zu können, müssen Anwender keine Software installieren, son-

dern benötigen lediglich einen Internet-Browser auf dem jeweiligen Bediengerät. LiveDOK.web hat eine responsive Oberfläche, ist für Touch-Bedienung ausgelegt und arbeitet betriebssystemunabhängig, lässt sich also auf Windows-, Android- oder iOS-Geräten nutzen. Die mobile Variante unterstützt für den Browser angepasste Änderungsfunktionen ähnlich wie die Desktop-Lösung.

Positiver Anklang bei den Anwendern

Mittlerweile hat die SMS group das digitale Dokumentationssystem auf circa 20 Baustellenprojekten benutzt. Der Anklang bei den Anwendern ist sehr positiv. Schindler ist begeistert, wie intuitiv sich die Lösung bedienen lässt. Zu Beginn des Projektes wurden drei User-Gruppen definiert, von denen heute im Wesentlichen zwei genutzt werden. „Die Gruppe, die am umfangreichsten geschult wird, erlernt innerhalb eines Tages alle Funktionen, die für sie als Generator Manager wichtig sind“, sagt Schindler. „Bei den Redlining Managern brauchen wir für die Schulung inklusive Rückfragen nur eine Stunde. Dann können sie produktiv loslegen. Dabei liegt der Schwerpunkt der Schulung mehr auf dem Verständnis für den Gesamtprozess als auf der Nutzung der vorhandenen Redlining-Palette.“ Neben all dem bringt die digitale Lösung einen weiteren entscheidenden Vorteil: Anlagenbauer kommen schneller zu einer finalen Anlagendokumentation, die ja immer auch Teil des Projektes ist und erhalten somit schneller ihre Vergütung. Damit rechnet sich die Anschaffung der Software finanziell oft schon während des ersten Projektes.

Rösberg Engineering GmbH

Industriestr. 9

76189 Karlsruhe

Tel.: 49 721 95018-0

info.ka@roesberg.com

www.roesberg.com

Die Rösberg Engineering GmbH

Rösberg Engineering GmbH, im Jahre 1962 in Karlsruhe gegründet, bietet mit rund 120 Mitarbeitern an fünf Standorten in Deutschland und in China Automatisierungslösungen für international agierende Unternehmen der Prozessindustrie. Zum Aufgabenspektrum gehört das Basic- und Detail-Engineering für die Automatisierung von prozess- und fertigungstechnischen Anlagen sowie die Konfiguration, Lieferung und Inbetriebnahme von Prozessleitsystemen. Zudem verfügt das Unternehmen über umfangreiche Projektierungs- und Anwendererfahrung beim Einsatz sicherheitsgerichteter Steuerungen, ist Experte für Funktionale Sicherheit. Und bietet im Bereich der Informationstechnik branchenspezifische Softwarelösungen an. Das PLT-CAE-System ProDOK NG ist seit über 30 Jahren international erfolgreich. Unter dem Namen Plant Solutions begleiten ProDOK NG, die digitale Anlagendokumentation LiveDOK NG und der Plant Assist Manager (PAM) Anlagen während der gesamten Betriebszeit von Planung, Bau, Inbetriebnahme, Modernisierung und Erweiterung bis hin zur Stilllegung.

Forschungsprojekt für leistungsfähige Gussbauteile

Wenn es um die Auslegung und Prüfung von Gussbauteilen geht, dominieren aktuell Insellösungen. Das am 1. November 2019 gestartete Forschungsprojekt „DNAguss – Durchgängige numerische Auslegung von Gussbauteilen entlang der Prozesskette“ setzt sich zum Ziel, dieses Manko zu beseitigen und die einzelnen Disziplinen miteinander zu verknüpfen. Angestrebt wird eine effizientere und kostengünstigere Entwicklung von leistungsfähigen, zyklisch beanspruchten Gussbauteilen zum Beispiel für die Windenergiebranche oder den Großmaschinenbau. Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF verfügt über jahrelange Erfahrung aus unterschiedlichsten Projekten mit Bezug zu Gussbewertung und ist bei „DNAguss“ Konsortialführer. Das Konsortium besteht aus elf Partnern, die im Rahmen des Projekts in einem virtuellen Prozess den Informations- und Datenaustausch innerhalb der Prozesskette zur Konstruktion und Auslegung von Eisengussbauteilen durchgängig gestalten wollen, um so ressourcenschonende Leichtbaukonstruktionen zu ermöglichen. Gleichzeitig arbeiten die Forscher daran, dass durch die Verknüpfung der einzelnen Disziplinen ein Gussbauteil vorab in all seinen Facetten berechnet werden kann. Ziel ist eine optimale Gestaltung unter Berücksichtigung der Werkstoffauswahl, Fertigungssimulation, Fertigung, Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeit bzw. Betriebsfestigkeit.

Dies soll zu einem systematischen Leichtbauansatz für Gussbauteile beitragen, sodass Material- und Energiekosten reduziert werden können. Von den Ergebnissen von „DNAguss“ sollen in erster Linie Unternehmen profitieren, die Gussbauteile designen, fertigen und auslegen. Dies können Großgussbauteile mit Stückgewichten bis 80 Tonnen oder auch kleinere Bauteile im Kilogramm-Bereich sein. Die Forscher gehen von einem Einsparpotential an Werkstoff von rund 20 bis 30 Prozent bei identischen Festigkeiten aus.

Mittelfristig ist geplant, die Resultate auch auf andere Branchen mit weiteren Fertigungsverfahren zu übertragen.

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bartningstr. 47

64289 Darmstadt

Tel. +49 6151 705-268

info@lb.fraunhofer.de

www.lb.fraunhofer.de/www.dnaguss.de

Das Konsortium im Projekt „DNAguss“ besteht aus folgenden Partnern

- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS (Zentrum für Zerstörungsfreie Prüfung)
- Hochschule Ansbach, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Kompetenzzentrum Industrielle Energieeffizienz (KIEff)
- MAGMA Gießereitechnologie GmbH
- Intes GmbH
- MATPLUS GmbH
- BMB Gesellschaft für Materialprüfung mbH
- Magna Engineering Center Steyr GmbH
- HegerGuss GmbH
- Meuselwitz Guss – Eisengießerei GmbH

Auftrag für ABP Induction

Die Silsan A.S. aus dem türkischen Adana ist ein etablierter Hersteller von Zylinderlaufbuchsen. Für die Produktion war das Unternehmen auf der Suche nach einer Lösung für das Schmelzen in modernen Mittelfrequenzschmelzöfen und das Gießen aus dem Gießofen über eine Zwischenpfanne in die Schleudergießanlage – und wurde bei ABP Induction fündig. Die Silsan A.S. hat sich für drei Schmelzöfen vom Typ FS 20 und für einen druckbeaufschlagten Gießofen vom Typ OCC 20 entschieden. Dabei überzeugte den Kunden das ABP-Gesamtkonzept. Im Mittelpunkt standen die Möglichkeiten in der Automatisierung und Energieeinsparung durch Prodapt und SPS im Schmelzsystem. Der Schmelzprozessor Prodapt berechnet den Energiebedarf entsprechend dem Ofeninhalt und steuert automatisch die Energieversorgung für den Schmelz- und Warmhaltebetrieb. Auch die Sicherheits-einrichtungen für den Betrieb und das Sicherheitskonzept des Schmelzsystems gaben für den Auftrag den Ausschlag. Der Gießofen wird über die bewährte Netzfrequenztechnik versorgt.

ABP Induction Systems GmbH

Kanalstr. 25

44147 Dortmund

Tel.: +49 231 997-2491

till.schreiber@abpinduction.com

www.abpinduction.com



Industrieofen
& Härtereizubehör GmbH Unna

UNSERE
ERFAHRUNG FÜR
IHR PROJEKT

OFENANLAGEN Gasaufkohlungs-, Gasnitrier-, Luftumwälz-, Anlassöfen/Schutzgas-Glühöfen, Heizhauben **ANLAGENZUBEHÖR** Glühhauben, -Retorten, -Töpfe, -Sockel & Bodeneinlagen | Glühkopfdeckel, Retortendeckel & Umwälzstopfen | Leitzylinder | Isolierungen | Schutzgas-muffeln | Abschreckbecken & Waschmaschinen | Glüh- bzw. Härtekästen Salzbadtiegel mit Zubehör | Flügelräder & Motoren | Chargenauflagen, Stapelgestelle, Wendeträgersterne **ERSATZTEILE** Dichtungen | Heizungen Ventile | Pumpen | Edelstahlrohre | Thermoelemente mit Zubehör | Titan-Belüftungsrohre | Nachverbrennungen | Heizhaken, No-Carb-Abdeckmittel Abschreck- & Aufkohlungsflüssigkeiten

Dienstleistungen für alle Fabrikate Reparaturen & Umbauten | Wartungen & Instandhaltungen | FF-Neuzustellungen | Montagen & Schulungen | Lohnarbeiten **QUALITÄT** DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert und ein vom TÜV zertifizierter Schweißfachbetrieb HPO

www.ihu.de
Industrieofen- & Härtereizubehör GmbH Unna
Viktoriastr. 12 • 59425 Unna • Telefon +49 (0) 23 03 - 2 52 52 - 0
Fax +49 (0) 23 03 - 2 52 52 - 20 • E-mail info@ihu.de

Rekuperative Spaltstrombrenner für Hochtemperaturanwendungen

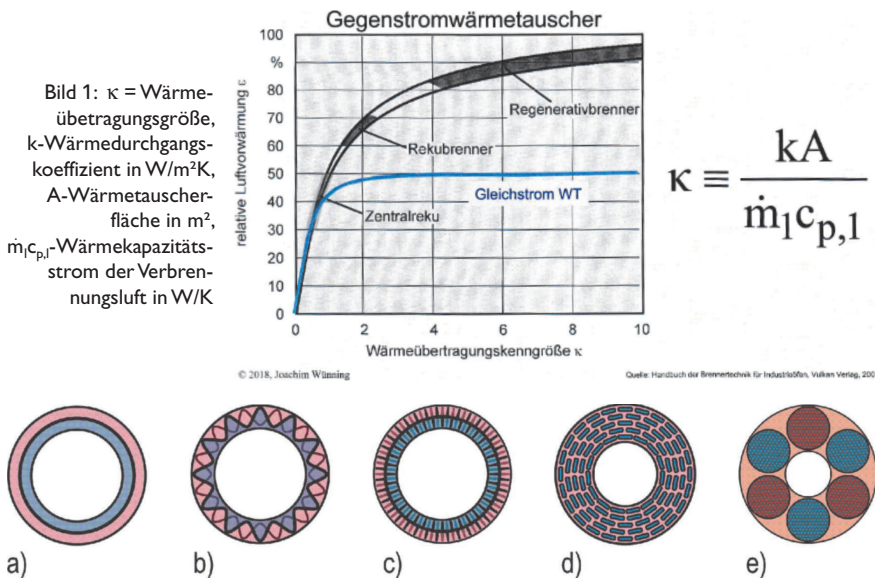


Bild 2: a) Glattrohrrekuperator; b) keramischer Rekuperator; c) metallischer Rippenrekuperator; d) Spaltstromrekuperator; e) regenerativer Wärmeaustauscher

Bei Neuinvestitionen von Ofenanlagen für die Wärmebehandlung von Stahl spielen neben den Investitionskosten die Betriebskosten eine zentrale Rolle, besonders wenn man sich veranschaulicht, dass in einem Zeitraum von 10 Jahren die Betriebskosten bis zu 90 % der Gesamtkosten betragen, während die Investitionskosten nur bis zu 10 % betragen. Einen wesentlichen Anteil der Betriebskosten bei einer Ofenanlage stellen die Kosten für die Beheizung dar. Bei Vergleich Strom zu Gasbeheizung, ergibt sich beim gegenwärtigen Strommix in Deutschland ein etwa 2,4-fach höherer Preis bei elektrischer Beheizung. Ebenso wird der Ausstoß von CO_2 gegenüber elektrischer Beheizung etwa halbiert. Um die Verluste bei Beheizung mit Gas möglichst gering zu halten, bedarf es hoch-effizienter Beheizungssysteme. Die dezent-

rale Verbrennungsluftvorwärmung, also Luftvorwärmung im Gegenstromprinzip direkt am Brenner, ist eine wirksame Methode, um den Gasverbrauch zu reduzieren. Der Wärmeaustausch oder die Wärmeübertragung hängen im Wesentlichen von der Wärmeaustauscherfläche ab, wenn man annimmt, dass der Wärmedurchgangskoeffizient und der Wärmekapazitätsstrom relativ konstant sind. Bild 1 zeigt diesen Zusammenhang für einen Gegenstromwärmetauscher im Vergleich mit einem Gleichstromwärmetauscher. Unter Berücksichtigung des oben erwähnten Zusammenhanges der Wärmeübertragung und der Wärmeaustauscherfläche ergibt sich die Aufgabenstellung, einen Wärmetauscher mit möglichst großer Tauscherfläche zu konzipieren. Dabei müssen sowohl technische

Machbarkeit als auch ökonomische Kriterien berücksichtigt werden.

Bild 2 zeigt die im Markt üblichen Rekuperatortypen im Querschnitt (zusätzlich einen Wärmetauscher für regenerative Wärmerückgewinnung im Vergleich).

Die aufgeführten Wärmeaustauscherflächen beziehen sich auf einen Brenner mit Leistung von 40 kW.

Dabei zeigt sich ein gravierender Unterschied hinsichtlich der Wärmeübertragungsfläche zwischen dem Spaltstromrekuperator und den anderen Rekuperatortypen.

Durch die große Wärmeaustauscherfläche erreicht der Spaltstromrekuperator in Verbindung mit dem keramischen Hochtemperaturrekuperator eine Luftvorwärmung, nahe oder gleich den Werten, die mit regenerativen Systemen erzielt werden, bei gleichzeitigem Vorteil der einfacheren Bauart gegenüber den regenerativen Brenner.

Durch den keramischen Rekuperator in Verbindung mit dem Spaltstromrekuperator werden Anwendungen des Brenners bis zu Abgaseintrittstemperaturen von $1250^\circ C$ möglich. Die hohe Abgaseintrittstemperatur wird entlang des keramischen Rekuperators im Gegenstromprinzip soweit reduziert, dass die maximale Anwendungstemperatur für den metallischen Spaltstromwärmetauscher (aus hitzebeständigem Stahl), beim Eintritt der Abgase in den Wärmetauscher bereits unterschritten wird. (siehe Bild 3: Rekumat C 150, aktueller Stand der Technik sowie Rekumat CS mit zusätzlichem metallischem Spaltstromrekuperator).

Die Wärmerückgewinnung durch das bewährte Spaltstrombrennerprinzip, bei dem die Luft auf viele Einzelwärmetauscher verteilt und somit eine hohe Wärmeübertragung erzielt wird, kommt als zusätzliche Wärmerückgewinnung zu der des keramischen Rekuperators hinzu. Der Spaltstrombrenner mit metallischem Rekuperator hat sich seit ca. 10 Jahren in zahlreichen Anwendungen bewährt.

Dies bedeutet in Zahlen, dass der Rekumat CS Brenner eine Wirkungsgrad-Steigerung von 10 – 20 % erreicht, im Vergleich zu konventionellem, aktuellem Stand der Brennertechnik entsprechendem Brenner mit keramischem Rekuperator.

Deshalb wird der Brenner neben dem Einsatz für direkte Beheizung bis $1250^\circ C$ auch bei indirekt beheizten Öfen mit hoch belasteter Strahlrohranwendung eingesetzt, um bei ho-

Rekumat® CS
Keramischer Rekuperator mit
zusätzlichem metallischem
Spaltstromrekuperator

Bild 3: Rekumat CS und
Rekumat C 150

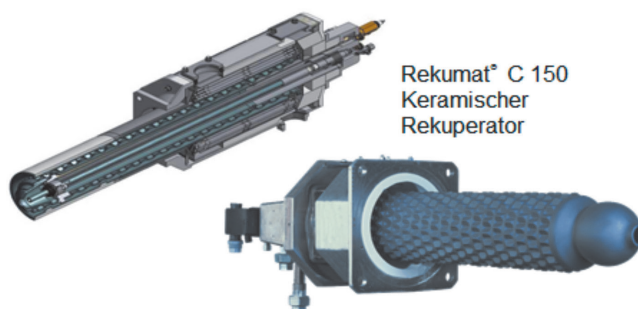




Bild 4: Rekumat CS 150 Anwendungsbeispiel Kammerofen

hen Prozesstemperaturen eine Wirkungsgrad von 80% und mehr zu erreichen (Bild 4).

Die Spaltstrombrenner Rekumat CS (Baureihe für hohe Temperaturen), der WS Wärme-prozesstechnik, sind leistungsmäßig in mehrere Baugrößen unterteilt.

Die maximale Leistung beträgt zur Zeit 80 kW (Brennergrößen mit höherer Leistung befinden sich momentan in der Testphase). Der Brenner wird im Ein-Aus Betrieb mit konstanten gas- und luftseitigen Vordrücken getaktet. Bei der Entwicklung der Baureihe wurde au-

ßer auf das Erreichen möglichst hoher Effizienz Wert auf eine einfache Zugänglichkeit der zu wartenden Brennerkomponenten gelegt. Dabei sind wie bei allen Hochleistungswärmetauschern wegen der engen Strömungskanäle saubere Verbrennungsluft und sauberes Abgas erforderlich.

Die eingangs erwähnte große Wärmeaustauscherfläche, die einen gewollten hohen Wärmeaustausch und somit eine hohe Luftvortemperatur zur Folge haben, bewirkt eine hohe thermische Stickoxidbildung (NO_x).

Durch das von WS entwickelte Verbrennungsverfahren FLOX (Flammlose Oxidation), das in zahlreichen Anwendungsfällen seit den 90er Jahren zum Einsatz kommt, kann eine drastische Reduzierung der thermischen Stickoxidwerte erzielt werden.

Dabei werden Emissionswerte in der Praxis von < 100 ppm, unter bestimmten Konditionen Werte < 50 ppm erreicht (bezogen auf 5% Restsauerstoff).

Bild 5 und 6 zeigen die NO_x Emissionen der Brenner Rekumat CS 150 und Rekumat C 150 sowie den Vergleich der Abgastemperaturen der beiden Brennertypen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Rekumat CS Baureihe bei hohen Prozesstemperaturen eine hohe Effizienz bei geringen Emissionen gewährleistet und dadurch einen nicht unerheblichen Beitrag zur effizienten Nutzung der Primärenergie Gas bei gleichzeitiger Reduzierung der NO_x und CO_2 Emissionen bewirkt.

WS.Wärme-prozesstechnik GmbH

Volker Burkhardt

Dornierstr. 14

71272 Renningen

Tel.: +49 7159 1632-0

ws@flox.com

www.flox.com

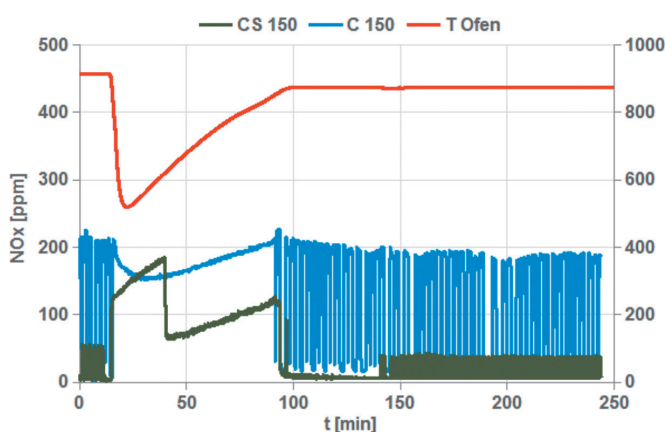


Bild 5: Vergleich NO_x Rekumat®C 150 – Rekumat® CS 150

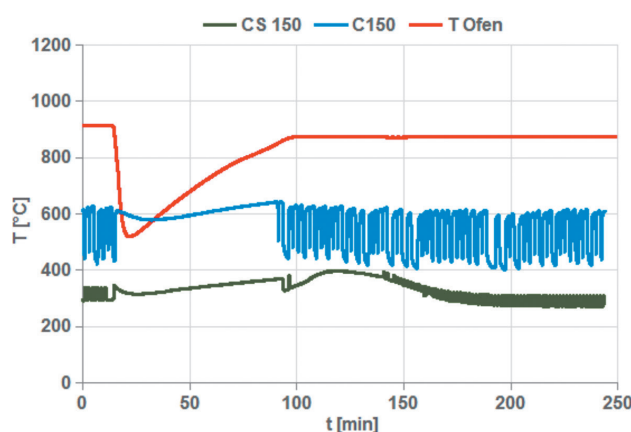


Bild 6: Vergleich Abgastemperatur Rekumat®C 150 – Rekumat® CS 150

Orbitalschweißen auf Grundlage effizienter Elektrodenauswahl und -vorbereitung

Beim WIG-Lichtbogenschweißen muss das verwendete Werkzeug für hochwertige Schweißnähte an die jeweilige Anwendung angepasst werden – und dennoch verwenden viele Schweißer zweitklassige Wolfram-Elektroden, die nicht auf den jeweiligen Prozess abgestimmt sind. Diese Wahl führt zu einer Verschlechterung der Schweißergeb-

nisse aufgrund von niedriger Elektrodenqualität. Allerdings erfordert effizientes Orbitalschweißen eine Wolfram-Elektrode mit individuell angepasster Spitzengeometrie und Oberflächenrauigkeit, passend zum richtigen Schutzgas. Ebenso müssen für optimale Schweißnähte weitere Faktoren beachtet werden, die Einfluss auf Zündigenschaften,

Lichtbogenstabilität und Gesamtwärmeeintrag haben sowie der Charakteristik der Schweißnaht entsprechen.

Die Anpassung aller Parameter an die jeweilige WIG-Anwendung ermöglicht eine längere Standzeit und dadurch Ressourceneinsparungen. Dies gelingt allerdings nur mit dem entsprechenden Know-how, der korrekten Aus-

wahl und der Verwendung von hochwertigem Wolfram. Drei zentrale Elemente lassen sich auf diese Weise optimieren: der Schweißprozess an sich, die chemischen Eigenschaften der verwendeten Wolfram-Legierung und das Schleifverfahren für die Elektrodenspitze.

Steigende Anforderungen an den Schweißprozess

Viele Hersteller und Verarbeiter von Metallrohren und -leitungen sehen sich im heutigen industriellen Umfeld strengerer Anforderungen an die Schweißnahteigenschaften gegenüber, als dies in der Vergangenheit der Fall war. Die Halbleiterindustrie benötigt beispielsweise schmalere Schweißnähte mit feinen Oberflächen auf der Innenseite von Edelstahl-Reinstgas-Leitungen. Diese Rohre transportieren hoch reine Gase, die toxisch, entflammbar oder korrosiv sind, weshalb die im Schmelzschweißverfahren hergestellten Schweißnähte korrosionsbeständig und sauber verarbeitet sein müssen, um einen störungsfreien Durchfluss zu ermöglichen. Außerdem reizen Konstrukteure aus allen technischen Disziplinen immer häufiger die Grenzen der technischen Machbarkeit aus, beispielsweise durch die Verringerung von Rohrwandstärken auf das notwendige Minimum. Der sauberen Verarbeitung der Schweißnähte kommt dadurch eine immer höhere Bedeutung im Hinblick auf Sicherheit und Standzeit der Produkte zu.

Während die Industrie sich stetig weiterentwickelt und ihre Prozesse anpasst, stellen auch Schweißer fest, dass ihr gesamtes Arbeitsumfeld hohem Konkurrenzdruck ausgesetzt ist. Anhand einer FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) und einer Datenanalyse der Prozessgrößen wurden die bisher deutlich unterschätzten verdeckten Kosten bei der Verwendung von Orbitalsystemen identifiziert – beispielsweise die Produktion von Ausschuss, Verringerung der Anlagenverfügbarkeit und häufiges Auswechseln der Elektroden. Dies treibt die Gesamtbetriebskosten in die Höhe, obwohl gleichzeitig möglichst viel Geld eingespart werden müsste. Dazu gehört die Vermeidung von vorzeitigem Verschleiß der Wolframelektrode und von Unregelmäßigkeiten im Bearbeitungsprozess, die durch den Einsatz verschiedener Wolframlegierungen bei der Verwendung von Elektroden unterschiedlicher Hersteller entstehen können.

Die richtige Chemie durch sorgfältige Pulvermetallurgie

Ein anderes wichtiges Element für die Qualität einer Elektrode besteht in ihrer chemischen Zu-

sammensetzung. Um die Elektrodenleistung zu verbessern, werden oftmals Dotierstoffe in Form von Cer-, Lanthan-, Zirkon-, Thorium-, Terbium- und Yttriumoxiden in Wolfram-Elektroden eingearbeitet. Solche Oxide senken die Elektronenaustrittsarbeit – gemessen in Elektronenvolt (eV). Reines Wolfram hat beispielsweise einen Wert von 4,5 eV, während ein mit 2 Prozent Oxid hergestelltes Wolfram einen Wert von 2,8 eV aufweist. Indem der eV-Wert gesenkt oder das Ionisierungspotenzial gesteigert wird, verbessern die Oxide sowohl die Lichtbogenzündleistung als auch die Lichtbogenstabilität. Der Einfluss dieser Variable auf das Schweißresultat wird jedoch häufig unterschätzt und die meisten Firmen betrachten die Wolfram-Elektrode als statische Komponente. Tatsächlich wird aber die Elektrode, sobald der Schweißstrom fließt, zu einem dynamischen Untersystem, dessen jeweilige Parameter die Eigenschaften des Lichtbogens maßgeblich beeinflussen. Insbesondere die Wärme des Schweißbogens führt dazu, dass die Oxide vom kühleren Kern der Elektrode zur heißeren Spitze wandern. Dort trennen sich die Oxide vom Basiselement als Dampf und hinterlassen einen Film auf der Elektrodenspitze. Geringe Toleranzen bei der Körnungsgröße, der Reinheit der Elemente und dem Zusammensetzungsverhältnis sind maßgeblich, um eine konsistente Oxidbewegung und Verdampfungsrate sicherzustellen, was wiederum zu einer gleichbleibend hohen Zündfähigkeit führt.

Da die Schmelzpunkte der für die Elektroden verwendeten Werkstoffe erheblich voneinander abweichen können – Wolfram schmilzt bei 3.422 Grad Celsius, Ceroxid bei 2.400 Grad Celsius – vertrauen die Hersteller auf das Verfahren der Pulvermetallurgie. Dabei werden spezifische, äußerst feine Wolfram-Korngrößen gemischt, um eine homogene Oxidverteilung in der Matrix zu erzielen. Nach diesem Prozess werden das Wolfram und das Oxidpulver durch isostatischen Druck zusammengepresst, sodass eine einheitliche Dichte und Mikrostruktur entstehen. In der Folge werden die spröden und nicht verfestigten Elektroden mehrere Stunden in einer hochreinen Wasserstoffumgebung und bei kontrollierten Temperaturen gesintert. Nach dem Sintern lassen sich die Elektroden zu ihrer endgültigen Form schmieden, wodurch die Körnungsstruktur weiter optimiert wird. Die Komplexität dieses Herstellungsprozesses der Wolfram-Elektroden birgt viele Möglichkeiten für Fehler und Prozessinstabilitäten, was auch die Unterschiede bei Leistung und Kosten der einzelnen Marken erklärt. Daher wird einerseits umfangreiches Know-how rund um die Elektrode benötigt, aber andererseits ebenso umfassende Kenntnisse über das Anwendungsgebiet

selbst, um das Werkzeug optimal für den jeweiligen Prozess anpassen zu können.

Schleifen für eine glatte Oberfläche

Die Geometrie spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Leistung einer Wolfram-Elektrode. Sie wird maßgeblich von der verwendeten Schleifmethode beeinflusst. Beispielsweise wird die Oberfläche durch Schleifmittel mit grober Körnung vergrößert, was wiederum für eine schnellere Oxidverdampfung sorgt. Des Weiteren variiert auch die Rauigkeit der Oberfläche bei der Bearbeitung mit einem grobkörnigen Schleifmittel von Anwendung zu Anwendung. Handbetriebene Schleifgeräte und Schleifmaschinen sollten der Vorbereitung der Elektroden für manuelle Anwendungen vorbehalten bleiben, nicht für mechanisierte Verfahren. Bei einem Orbital-WIG-Lichtbogenschweißsystem mit einer modernen Stromquelle mit Inverter und einem guten Lichtbogenzündverhalten sollten Unternehmen vorgeschliffene Wolframelektroden verwenden, die von robotergesteuerten CNC-Systemen bearbeitet wurden. Diese Maschinen sind in der Lage, die erwünschten sehr feinen Oberflächen zu erzeugen.

Um Einfluss auf Grenzsichten, Spannungsabfall, Kathodenflecken, Verdampfungsrate oder die relative freiliegende funktionale Oberfläche zu nehmen, kann die Rautiefe der Oberflächen Ra 0,01 μm (0,4 Mikrozoll) niedrig sein, bei hoher Kantenschärfe der Kontur oder 3,2 μm (125 Mikrozoll) mit perfekt gratfreien Flanken. Hochwertige, vorgeschliffene Elektroden aus Wolfram bieten zudem eine Maßgenauigkeit von $\pm 0,05$ mm am Spitzendurchmesser und Schleifwinkeltoleranzen von ± 1 Grad. Wird hingegen eine manuelle Schleifmaschine verwendet, um das Ende einer spitzen Elektrode abzuflachen, hinterlässt dies ausnahmslos einen mikroskopisch sichtbaren Grat. Wenn dieser Grat während des Schweißens abbricht, kann er in die Schweißnaht gelangen. Dies führt bei vielen kritischen Anwendungen oftmals dazu, dass das Werkstück aussortiert werden muss. Zusätzlich beeinflusst die Geometrie des Elektrodenpunkts die Form des Plasma-Kegels, was wiederum Auswirkungen auf das Profil der Schweißnaht hat.

Ausblick auf aktuelle Forschungsergebnisse

Ein Großteil der bisherigen Plasmaforschung im Bereich der Elektrodengeometrie erfolgt mithilfe der Spot-on-Plate-Technik (Schweißpunkt auf Platte), bei der für zwei Sekunden bei 200 A ein Lichtbogen auf eine Platte trifft. Diese Technik stellt nicht die Flüssigkeitsdynamiken dar (Verhal-

ten der Schweißnaht), die während des Orbital-schweißens auftreten. Sie berücksichtigt weder den Schweißkopf, der sich von der Schweißnaht aus in das kalte Material bewegt, noch bezieht sie die Wärmeleitfähigkeit und das Vorwärmen des Rohres während des Schweißvorgangs mit ein. Neuere Forschungen, die unter tatsächlichen orbitalen Schweißbedingungen durchgeführt wurden, umfassten mehr als 500 Elektrodenkonfigurationen. Dabei wurden polierte Querschnitte der Schweißnähte mit einem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Auf Grundlage dieser Ergebnisse können Anbieter von Elektroden- und Orbitalsystemen nun passende Wolframlösungen für spezifische Anwendungen empfehlen. Schmale Schweißnähte mit einer Schweißnaht von 2 mm im Außendurchmesser profitieren beispielsweise vom steigenden und gleichbleibenden Lichtbogenstrom von der Wolframelektrode, der durch eine Mischung aus Mischoxiden erzielt wird, bei denen verschiedene Oxid-Eigenschaften kombiniert werden.

Diese Forschungsergebnisse helfen zudem dabei, bisher verborgene Probleme zu lösen. So führten beispielsweise bei einem Unternehmen wiederkehrende Abweichungen im Schweißprozess zu einer deutlich erhöhten Ausschussquote. Um diese zu verringern,

wurden umfangreiche Maßnahmen ergriffen, um die Ursache zu finden. Das Untersuchungsteam kalibrierte die Stromquelle sowie den Schweißkopf neu und inspizierte jeden Punkt im Stromkreislauf. Dies führte jedoch nicht zu einer Verbesserung der Schweißergebnisse. Das Team dachte dabei jedoch nie an die Verbrauchskomponente im Kreislauf: die Elektrode. Der Wechsel zu hochwertigeren, vorgeschliffenen Wolfram-Elektroden löste das Problem.

In Abhängigkeit von den jeweiligen Einsatzbedingungen können kumulierte Abweichungen, die von diesen Faktoren hervorgerufen werden, leicht zu einer Gesamtwärmeeinbringung führen, die unter ansonsten identischen Umgebungsbedingungen um ganze 5 Prozent abweicht. Auch wenn das derzeit akzeptabel sein mag, kann sich dies in den nächsten zehn Jahren ändern, wenn Endnutzer von den Komponentenherstellern vollständige Datensätze und Analysen fordern.

Fazit: Hochwertige Wolfram-Elektroden optimieren Kosteneffizienz

Bei jedem Orbital-schweißprozess senken hochwertige Elektroden die Gesamtschweißkosten. Testläufe unter Reinraumbedingungen bestäti-

gen, dass sich mit optimierten Wolfram-Elektroden problemlos mehr als 650 Lichtbogenzündungen ohne Verzögerungen bei der Lichtbogenentwicklung realisieren lassen. Anstatt die Elektrode zu Beginn jeder Schicht wechseln zu müssen, könnten die Schweißer eine solche Elektrode mehrere Tage lang verwenden. Beispielsweise verzeichnete ein Unternehmen sogar 27 Stunden Lichtbogendauer mit einer einzigen Elektrode. Umgekehrt liefern unspezifische, zweitklassige Wolframelektroden durchschnittlich nur etwa 10 Lichtbogenzündungen und müssen somit deutlich häufiger gewechselt werden. Die damit verbundenen Arbeitskosten übersteigen allein schon sämtliche Einsparungen beim Kaufpreis. Unter Berücksichtigung von Ausschuss und Schweißdefekten ist es somit erstrebenswert, eine Elektrode sorgfältig auszuwählen. Denn nur so lassen sich qualitativ hochwertige Schweißnähte produzieren, die trotzdem kosteneffizient sind.

Gesellschaft für Wolfram Industrie mbH

Permanederstr. 34

83278 Traunstein

Tel.: +49 861 9879-0

info@wolfram-industries.de

www.wolfram-industries.de

FORTSCHRITTLICHE VAKUUMTECHNOLOGIEN FÜR IHRE INDUSTRIE



Herstellung überdimensionaler Bauteile

Öfen sind in verschiedenen Größen verfügbar, um die anspruchsvollsten Anforderungen an Qualität und Sicherheit bei der Behandlung von Luftfahrt- und medizinischen Teilen zu erfüllen.



Geringe Herstellkosten

Eine große Auswahl an Vakuumöfen, mit der qualitativ hochwertige, innovative Produkte schnell auf den Markt gebracht werden und gleichzeitig die Risiken beim Betrieb gesenkt, Sicherheit sowie Investitionsrentabilität erhöht und der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden.



Hochleistungslegierungen

Stetige Forschungs- und Entwicklungsarbeit bei der Herstellung von Öfen in Übereinstimmung mit den NADCAP-Anforderungen für die Behandlung von Materialien, die in Luftfahrtanwendungen verwendet werden.



V A C U U M F U R N A C E S

TAV VACUUM FURNACES SPA

ph. +39 0363 355711

info@tav-vacuumfurnaces.com

www.tav-vacuumfurnaces.com

Das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm als Grundlage für die Wärmebehandlung von Stahl

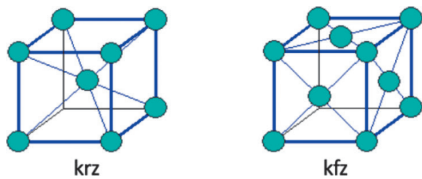


Bild 1: kubisch-raumzentriertes (krz) und kubisch-flächenzentriertes (kfz) Kristallgitter des Eisens

Das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm ist für Wärmebehandlung von Stählen und Gusseisenwerkstoffen von grundlegender Bedeutung. Es dient dem Wärmebehandler zum Verständnis der auf Temperatur vorliegenden Gefügestrukturen sowie der Gefügewandlungen bei langsamer Erwärmung und Abkühlung.

1. Gefügestruktur des reinen Eisens

Eisen ist das Basismaterial aller Stähle. Es ist ein Polymorph, d.h. es ändert seine Kristallstruktur mit der Temperatur. Bild 1 und 2 veranschaulichen den Aufbau der Gitterstrukturen des reinen Eisens sowie die Temperaturabhängigkeit bei der Abkühlung und der Erwärmung.

Betrachten wir die Änderungen des Kristallgitters einmal während der Abkühlung des reinen Eisens. Bei gleichgewichtsnaher Abkühlung bildet das reine Eisen unterhalb des Erstarrungspunktes von 1536°C zunächst die kubisch-raumzentrierte Kristallstruktur, das δ -Eisen, aus. Im Temperaturbereich zwischen 1392°C bis 911°C nimmt das Reineisen dann die kubisch-flächenzentrierte

terstruktur (kfz) an, das sogenannte γ -Eisen. Nach der Umwandlung bei 911°C (A_3 -Temperatur) liegt dann wieder die kubisch-raumzentrierte Kristallstruktur vor, die nun als α -Eisen bezeichnet wird. Die Kristallgitter bilden sich sowohl bei der Abkühlung als auch bei der Erwärmung entsprechend aus. Die Umwandlungstemperaturen werden auch mit den Kürzeln A_4 , A_3 und A_2 bezeichnet. Bei der Temperatur A_2 findet jedoch keine Gitteränderung statt. Das Eisen verliert oberhalb der sogenannten Curie-Temperatur von 769°C seine ferromagnetischen Eigenschaften und wird unmagnetisch. Zur Unterscheidung der Erwärmung und Abkühlung können die Temperaturen A_4 , A_3 , A_2 zusätzlich mit den Indices c und r versehen werden. So wird z.B. die A_3 -Temperatur bei der Erwärmung als Ac_3 und bei der Abkühlung als Ar_3 bezeichnet (chaffage franz. Erwärmung/refroidissement franz. Abkühlung).

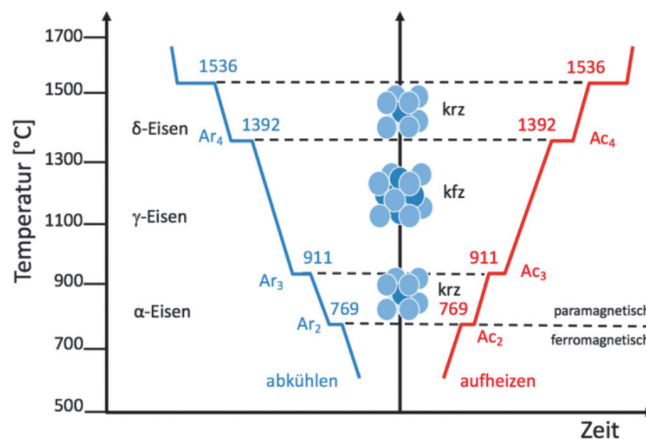


Bild 2: Umwandlungstemperaturen und Kristallgitter bei der Abkühlung und Erwärmung von Eisen

2. Aufbau des Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramms

Durch das Zulegieren von Kohlenstoff wird aus dem Eisen Stahl, dem wohl industriell bedeutendsten Konstruktionswerkstoff. Der Kohlenstoff ändert schon in geringen Gehalten die Eigenschaften des Materials, z.B. im Hinblick auf Festigkeit, Duktilität und Härtebarkeit. Die jeweiligen Eigenschaften können zudem durch eine angepasste Wärmebehandlung in weiten Grenzen beeinflusst werden. Im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm ist der Kohlenstoffgehalt gegenüber der Temperatur aufgetragen (Bild 3).

Stahl ist definiert als eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit weniger als 2,06 % C. Liegt der C-Gehalt darüber, sprechen wir von Gusseisenwerkstoffen, welche im Gegensatz zu den Stählen weder kalt- noch warmumformbar sind. Im Hinblick auf die Wärmebehandlung von Stahl können wir uns somit auf den für Stahl relevanten Ausschnitt des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms konzentrieren, die sogenannte Stahlecke (Bild 4).

Das binäre Zustandsdiagramm Eisen-Kohlenstoff zeigt die einzelnen Phasegebiete in Abhängigkeit von der Temperatur und dem C-Gehalt bei sehr langsamer, gleichgewichtsnaher Erwärmung bzw. Abkühlung auf. Das kubisch-raumzentrierte α -Eisen wird metallographisch auch als Ferrit (oder α -Mischkristall) und das kubisch-flächen-

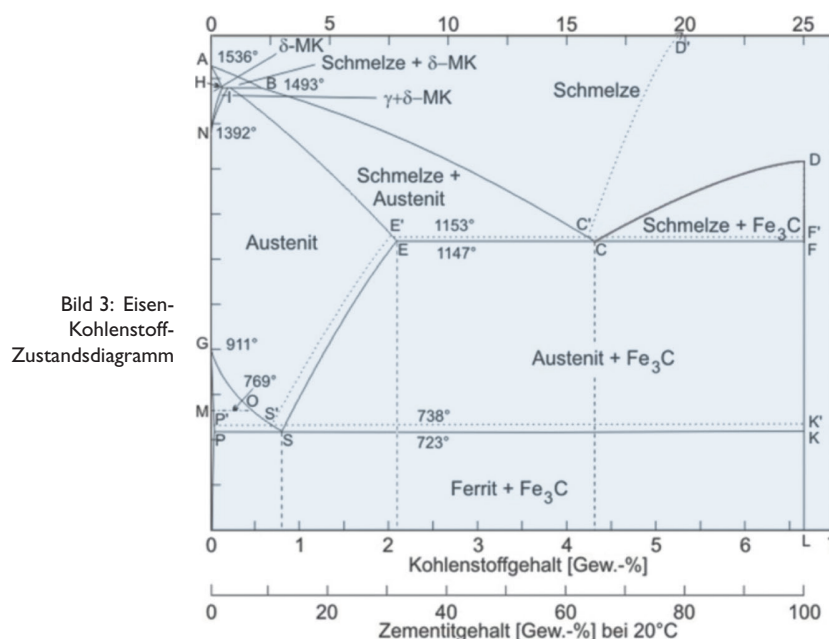


Bild 3: Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm

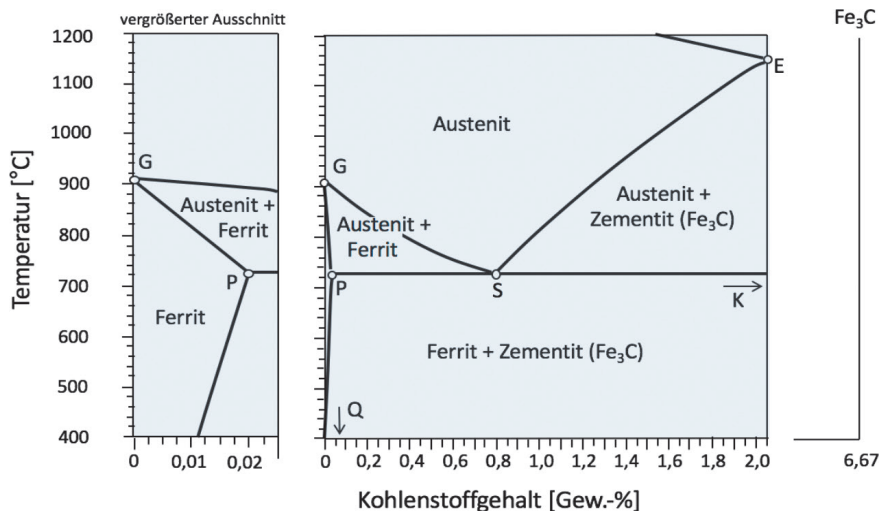


Bild 4: Ausschnitt des Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramms (Stahlecke)

trierte γ -Eisen als Austenit (oder γ -Mischkristall) bezeichnet. Neben den Einphasengebietten, die wir im Grundsatz schon von der Abkühl- und Erwärmungskurve des reinen Eisens her kennen (Bild 2), existieren im Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm nun neben Ferrit und Austenit auch Zweiphasengebiete. Die Umwandlungsvorgänge bei gleichgewichtsnaher Erwärmung oder Abkühlung finden bei den Stählen hier in einem Temperaturbereich statt, innerhalb dessen zwei Phasen nebeneinander vorliegen und sich je nach Temperatur im Mengenverhältnis zueinander ändern. Auch der C-Gehalt der Phasen Ferrit und Austenit ändert sich temperaturabhängig durch Lösungs- und Ausscheidungsvorgänge.

Mit steigendem Kohlenstoffgehalt ändern sich im Vergleich zum reinen Eisen die Umwandlungstemperaturen. Z.B. fällt die A_3 -Temperatur kontinuierlich ab, bis sie bei 723°C und $0,8\%\text{C}$ auf die A_1 -Temperatur trifft. Die Schnittpunkte der Umwandlungslinien mit den Achsen oder anderen Linien werden im Sinne einer eindeutigen Zuordnung mit Buchstaben benannt (siehe Bild 3 und 4). Bild 5 zeigt die Lage und Benennung der Umwandlungstemperaturen im Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm.

Einphasengebiete Ferrit und Austenit

In den beiden Einphasengebietten Ferrit und Austenit ist der Kohlenstoff vollständig in Lösung. Der Kohlenstoff findet Platz auf den Zwischengitterplätzen des krz- bzw. kfz Kristallgitters – bevorzugt auf den Oktaederlücken. Doch die Löslichkeit für Kohlenstoff im Ferrit und im Austenit ist sehr begrenzt. Da die Gitterlücken im krz Ferrit deutlich kleiner sind als im kfz Austenit ist auch die Löslich-

keit für Kohlenstoff hier deutlich geringer: So ist das Einphasengebiet des reinen Ferrits überhaupt nur bei sehr geringen C-Gehalten existent. Im Punkt P ist die max. Löslichkeit für Kohlenstoff im Ferrit bei 723 °C mit 0,02 %C bereits erreicht und nimmt mit der Temperatur entlang der Linie P-Q weiter ab. Bei Raumtemperatur ist praktisch keine Löslichkeit für den Kohlenstoff mehr gegeben. Oberhalb der Linie G-S-E besteht das Gefüge des Stahls ausschließlich aus dem kfz Austenit, der aufgrund der größeren Gitterlücken eine vergleichsweise höhere Kohlenstofflöslichkeit aufweist. Die max. Löslichkeit für Kohlenstoff ist im Punkt E bei 1147 °C mit 2,06 %C gegeben.

Umwandlungsvorgänge im Zweiphasengebiet Austenit-Ferrit

Während die Umwandlung von der krz zur kfz Kristallstruktur im reinen Eisen bei einer Temperatur von 911 °C vollständig abläuft, findet die Gefügeumwandlung bei Stählen in Abhängigkeit vom C-Gehalt in einem Temperaturbereich statt.

Bei der Erwärmung im Zweiphasengebiet Austenit-Ferrit (P-S-G) wandelt bei Stählen mit weniger als 0,8%C (untereutktoide Stähle) immer mehr Ferrit in Austenit um, bis sich bei Erreichen der A_3 -Temperatur der gesamte Ferrit aufgelöst hat.

Bei der Abkühlung scheidet sich hingegen immer mehr Ferrit aus dem Austenit aus. Da der sich bildende Ferrit kaum Kohlenstoff lösen kann reichert sich der verbleibende Austenit entlang der Linie G-S immer stärker mit Kohlenstoff an, bis bei 723°C ein Gehalt von 0,8% C erreicht ist. Bei der A₁-Temperatur zerfällt der mit Kohlenstoff angereicherte

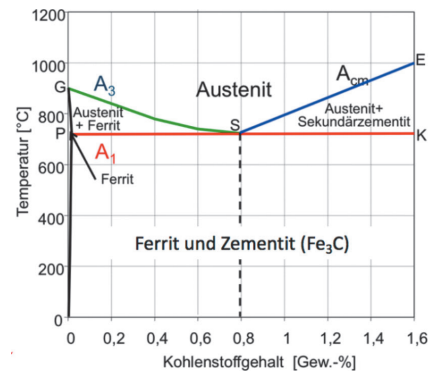


Bild 5: Lage und Benennung der Umwandlungstemperaturen im Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm

Austenit in Ferrit und Zementit (Fe_3C), einer intermetallischen Verbindung aus Eisen und Kohlenstoff. Der Kohlenstoff liegt hier als Eisencarbid im Gefüge vor, dass bei thermodynamisch gesehen nicht stabil ist. Aus diesem Grund wird in der Lehre auch das metastabile und das stabile Eisen-Kohlenstoff-Diagramm unterschieden. Wir konzentrieren uns ausschließlich auf das metastabile Diagramm, da in der Praxis der Wärmebehandlung bei üblichen Temperaturen und Haltezeiten das Eisencarbid nicht zerfällt.

Umwandlungsvorgänge im Zweiphasengebiet Austenit-Zementit

Bei C-Gehalten über 0,8% (übereutektoide Stähle) existiert oberhalb der A_1 -Temperatur kein Ferrit mehr: Zwischen der A_1 - und A_{cm} -Temperatur liegt neben dem Austenit Zementit im Gefüge vor, der sich an den Korngrenzen des Stahls anreichert (Sekundärzementit).

Bei der Erwärmung steigt die Löslichkeit für Kohlenstoff im Austenit, sodass mit der Temperatur immer mehr Fe_3C in Lösung gebracht werden kann. Bei Erreichen der Acm-Temperatur (Linie E-S) ist der gesamte Zementit in Lösung.

Bei der Abkühlung scheidet sich hingegen zunehmend Zementit im Gefüge aus, wodurch der verbleibende Austenit entlang der Linie E-S mehr und mehr an Kohlenstoff verarmt, bis der Austenit bei 723 °C und einem Gehalt von 0,8 %C wiederum in Ferrit und Zementit zerfällt.

Gefügestrukturen im Zweiphasengebiet Ferrit-Zementit

Die Gefügeausbildung unlegierter Stähle hängt bei gleichgewichtsnaher Abkühlung vom C-Gehalt des Stahls ab. Je nach C-Gehalt liegt mehr oder weniger Zementit bei



Bild 6: Lamellare Gefügestruktur des Perlits

Raumtemperatur im Gefüge vor. Die Zementitphase kann in unterschiedlicher Ausprägung im Gefüge in Erscheinung treten. Bei untereutektoiden Stählen mit einem Gehalt kleiner als 0,8 %C liegt der Zementit in Form von Perlit vor. Je höher der C-Gehalt, desto größer sind die Anteile von Perlit im Gefüge. Perlit ist keine eigene Phase sondern besteht aus den beiden Phasen Ferrit und Zementit in einer lamellaren Struktur, die auch als zeilig, streifig oder plattenförmig bezeichnet wird (Bild 6).

Der Perlit bildet sich aus dem Austenit bei Abkühlung auf die A_1 -Temperatur (perlitisches Reaktion). Die Bildungsmechanismen der Perlitbildung sind Diffusions- und Ausscheidungsvorgänge des Kohlenstoffs aus dem Austenit. Das Streben des Kohlenstoffs nach kurzen Diffusionswegen bis zur Ausscheidung als Zementit führt zu der lamellaren Struktur des Perlits.

Bild 7 veranschaulicht die unterschiedlichen Gefügeausbildungen in Abhängigkeit vom C-Gehalt bei ausgewählten unlegierten Stählen. Der Stahl mit etwa 0,1 %C weist nur sehr geringe Perlitanteile im Gefüge auf. Mit dem C-Gehalt steigt der Perlitgehalt an. Perlit selbst besteht aus 0,8 %C. Bei Stählen mit einem C-

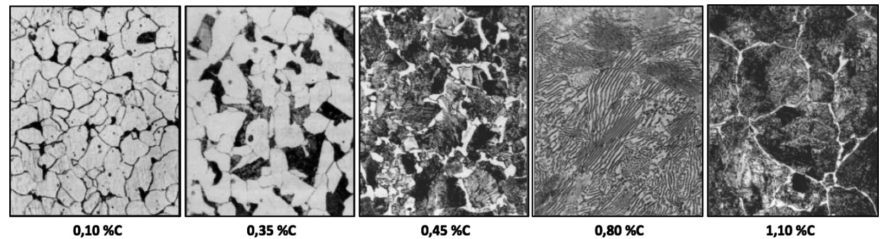


Bild 7: Lamellare Gefügestruktur des Perlits

Gehalt von 0,8 % bildet sich das Gefüge daher rein perlitisch aus. Bei übereutektischen Stählen größer 0,8 %C scheidet sich der Kohlenstoff mit ansteigendem C-Gehalt zunehmend auch an den Korngrenzen aus. Typisch für Stähle mit hohen C-Gehalten (z.B. Werkzeugstähle) ist die netzartige Struktur der Zementitausscheidungen an den Korngrenzen, wie sie auch in Bild 7 gut zu erkennen ist.

3. Grenzen des Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramms

Aus dem Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm können viele Hinweise für die Wärmebehandlung von Stählen abgeleitet werden. In der Praxis werden auf Basis des Diagramms für eine Vielzahl von unlegierten und legierten Stählen die Wärmebehandlungsparameter wie die Glüh- und Härte-temperaturen abgeleitet. Allerdings ist die Aussagekraft des Diagramms begrenzt. Zum einen besitzt ein binäres Zustandsdiagramm nur für das thermodynamische Gleichgewicht exakte Gültigkeit – sprich für eine „unendlich“ langsame Abkühlung und Erwärmung, wie Sie schon aus wirtschaftlichen Gründen in der Praxis nicht erfolgen kann.

Zum anderen beeinflussen Legierungselemente die Umwandlungstemperaturen im

Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm und somit die Existenzbereiche der Ein- und Zweiphasengebiete. Ferritbildner wie z.B. Cr, Al, V und Mo stabilisieren den Ferrit, während Austenitbildner wie Ni, Co, Mn und N das Austenitgebiet erweitern.

Streng genommen ist das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm daher nur für Stähle, die ausschließlich aus Eisen und Kohlenstoff bestehen, anwendbar. In der Praxis enthalten auch unlegierte Stähle neben dem Kohlenstoff weitere Elemente, die bei der Stahlherzeugung der Schmelze bewusst zugegeben werden oder auch unerwünscht über das Erz oder den Schrott in den Stahl gelangen. Das Zustandsdiagramm Eisen-Kohlenstoff kann daher für die Wärmebehandlung, insbesondere bei legierten Stählen, nur Anhaltspunkte für die inneren Vorgänge bei der Erwärmung, beim Halten auf Behandlungstemperatur und bei der Abkühlung liefern – dennoch ist es für den Wärmebehandler ein wesentliches und unverzichtbares Hilfsmittel.

IBW Dr. Irretier GmbH

Dipl.-Ing. Marco Jost/Büro Düsseldorf

Tel: +49 177 2359536

marco.jost@ibw-irretier.de

www.ibw-irretier.de

3D-Druck amorpher Metalle

Die Technologieunternehmen Heraeus AMLOY und TRUMPF starten eine Kooperation zum 3D-Druck mit amorphen Metallen. Ziel ist, den Druck amorpher Bauteile durch gesteigerte Prozess- und Kosteneffizienz als festes Fertigungsverfahren in der Industrie zu etablieren. Amorphe Metalle sind doppelt so fest wie Stahl, dabei aber wesentlich leichter und elastischer. Sie verhalten sich „isotrop“, das heißt ihre Materialeigenschaften bleiben identisch, unabhängig davon, in welche Richtung der 3D-Drucker das Werkstück aufbaut. Das ermöglicht nicht nur besonders stabile Bauteile, sondern verschafft

dem Konstrukteur auch mehr Freiheit bei der Entwicklung des Bauteils. Potenziale eröffnet der 3D-Druck amorpher Metalle vor allem bei stark belasteten Teilen und beim Leichtbau, etwa in der Luft- und Raumfahrt oder im Maschinenbau. Aufgrund der Biokompatibilität eignet sich das Material auch sehr gut für die Medizintechnik.

3D-Druck eröffnet neue Anwendungen für amorphe Metalle in der Industrie

„Der 3D-Druck von amorphen Bauteilen in der Industrie steckt bislang in den Kinderschu-

hen. Mit der Kooperation ermöglichen wir schnellere Druckprozesse und eine höhere Oberflächengüte – kurzum Kostenersparnisse für den Kunden. Auf diese Weise wird das Verfahren für breitere und völlig neue Anwendungen interessant“, so Jürgen Wachter, Leiter der Geschäftseinheit Heraeus AMLOY.

Amorphe Metalle entstehen, wenn geschmolzenes Metall sehr schnell abkühlt. Ein 3D-Drucker kann sie zu größeren, komplexen Bauteilen verarbeiten. Anderen Verfahren gelingt das nicht. Das eröffnet neue Anwendungen für amorphe Metalle in der Industrie. Außerdem steigert 3D-Druck das

Potenzial amorpher Metalle für den Leichtbau. Ein 3D-Drucker baut nur dort Strukturen auf, wo sie für das Bauteil einen Zweck erfüllen. Dadurch lässt sich Material und Gewicht einsparen. Amorphe Metalle sind wiederum von Natur aus sehr leicht. Mit der Kombination von 3D-Druck und amorphen Metallen lässt sich also bei vielen Anwendungen Gewicht einsparen. Außerdem macht 3D-Druck die Fertigung vieler amorpher Anwendungen schneller und einfacher. Die Technologie ermöglicht es, die Bauteile „am Stück“ aufzubauen, anstatt die Komponenten einzeln zu fertigen und anschließend zusammenzusetzen.

Optimiertes Material + angepasster 3D-Drucker

Bei der Kooperation verbindet Heraeus AMLOY seine Expertise in der Herstellung und Verarbeitung amorpher Metalle mit der Erfahrung von TRUMPF beim 3D-Druck. Heraeus AMLOY hat seine amorphen Legierungen für den 3D-Druck optimiert und das Material für die Bearbeitung auf den TruPrint Anlagen von TRUMPF angepasst. Die neueste Anlage TruPrint 2000 eignet sich besonders gut für den Druck amorpher Metalle. Das Maschinenkonzept ermöglicht es, das überschüssige Pulver für den weiteren Bauprozess aufzubereiten, also unter Schutzgas. Dies schützt das Pulver vor Oxidation. Für amorphe Metalle ist das ein Vorteil, da sie schnell mit Sauerstoff reagieren. Außerdem hat TRUMPF bei der TruPrint 2000 die Produktivität gesteigert. Zwei 300 Watt starke Laser belichten den gesamten Bauraum der Anlage parallel. Mit einem Fokussdurchmesser der Laser von nur 55 Mikrometer lassen sich amorphe Bauteile mit besonders hoher Oberflächenqualität auch in Serie herstellen. Die Funktion „Melt Pool Monitoring“ ermöglicht es, die Qualität des Schmelzbades automatisch zu prüfen. Somit lassen sich Fehler im Prozess frühzeitig erkennen.

Heraeus Holding GmbH

Heraeusstr. 12-14

63450 Hanau

Tel.: +49 6131 35-4861

katharina.reichel@heraeus.com

www.heraeus.com

TRUMPF GmbH + Co. KG

Johann-Maus-Str. 2

71254 Ditzingen

Tel.: +49 7156 303-31251

ramona.hoerl@trumpf.com

www.trumpf.com

Industriediodenlaser von Coherent

Der neue Coherent HighLight DL HPS ist ein industrieller Diodenlaser, der eine hohe Ausgangsleistung (1 kW bis 4 kW) in einem kompakten, in sich geschlossenen Gehäuse bietet und nach Herstellerangaben besonders für Systemintegratoren und Endanwender zum Metallauftragschweißen, zur Wärmebehandlung, zum Löt- und für Schweißanwendungen geeignet ist. Der HighLight DL HPS verwendet eine „All-in-One“-Konfiguration, bei der Laserkopf, Stromversorgung, Wasserkühler sowie Wärmetauscher in einem einzigen Gehäuse untergebracht sind. Mit Abmaßen von 670 x 1050 x 1760 mm ist er für Anwendungen auf engstem Raum prädestiniert, wie man sie z. B. in der Automobilindustrie vorfindet.

Ein wesentlicher Vorteil ist die Verwendung einer speziellen Kühltechnologie für die Laserdioden, die destilliertes statt deionisiertes Wasser zur Kühlung einsetzt. Dies macht die Integration des neuen Lasers im Vergleich zu Produkten, die deionisiertes Wasser benötigen, deutlich einfacher und weniger kostenintensiv.

Für den HighLight DL HPS stehen werkseitig zahlreiche Optionen und Zusatzausstattungen zur Verfügung. Der NIR-Laserstrahl mit einer Wellenlänge um 1 µm wird durch eine abnehmbare Transportfaser geführt, die wahlweise mit einem QBH- oder QD-Stecker ausgestattet ist. Coherent bietet eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen an, darunter Zoom-Fokussiereinheiten, mit denen der Fokusspot optimal in Größe, Form und Intensität an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden kann. Dies macht den HighLight DL HPS – so Coherent – für ein breites Anwendungsspektrum einsetzbar:

Coherent (Deutschland) GmbH

Dieselstr. 5b

64807 Dieburg

Tel.: +49 6131 9226-296

Heiko.Riedelsberger@coherent.com

www.coherent.com

Kurzwellig.

Pyrometer. Infrarotkameras. Zubehör. Software.

Wir messen berührungslos Temperaturen von -50 °C bis +3000 °C. Besuchen Sie uns: www.optris.de

Unsere kurzwelligen Infrarotkameras

ermöglichen Temperaturmessungen auf metallischen Oberflächen, Graphit oder Keramik.



ab
3150 €



Produktions-Informationssystem in der Metallfertigung

Um in der industriellen Fertigungstechnik effizient produzieren zu können, müssen die Abläufe eindeutig identifiziert, gezielt gesteuert, dokumentiert und jederzeit reorganisiert werden. Am Beispiel der Fertigung von Eisenbahnraden lässt sich dies aufzeigen. Für den gesamten Fertigungsprozess im kasachischen Ekibastuz sind Anlagen und Maschinen unterschiedlicher Hersteller im Einsatz, die einwandfrei miteinander interagieren müssen. Der Prozess und die Effizienz der Fertigung für jedes Rad, das das Werk verlässt, werden dokumentiert.

Die komplette Schmiedelinie lieferte die Schuler Pressen AG. Gleichzeitig war das Unternehmen aber auch zuständig für die Koordination und das Zusammenspiel des Track & Trace für die einzelnen Anlagenteile. Die Pressenhersteller mussten deshalb eine Lösung finden, wie die Anlageneffizienz im Blick behalten und die Qualität jedes produzierten Rades dokumentiert werden konnte. Diese Aufgabe wurde von der ZOZ & Partner GmbH übernommen, die für Schuler bereits zur Betriebsdatenerfassung das Schuler Press Management System entwickelt hatte. Die Aufgabe lautete nun, ein Produktions-Informationssystem (PIS) für die gesamte Anlage aufzusetzen.

Herausforderung: Tracking

Klaus Gille, Geschäftsführer von ZOZ & Partner, erläutert die Herausforderungen: „Die größte Herausforderung war in diesem Fall die Teileverfolgung. Für einen Großteil der Zeit sind das Material und später die Räder so heiß, dass man sie nicht mit einer Kennzeichnung versehen kann. Trotzdem ist es wichtig, die Geschichte eines jeden Rades zu kennen.“ Würde ein Rad einfach von Anfang bis Ende die Produktion durchlaufen, wäre das kein Problem, aber ganz so linear läuft es nicht ab: In der Stahlschmelze erhält jede Charge eine individuelle Heat ID. Anschließend werden Stangen geformt und daraus je nach Endgewicht automatisiert Stücke in passender Länge abgesägt. Diese werden dann – circa 340 Stück gemeinsam – bis zum Kern auf 1.200 bis 1.300 °C erhitzt. Das dauert sechs bis sieben Stunden. Danach muss die dabei entstandene Verzunderung entfernt werden. In zwei Pressstufen erhalten die Räder nun ihre Rohform, werden per Roboter an die Radwalze übergeben, dort in ihre finale Grundform ge-

bracht und anschließend in der Kumpelpresse gelocht.

Eine Laservermessung prüft im nächsten Schritt Durchmesser, Dicke, Rundungen, Lochnungen usw. Räder, die nicht den strengen Vorgaben entsprechen, werden ausgeschleust. Das muss im Produktions-Informationssystem dokumentiert werden, um eindeutig zuordnen zu können, welche Eigenschaften welches Rad hat. Wird für das Ausschleusen ein manueller Eingriff nötig, bedeutet das auch, dass der Mitarbeiter entsprechend sensibilisiert sein muss. Es ist eben nicht damit getan, das Rad aus der Produktion zu nehmen, sondern es muss im System vermerkt werden, welches Rad herausgenommen wurde, damit die Dokumentation zuverlässig weitergeführt werden kann.

Qualität sicher dokumentieren

Nach dem Vermessen per Laser wird jedes Rad mit einer eindeutigen ID markiert. Weiter geht es mit dem Härten der Laufflächen. Dieser Prozess hängt von der Stahlmischung des jeweiligen Rades ab, die im System der mitgeführten Heat ID entnommen werden kann. Nach dem Härten werden die Räder nachbehandelt, ggf. müssen noch Stellen nachgefräst werden. Eine finale Qualitätsprüfung stellt sicher, dass nur Räder die Produktion verlassen, die den Qualitätsvorgaben entsprechen.

Durch die parallele Bearbeitung ist der Durchsatz immens. Mehrere hundert fertige Räder verlassen täglich die Produktion. Gille erläutert: „Der herausforderndste Teil des Projektes ist aus meiner Sicht die Punkte auszumachen, wo es zu Problemen mit der Nachverfolgbarkeit kommen kann. Also da, wo manuell in den Prozess eingegriffen wird, oder wenn beispielsweise mehrere Elemente gleichzeitig in eine Station hineinlaufen, dort rotiert werden und danach schlimmstenfalls in versetzter Reihenfolge den Prozess wieder verlassen. Dann ist die Nachverfolgbarkeit unmarkierter Räder nicht trivial.“ Hier haben die Karlsruher mit ihrem PIS eine zuverlässige Lösung entwickelt, die an den Übergabepunkten der Produktion nicht nur die greifbaren Räder, sondern virtuell auch alle Informationen dazu übergibt. So ist es möglich, dass jedes Rad mit seinem individuellen Radpass die Produktion verlässt, in dem alle das Rad betreffenden relevanten Produktionsinformationen hinterlegt sind.

Prozesse optimieren

Mindestens so wichtig wie die Teileverfolgung ist aber auch die Betriebsdatenerfassung zur Prozessoptimierung. Genau genommen ist eine Prozessauswertung ohne eindeutige Zuordnung von Teilen und deren Ergebnis zu Prozessen nicht möglich. Zweiter Teil des Projektes war daher alle Produktionsdaten der Anlage in eine Datenbank zu schreiben, auszuwerten und über ein Webserver bzw. Webbrowser zu visualisieren. „Hier konnten wir PIS auf unser Vorgängermodell aufsetzen, das Schuler Press Management System, das wir schon in den 90ern für Schuler entwickelt und seither dort im Einsatz haben“, sagt Gille. Aufgabe des Systems ist es in diesem Zusammenhang, allgemeine Kennzahlen zur Anlagenperformance und Statistiken zu erfassen, die eine Optimierung der Produktion ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise die Anlagenzustandsverfolgung mit Produktionszeiten und Stillständen samt Auswertung sowie ein Fehlermeldungsarchiv. Erfasst werden zudem Stückzahlen, Werkzeug, theoretische Ausbringung, Kontierung von Zustandszeiten auf Produktionsaufträge, Schichten oder Tage. Zudem bietet das System einen Überblick über den Tagesproduktionsstatus sowie Berechnungen zu Verfügbarkeit, OEE (Overall Equipment Efficiency), MTBF (Mean Time Between Failure), MTTR (Mean Time To Repair), u.v.m. Selbstverständlich werden all diese Daten für die Anwender übersichtlich auf einer Weboberfläche dargestellt.

Vielfältige Anforderungen

Alle Datenpunkte einer derart komplexen Anlage in einem Prozess-Informationssystem abzubilden klingt nach einer aufwändigen Angelegenheit. Gille erläutert: „Da wir die Datenpunkte direkt aus der jeweiligen SPS importieren, ist der Aufwand im Grunde relativ gering, vorausgesetzt beim Programmieren der SPS wurde sauber gearbeitet. So konnten wir die knapp 20.000 Datenpunkte in kurzer Zeit importieren und hatten zudem die Möglichkeit, die Portierung während der Inbetriebnahme schnell zu ändern.“ Beides reduziert den Aufwand für die Inbetriebnahme beträchtlich. Als Schnittstelle zur SPS nutzen die Experten für Prozess-Software OPC UA, für die Anbindung ans ERP-System des Kunden wurde eine spezielle Datenbank-

schnittstelle entwickelt. Spannend bleibt die Ablage der Prozessdaten. Im laufenden Betrieb fallen schnell beachtliche Datenmengen an. „Vor Ort sind die Bedingungen für PCs und Speichermedien widrig, viel Staub, Schmutz und starke Temperaturunterschiede,“ fährt Gille fort. „Deshalb ist es sinnvoll, Daten auf einem örtlich abgesetzten Server abzulegen. Dann wird aber Eingriff in ein Firmennetzwerk nötig. Das ist also aus Sicht der Netzwerksicherheit herausfordernd.“

Das System wurde in Deutschland entwickelt, ist derzeit in Kasachstan im Einsatz und findet auch in der Türkei Anwendung. Jedes System ist aber nur so gut wie seine Benutzerschnittstelle. Neben einer übersichtlichen Visualisierung spielt dafür Sprache natürlich eine wichtige Rolle. Das System ist daher auf Mehrsprachigkeit angelegt. Per Knopfdruck kann zwischen Deutsch, Englisch, Türkisch und Russisch umgeschaltet werden.

Dank Spezialisierung auf Softwarelösungen für die Dokumentation und Optimierung von Produktionsprozessen haben die Karlsruher Experten seit Gründung des Unternehmens im Jahre 1981 in zahlreichen Pro-

jekten Praxiserfahrung gesammelt. Sie befassen sich seit fast vier Jahrzehnten mit Automatisierungstechnischen Prozessen und deren Optimierung. Die Herausforderungen aus der Prozess- und Automatisierungstechnik kennen sie daher aus erster Hand. Auch die beschriebene Applikation bei der Herstellung von Eisenbahnradern zeigt, wie Anwender von der über Jahrzehnte in ver-

schiedenen Projekten angesammelten Erfahrung profitieren.

ZOZ & Partner GmbH
Bahnhofstr. 16
76137 Karlsruhe
Tel.: +49 721 93124-0
zoz.partner@zoz-partner.de
www.zoz-partner.de

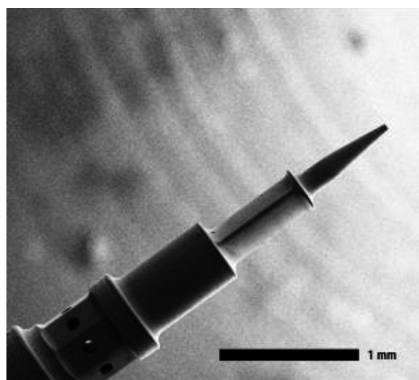
SCHULER AG

Als Technologie- und Weltmarktführer in der Umformtechnik liefert Schuler Anlagen, Werkzeuge, Verfahrens-Know-How und Dienstleistungen für die gesamte metallverarbeitende Industrie. Zu den wichtigsten Kunden gehören Automobilhersteller und -zulieferer; Unternehmen der Schienen- und Eisenbahnindustrie, sowie Unternehmen aus der Hausgeräte-, Schmiede-, Energie und Elektroindustrie und Luftfahrt. Als Systemlieferant bietet Schuler alles aus einer Hand und entwickelt die für den Fertigungsprozess erforderlichen Komponenten innerhalb des Konzerns. Schuler selbst gehört zur ANDRITZ Gruppe.

ZOZ & PARTNER GmbH

Das inhabergeführte Softwareunternehmen befasst sich mit Themen rund um projekt- oder produktbezogene, betriebliche, technische oder kommerzielle Prozesse sowie Prozessumgebungen. Basierend auf Erfahrungen aus Projekten in verschiedenen Branchen entwickeln die Karlsruher im Bereich Business Process Management (BPM) ausgereifte, multifunktional applizierbare Software-Tools für unterschiedlichste Aufgabenstellungen innerhalb des Product Life Cycle und der Prozessleittechnik.

Ultrakurzpuls-Laser als Schlüsseltechnologie



Laserdrehteil aus Hartmetall mit Bohrungen.
Quelle: GFH GmbH/neoLASE GmbH

Die Nachfrage nach hochwertigen Bauteilen in großer Stückzahl sowie die Verlagerung von Wertschöpfungsketten in Regionen mit niedrigen Produktionskosten sorgen bei vielen Fertigungsbetrieben für Wettbewerbsdruck, der oftmals nur durch schnellere Bearbeitungsverfahren abgefedert werden kann. Dafür sind jedoch Technologien mit hohem Automatisierungsgrad notwendig, die gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – auch aus Kostengründen – oft schwierig umzusetzen sind.

Im Rahmen des EU-Förderprogramms „Horizon 2020“ haben nun die Unternehmen

GFH GmbH und neoLASE GmbH gemeinsam eine kostengünstige und branchenübergreifende Lösung entwickelt: Bei dem „Smart Modular All-in-One Robust Laser Machining Tool“ – SMAART – handelt es sich um ein hochflexibles und vollautomatisches Laserbearbeitungssystem, das mittels eines eigens programmierten intelligenten Steuerungssystems automatisch zwischen verschiedenen Arbeitsschritten wie Laserdrehen oder Feinstrukturieren wechselt. Zudem deckt die Anlage einen Pulsbereich von 500 ps bis 500 fs ab, ohne dass ein aufwendiges Umrüsten notwendig ist. Dadurch bleiben die Anschaffungskosten niedrig und langfristig sollen so Stückzahlen erhöht und Arbeitsplätze geschaffen werden.

Steigen die Produktions- oder Personalkosten, sehen sich viele Betriebe gezwungen, ihre Fertigungsprozesse zu restrukturieren oder komplett auszulagern. Um diesem Trend entgegenzuwirken, fördert die Europäische Kommission durch Initiativen und Ausschreibungen wie der Horizon 2020 Kampagne neue Technologien, die Fertigungsprozesse effizienter und dadurch günstiger gestalten können.

Eine dieser Technologien ist die Werkstückbearbeitung mit Ultrakurzpuls-Lasern (UKP), die hochpräzise, kontaktlos und dadurch materi-

alschonend operieren. Bisher waren solche Anlagen nicht nur sehr teuer; vielmehr zeigten sie sich komplex im Aufbau und auf einzelne Fertigungsschritte beschränkt. In der Praxis mussten so häufig verschiedene Anlagen für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren angeschafft werden, oder aufwendige und lange Umrüstarbeiten durchgeführt werden. Auch die Voraussetzung für umfangreiches Know-How in Bezug auf die Steuerung und die Lasertechnik, um optimale Ergebnisse liefern zu können, machte die Technologie für Klein- und mittelständische Unternehmen bislang nicht nur unrentabel, sondern stellte auch den Grund für gehemmte Investitionsbereitschaft dar. Mit dem Ziel, gemeinsam eine Bearbeitungsanlage zu entwickeln, erfolgte der Zusammenschluss der beiden Laserspezialisten GFH GmbH und neoLASE GmbH. Mit SMAART wurde ein System entwickelt, welches in die neuen Anlagentypen der GFH GmbH integrierbar ist und je nach vorhandenem Bearbeitungsmaterial und Bearbeitungsprozess über die Eingabemaske die passende Laserauswahl – Piko- oder Femtosekunden Laser – anbietet und die richtigen Prozessparameter generiert. Auf diese Weise kann effizienter und mit größerer Bandbreite produziert werden – und das ohne umfang-

reiche Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Laserbearbeitung. „So lässt sich eine schnelle Amortisierung erreichen und die Etablierung der Laserbearbeitung als Schlüsseltechnologie für den gesamten Sektor der Materialbearbeitung ist realistisch“, erklärt Maik Frede, Geschäftsführer der neoLASE GmbH. Die Finanzierung des ehrgeizigen Projekts erfolgt unter anderem durch Mittel aus dem Rahmenprogramm European Union Horizon 2020.

Flexibles Verstärkerdesign ermöglicht variable Pulsdauer und Leistungsklassen

Zu Beginn war es nur eine vage Idee, geboren auf einem Laser-Netzwerktreffen. „Ein gemeinsamer Erfahrungsaustausch im Anschluss der Veranstaltung hat gezeigt, dass die Lasertechnologie prädestiniert für ein solches Vorhaben ist“, erklärt Pauli. „Durch die kontaktlose und flexible Bearbeitung mit Lasern ohne nennenswerte Wärmeleitung hat die Technologie das Potential, auch energieaufwendige Prozesse zu ersetzen.“ Für beide Unternehmen galt es zunächst, die Herausforderungen, die Marktsituation, den technischen Status Quo sowie die notwendigen Entwicklungsschritte genau zu definieren. „Damit die Umsetzung eines solchen Projekts überhaupt möglich wird, mussten wir die Lasertechnologie kundennäher gestalten und ihre Komplexität minimieren“, erläutert Frede.

Damit die hohe Flexibilität – also das Wechseln zwischen verschiedenen Arbeitsschritten und Laserparametern ohne Umrüsten – garantiert werden kann, ist es notwendig, dass eine universelle Laserquelle für die Bearbeitung bereitsteht, deren Pulsdauer und Intensität zügig automatisch angepasst werden kann. Die Maschinen mit integriertem SMAART-Tool verfügen über eine Art eigene Intelligenz, welche die jeweiligen Parameter und Komponenten für die einzelnen Bearbeitungsschritte automatisch erkennt, ohne dass diese durch einen Bediener im Voraus berechnet und manuell in die Steuerung eingegeben werden müssen. „Diese Schaltzent-

rale liefert uns neoLASE mit ihrem GAP-Modul“, berichtet Pauli. „Durch das flexible Verstärkerdesign können auf unseren GL-Anlagen unterschiedliche Pulsdauern und Leistungsklassen abgerufen werden, ohne zusätzlich CPA- oder regenerative Verstärker integrieren zu müssen.“ Dies ermöglicht einen kompakten Aufbau der Anlagen, die dennoch Pulsenergien bis zu 400 µJ und mittlere Leistungen von 80 W generieren können. Gleichzeitig werden zusätzliche Kosten durch aufwändigere Laser oder Komponenten vermieden. „Die Bearbeitungsanlagen von GFH sind generell auf Modularität und Flexibilität ausgelegt, weshalb sie perfekt für unsere Verstärkermodule geeignet sind“, bestätigt Frede. Da durch Kombination beider Technologien der Pulsbereich zwischen 500 ps und 500 fs abgedeckt und ein schneller Wechsel garantiert ist, kann die Anlage signifikante Geschwindigkeitsvorteile und Qualitätssteigerungen erzielen. Durch die gleichzeitige Nutzung von Piko- und Femtosekundenpulsen ist sogar darüber hinaus eine weitere Optimierung der Abtragsgeschwindigkeit vorstellbar.

Berührungslose Bearbeitung ersetzt energieintensive Prozesse

Dazu trägt auch die berührungslose Bearbeitung mittels Lasereintrag bei: Weil die Pulse so kurz sind, dass keine nennenswerte Wärmeleitung stattfindet, werden Materialaufschmelzung, Gefügeveränderungen, Phasenumwandlungen und thermische Spannungen im Werkstück vermieden.

Damit die gewünschte Flexibilität auch tatsächlich von Beginn an gewährleistet ist, verfügen SMAART-fähige Anlagen neben der optimierten Hardware auch über eine integrierte Datenbank, auf der die verschiedenen Prozessparameter wie Pulsdauer, Verfahrenweg der Optik oder Werkstückmaße und Materialart hinterlegt sind. So ist es über die Eingabemaske möglich, aus über 100 Bearbeitungsverfahren zum Laserbohren, Laserschneiden, Strukturieren und Abtragen

mit dem Laser von Metall, Keramik, Glas und Polymeren auszuwählen. „Somit kann der Bediener einfach per Knopfdruck den gewünschten Arbeitsschritt initiieren. Die Ausrichtung der Maschine erfolgt dann automatisch in derselben Aufspannung“, erklärt Frede. „Sollten neue, noch nicht vorhandene Anwendungen oder Parameter hinzukommen, werden Maschine und GAP entsprechend angepasst.“ Auf diese Weise kann SMAART kontinuierlich weiterentwickelt werden und „dazulernen“.

Anwenderfreundlichkeit und Qualitätskontrolle stehen im Zentrum

Damit auch die Werkstückqualität selbst bei schwierig zu bearbeitenden Materialien wie Diamant gleichbleibend hoch ist, verfügen SMAART-fähige Anlagen mit einer Online-Qualitätskontrolle über ein Tool, das die Prozessparameter während der Bearbeitung validiert. Dadurch sind auch während des laufenden Arbeitsschritts Qualitätsproben möglich. „Wir wollten nicht einfach nur die Lasertechnik optimieren, sondern den Mehrwert dieser Verfahren so gut es geht steigern, etwa mit Vereinfachungen im Handling“, erklärt Pauli. „Eine zuverlässige Maschinenlösung, mit der sofort universell produziert werden kann, hält den Betrieb konkurrenzfähig und lässt ihn langfristig wachsen, ohne Personaldruck oder Investitionsängste fürchten zu müssen.“

neoLASE GmbH
Hollerithallee 17
30419 Hannover
Tel.: +49 1 515160-0
info@neolase.com
www.neolase.com

GFH GmbH
Großwälding 5
94469 Deggendorf
Tel.: +49 991 290 92-0
info@gfh-gmbh.de
www.gfh-gmbh.de

Messsystem für eloxierte Oberflächen

Bei Bauteilen kommt es stets auch auf die Qualität der Beschichtung an, zum Beispiel auf die Materialdicke oder die Anhaftung einer oder mehrerer Schichten auf einem Untergrund. Dabei ist eine Messung ihrer Dicke oder Gleichmäßigkeit – vor allem an kriti-

schen Stellen – bei der Qualitätskontrolle unerlässlich. Systeme, die auf dem fotothermischen Messverfahren basieren, erschließen hier praxismögliche Möglichkeiten, da sie sich für fast alle in- oder halbdurchsichtigen Schichten auf allen gängigen Substraten eig-

nen. Messzeiten von ca. einer Sekunde erlauben zudem die direkte Einbindung in den Produktionsprozess, auch in Anwendungen, bei denen bisher keine Hundertprozent-Qualitätskontrolle möglich war. Besonders einfach lassen sich jetzt eloxierte Oberflä-

chen prüfen. Die neuen fotothermischen Messsysteme werden ab Werk mit der entsprechenden Kalibrierung geliefert, was den Umgang mit der Technik deutlich erleichtert.

Mit der elektrolytischen Aluminium-Oxidation, dem sogenannten Eloxal-Verfahren, wird durch Umwandlung der obersten Materialschicht eine oxidische Korrosionsschutzschicht auf Aluminium-Oberflächen erzeugt. Es entsteht eine 5 bis 30 Mikrometer dünne Schicht, die tiefere Schichten so lange vor Korrosion schützt, wie keine Lücken, beispielsweise durch mechanische Beschädigung, in der Oxid-Schicht entstehen. Die Schichtdicke ist von der jeweiligen Anwendung abhängig. Egal ob es sich um eloxierte Schrauben für den Automobilbau oder die Luftfahrt handelt, für die Qualitätssicherung ist es unerlässlich, die Dicke oder Gleichmäßigkeit der Eloxal-Schicht zu überprüfen. Die bisher üblichen Verfahren haben gravierende Nachteile: Entnimmt man z. B. Stichproben und bestimmt die Schichtdicke mittels Schnitten unter dem Mikroskop, lässt sich die Schichtdicke an der Stelle zwar visuell kontrollieren, der Prüfling landet danach jedoch im Ausschuss und die Prüfergebnisse sind weder genau noch reproduzierbar. Viele Anwendungen arbeiten deshalb mit einer Widerstandsmessung. Das funktioniert nur dann gut, solange die Geometrie des Prüfobjekts den Stromfluss nicht einschränkt. Werden die Kontaktsonden zudem manuell angesetzt, sind individuelle Schwankungen der Messergebnisse vorprogrammiert. Eine hohe Reproduzierbarkeit lässt sich so nicht erreichen.

Laserbasierte fotothermische Messung: berührungslos und schnell

Das fotothermische Messverfahren des französischen Herstellers Envasense, das die Polytec GmbH jetzt auch speziell für die Schichtdickenmessung eloxierter Oberflächen im Programm hat, kennt diese Schwierigkeiten nicht. Das laserbasierte Schichtdickenmesssystem (z. B. HAKO-L) arbeitet ohne jeglichen Kontakt zum Objekt. Mittels Laser und Infrarotsensoren wird die Beschichtung aus Arbeitsabständen von 20 bis 40 mm mit einer Wiederholgenauigkeit von typischerweise $\pm 1 \mu\text{m}$ bzw. $\pm 3\%$ vom Messwert gemessen.

Die laserbasierte fotothermische Messung beruht auf der Erwärmung einer Probenoberfläche durch Laser-Bestrahlung. Diese Erwärmung breitet sich als Diffusionsvorgang abhängig von Material und Schichtdicke aus. Der Prüfling wird dazu an definierten Punkten vom Laser angestrahlt und aus der Wärmesignatur an den Messpunkten lässt sich mit entsprechenden Algorithmen die Schichtdicke berechnen. Da der Anregungs-Laser nur eine geringfügige Erwärmung erzeugt, wird weder das Objekt noch die Beschichtung während der Messung beeinflusst oder gar beschädigt. Dabei ist das Verfahren ausgesprochen schnell. Die Messung selbst dauert in der Regel weniger als eine Sekunde. Die räumliche Auflösung ist von der Größe des Laserspots abhängig. Bei der Prüfung eloxierter Oberflächen hat der Laserstrahl einen Durchmesser von ca. 700 μm . Teile und Zonen, die bisher mit herkömmlichen Kontaktsonden nicht erreichbar waren, können dadurch jetzt sehr genau geprüft werden, auch an kritischen Stellen wie Bohrungen oder fadenförmigen Strukturen. Angeboten wird das Messverfahren entweder als By-the-Line- oder Labor-Kontrollstation in zwei Baugrößen und kann bei Bedarf auch direkt in die Produktionslinie integriert werden. Der Messkopf wird hier z. B. an einem Roboterarm befestigt.

Unabhängig von Objektform und -größe

Da die Messung unabhängig von Objektgeometrie und -größe ist, lässt sich die Oberflächenbeschichtung unterschiedlichster Objekte prüfen. Dank der Envasense-Technologie muss auch bei einem Pro-

duktwechsel nicht neu kalibriert werden. Alles Notwendige ist bereits im Messsystem hinterlegt; Messzeiten, Distanz, Genauigkeit und Laserintensität sind auf die Anwendung abgestimmt. So können Formen mit Krümmungsradien bis hinunter zu 1 mm vermessen werden und man muss für die Kalibrierung kein unbeschichtetes Teil referenzieren. Das spart signifikant Arbeitszeit. Das HAKO-L liefert laut Herstellerangaben im Vergleich zur zerstörerischen Profilmessung und dem Wirbelstrom-Verfahren wesentlich aussagekräftigere, vor allem mit hoher Genauigkeit reproduzierbare Messergebnisse.

Mit Hilfe der Messergebnisse den Prozess optimieren

Das HAKO-L System ist mit einem 3-Achs-System ausgerüstet. Damit lassen sich komplexe Teile auf ihrer gesamten Oberfläche zur erweiterten Analyse scannen. Das ermöglicht im gleichen Arbeitsschritt eine schnelle und eindeutige Rückmeldung über die Aufteilung und Homogenität der Eloxal-Schicht an einem oder auch mehreren ausgewählten Teilen. Diese Messergebnisse lassen sich nicht nur zur Qualitätskontrolle, sondern auch zur Prozessoptimierung nutzen.

Polytec GmbH

Christina Petzhold

Polytec-Platz 1-7

76337 Waldbronn

Tel.: +49 7243 604-3680

c.petzhold@polytec.de

www.polytec.com

NewSonic

SonoDur 3

**IMMER
AM BALL
BLEIBEN!**

**10 Jahre UCI
Härteprüfung**

**Weltweit in
Industrie und
Forschung.**



Zink und Druckguss-Technologie

Die vielfältigen Werkstoffeigenschaften von Zink und die Formgebungsmöglichkeiten, die das Druckgießen bietet, ergänzen sich optimal. Was machbar ist und was künftig machbar sein könnte – die Substitution von anderen Fertigungsverfahren und Werkstoffen oder die Verknüpfung mit anderen Fertigungsverfahren und Werkstoffen –, zeigen die Preisträger des Zinkdruckguss-Wettbewerbs.

Zink ist aufgrund seiner vielfältigen Werkstoffeigenschaften das nach Eisen, Kupfer und Aluminium am häufigsten verarbeitete Metall. Zur Herstellung von Teilen aus Zink und seinen Legierungen ist Druckgießen optimal geeignet. Dieses Formgebungsverfahren, eines der wirtschaftlichsten überhaupt, besteht darin, dass schmelzflüssiges Metall in einer Druckgießmaschine unter hohem Druck mit hoher Geschwindigkeit in eine teilbare Gießform strömt, deren Innenkonturen annimmt und nach dem Erstarren als fast einbaufertiges Teil der Gießform entnommen werden kann. Die hierfür vorgesehenen Zinklegierungen haben einen bei relativ niedrigen Temperaturen liegenden Schmelzbereich (380 °C bis 390 °C) und ein sehr gutes Fließverhalten. Es ist daher möglich, dünnwandige Teile zu gießen – wodurch Kriterien wie Ressourceneffizienz und Gewichtsersparnis erfüllt werden – und dabei feine Oberflächenstrukturen zu erzeugen. Teile aus Zinkdruckguss haben auch günstige mechanische Eigenschaften: Die Legierung ZP0410 (ZnAl4Cu1) weist zum Beispiel eine Zugfestigkeit von 330 MPa auf, was an die Festigkeit von Baustahl herankommt (ab 340 MPa), und ist mit ihrer spezifischen Dichte von 6,7 kg/dm³ leichter als Stahl (7,9 kg/dm³). Zinkdruckgussteile sind außerdem korrosionsbeständig, schirmen gegen elektromagnetische Strahlung ab und können durch unterschiedliche Oberflächenbehandlungsverfahren veredelt werden. Und letztlich lässt sich Zinkdruckguss auch zu 100 % und ohne Qualitätsverlust recyceln.

Überall gefragt

Zinkdruckgussteile werden in der Automobilindustrie, im Maschinen-, Apparate- und Gerätebau, in der Elektrotechnik und der Elektronik, in der Haushaltsgeräte-Industrie, in der Sanitärindustrie, in der Medizintechnik und weiteren Branchen eingesetzt. Das Potential, das der Werkstoff Zink zur Anwendung bereithält, ist aber noch längst nicht

ausgeschöpft, wie der jüngste Zinkdruckguss-Wettbewerb zeigte.

Ausgezeichnete Druckgussteile

Verliehen wurde in diesem Jahr der Zinkdruckguss-Preis in den Produktgruppen „Automotive“, „Sanitärtechnik“, „Lifestyle“, „Elektrotechnik & Maschinenbau“, „Medizintechnik“, „Sicherheits- & Schließtechnik“. Eine Jury aus Fachleuten, die in der Zinkmetallurgie, dem Druckgießmaschinenbau sowie in Forschung und Fachverbänden zuhause sind, begutachtete mehr als 20 Teile, die von Druckgießereien eingereicht worden waren. Beurteilt wurden Kriterien wie Innovationsgrad, Konstruktion und Design, Komplexität, Schwierigkeitsgrad, Oberflächenoptik sowie Umsetzung im Formenbau und Herstellung.

Kombinationsmöglichkeiten

Die prämierten Werkstücke zeigen, wie sich unterschiedliche Anforderungen an Werkstücke durch die Kombination von Werkstoffeigenschaften und Formgebungsmöglichkeiten, die das Druckgießen bietet, lösen lassen. So können Teile hergestellt werden, die großflächig, dünn und formstabil zugleich sind. Ein Beispiel hierfür ist die in der Kategorie „Sanitärtechnik“ ausgezeichnete Abdeckrosette für eine Kopfbrause. Das Teil ersetzt ein Messingteil, das aus Vollmaterial diamantgefräst wird, und erfüllt trotz seines Gewichts von mehr als 2 kg alle Anforderungen an Oberflächenplanheit, Funktionalität und Optik. Das Druckgussteil ist galvanisierfähig, so dass diverse Oberflächenfarben erzeugt werden können (Bild 1). Durch Druckgießen lassen sich aber auch fili-



Bild 1. Abdeckrosette aus Zinkdruckguss für eine Kopfbrause.
(Bildquelle: HDO Druckguß- und Oberflächen-technik GmbH, 33106 Paderborn)

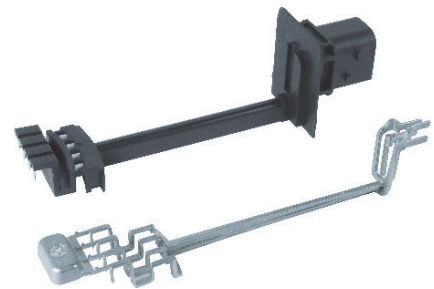


Bild 2. Stromschiene aus Zinkdruckguss für einen ebm-pabst Ventilator.
(Bildquelle: Frank Druckguss, Georg Frank GmbH, 74076 Heilbronn)

grane Teile herstellen, die fest, formstabil und maßhaltig sind. Dies ist der Fall bei einer Ventilator-Stromschiene mit Steckerbereich, die eine konventionelle Verkabelung ersetzt. Das Teil, Preisträger in der Kategorie „Elektrotechnik & Maschinenbau“, enthält einen im Querschnitt etwa 1 cm² großen Längskanal, in dem vier Stromleiter mit einem Durchmesser im Zehntelmillimeter-Bereich untergebracht werden müssen. Durch Umspritzen mit Kunststoff erhält das Teil eine Isolierung, die die Stabilität verstärkt und vor Feuchtigkeit schützt (Bild 2). Die hier genutzte Kombination von Zinkdruckguss mit einem anderen Werkstoff dürfte den Weg zu weiteren Anwendungsmöglichkeiten öffnen.

Dass mit der Zinkdruckguss-Technologie sehr fein strukturierte Oberflächen erzeugt werden können, belegt ein etwa 5 cm großes Figürchen, Preisträger in der Kategorie „Lifestyle“. Es trägt einen Koffer aus Zinkdruckguss (Bild 3), der präzise sein Vorbild imitiert, einen Lederkoffer mit aufgesetzten Lederecken als Kantenschutz, wie er vor Jahrzehnten gebräuchlich war. Die Kofferecken ragen maßstabsgetreu 0,2 mm vom Kofferkörper hervor, der Deckel steht umlaufend 0,5 mm ab.



Bild 3. Wendt & Kühn Holzfigürchen mit einem Koffer aus Zinkdruckguss.
(Bildquelle: Heiligenstädter Reißverschluß GmbH & Co. KG, 37308 Heilbad Heiligenstadt)



Bild 4. Schaltknaufträger aus Zinkdruckguss für ein Automatikgetriebe.
(Bildquelle: Druckguss Westfalen Behringer GmbH & Co. KG, 42551 Velbert)

Teile aus Zinkdruckguss können gleichzeitig eine technische Funktion erfüllen und eine ästhetische Wirkung vermitteln. Der in der Kategorie „Automotive“ prämierte Basisträger für den Schaltknauf eines Pkw-Automatikgetriebes hat eine hohe Festigkeit und

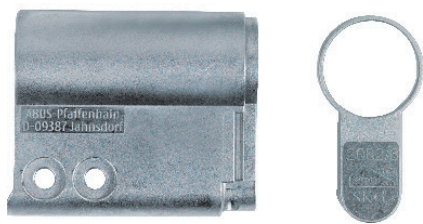
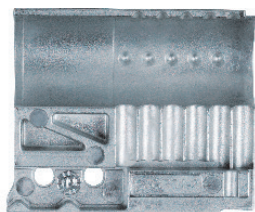


Bild 5. Aus Zinkdruckguss gefertigte Zylindergehäuseshalen mitsamt Kopfkappe für einen ABUS-ECO-Schließzylinder.
(Bildquelle: Groß Druckguss GmbH, 37308 Heilbad Heiligenstadt)

wirkt edel, kühl und belastbar. Außerdem fühlt sich das nur 150 g schwere Teil in der Hand des Fahrers angenehm an (Bild 4). Manche Teile müssen eine hohe Werkstofffestigkeit und hohe Passgenauigkeit aufweisen und deshalb mechanisch bearbeitet werden. Diese kostspielige Bearbeitung lässt sich einsparen, wie der Preisträger in der Kategorie „Sicherheits- & Schließtechnik“ beweist, ein Set aus den Gehäuseshalen und der Kopfkappe für einen ABUS-ECO-Schließzylinder (Bild 5). Ein weiterer Vorteil der Druckguss-Technologie ist, dass große Stückzahlen mit reproduzierbar hoher Qualität wirtschaftlich und ressourcenschonend gefertigt werden können.

Während bei manchen Druckgussteilen Filigranität und Dünnwandigkeit im Vordergrund stehen, gibt es andere Teile, die hohe Anforderungen hinsichtlich Masse, Volumen, Dickwandigkeit, Dichtigkeit und Präzision erfüllen müssen. Hierzu gehört das Druckgussgehäuse für ein zahnmedizinisches Röntgengerät (Bild 6). Das Gehäuse, Preisträger der Kategorie „Medizintechnik“, ist als Behälter vorgesehen, der die Röntgenröhre mitsamt Transformatorenöl aufnimmt. Das Gussteil garantiert Dichtigkeit und schirmt gegen elektromagnetische Strahlung ab. Deshalb kann bei der Verwendung dieses Gussteils auf eine Blei-Ummantelung weitgehend verzichtet werden. Da die Gesamtbaugruppe noch weitere Anbauteile aus Zinkdruckguss erhält, mussten bereits im Gießprozess die Befestigungsstellen am Gehäuse berücksichtigt werden.

Know-how und Werkzeugtechnik

Damit einwandfreie Druckgussteile entstehen, ist auch die Rolle der Druckgießmaschinen und Gießformen zu beachten. Deren Konstruktion erfordert ein hohes Maß an Fachwissen und den Einsatz von rechnergestützten Simulationsverfahren, weil viele Einflussgrößen zu berücksichtigen sind, die überdies in Wechselwirkung zueinander stehen.

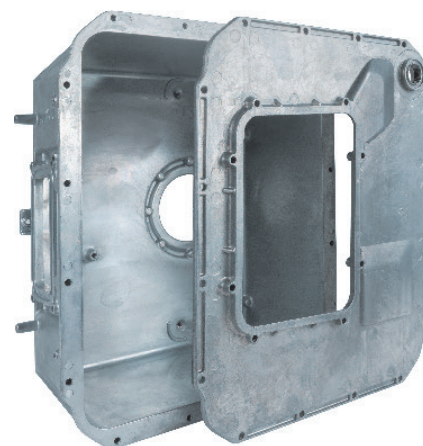


Bild 6. Gehäuse aus Zinkdruckguss für die Röntgen-Dentaltechnik.
(Bildquelle: Dipl.-Ing. Siegfried Müller Druckguss – Druckgießerei Formen- und Werkzeugbau GmbH & Co. KG, 42551 Velbert)

Der Zinkdruckguss-Wettbewerb und die Initiative Zink

Organisiert wird der Zinkdruckguss-Wettbewerb unter anderem von der Initiative Zink, die Hersteller von Zink, Zinklegierungen und Halbzeug auf Zinkbasis, Hersteller und Verarbeiter von Zinkverbindungen sowie Zink-Recycler vereint und dem Netzwerk der Wirtschaftsvereinigung Metalle und des Gesamtverbandes der Buntmetallindustrie (VVMetalle/GDB) angehört. Die Initiative Zink arbeitet mit nationalen und internationalen Zinkverbänden zusammen und ist Ansprechpartner für Behörden, Anwender, Presse und Einzelpersonen in allen Fragen, die mit Zink zu tun haben.

Initiative ZINK
im Netzwerk des GDB e.V.
Hansaallee 203
40549 Düsseldorf
Tel.: +49 211 941 906-75
presse@zink.de
www.zink.de

Optimierter Bainidur Spezialstahl für den 3D-Druck

Flexible Werkstoffe für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete entwickeln: Diesen Anspruch haben sich die Deutschen Edelstahlwerke (DEW), ein Unternehmen der SCHMOLZ + BICKENBACH Gruppe, auf die Fahne geschrieben – vor allem, seit die DEW Lösungen für die additive Fertigung verstärkt ins Auge gefasst haben. Dem gerecht werden die Stahlexperten mit dem

neuen Bainidur AM (= Additive Manufacturing). Der bewährte bainitische Spezialstahl kann verzugsfrei und mit geringer Bearbeitungszugabe verarbeitet werden, was aufwendige Prozessschritte einspart. Bei den DEW ist das Thema additive Fertigung omnipräsent. Anders als bei mechanischen Fertigungsverfahren wie Fräsen oder Drehen wird hier das Bauteil Schicht für

Schicht aufgebaut. Um die steigende Nachfrage ihrer Kunden in diesem Bereich zu bedienen, stellen die Stahlexperten aus Witten und Krefeld mittlerweile bis zu 200 Werkstoffe pulvermetallurgisch her. Nun wurde auch der unter DEW-Kunden bekannte Bainidur auf die additive Fertigung hin optimiert. Bainidur ist damit einer der wenigen Stähle, der sowohl für den 3D-Druck als auch für

Großserien (z.B. Automobilteile) verwendbar ist.

Für 3D-Druck geeignet und CO₂-sparend

Auf dem Markt gibt es derzeit nur wenige niedrig- und mittellegierte Stähle, die mittels additiver Fertigung verarbeitet werden können. Bainidur AM bedient dagegen diesen Bedarf, da mit ihm Erstmuster schnell und effizient gedruckt werden können, die zudem die späteren Bauteileigenschaften aufweisen. Die Wärmebehandlung sowie thermochemische Oberflächenbehandlungen können mit demselben Werkstoff getestet und optimiert werden wie in der Serienfertigung vom Stab. Auch das Ersatzteil ist – additiv gefertigt, wenn die Schmiedegesenke längst nicht mehr vorhanden sind – vom Original nicht mehr zu unterscheiden. Begünstigt wird dies durch sein gutes Umwandlungsverhalten in die Bainitstruktur. Dadurch ist der Werkstoff gutmütig bei der Pulverherstellung und beim Drucken. Beispielsweise lassen sich hochfeste Komponenten für den Automobilleichtbau prozesssicher, verzugsfrei und im Ergebnis mit

geringer Bearbeitungszugabe und reduziertem Wärmebehandlungsaufwand fertigen. DEW-Kunden profitieren von einer verkürzten Prozesskette und einer dauerhaft reproduzierbaren hohen Qualität. Die Werkstoffeigenschaften erlauben den Einsatz des Bauteils häufig ohne weitere Wärmebehandlung. Das Potenzial des Bainidur reicht somit bis zu Großserien.

Aufgrund der erhöhten Bauteilfestigkeit ist es möglich, die Baugröße und damit das Gewicht zu reduzieren. Eine Maßnahme, die deutlich CO₂ einspart. Der Bainidur AM ist folglich der optimierte Stahl, um höherfeste Bauteile ohne zusätzliche oder nur mit einfacher Wärmebehandlung zu fertigen. Viele

Teile sind nach dem Drucken gänzlich ohne Wärmebehandlung einsetzbar. Ein weiterer Vorteil des neuen Spezialstahls sind die gute Zerspanbarkeit und Nitrierbarkeit. Darüber hinaus punktet er mit einer guten Kerbschlagzähigkeit. Diese Attribute wirken sich ebenfalls positiv auf die Prozesskosten und die Bauteilqualität aus.

Deutsche Edelstahlwerke
Speciality Steel GmbH & Co. KG
Austr. 4
58452 Witten
Tel.: +49 2302 29-0
info@dew-stahl.com
www.dew-stahl.com

Deutsche Edelstahlwerke

Die Deutschen Edelstahlwerke sind ein Hersteller von Edelstahl-Langprodukten mit über 160 Jahren Erfahrung. Das Lieferspektrum umfasst Werkzeugstähle, rost-, säure- und hitzebeständige Stähle (RSH-Stähle), Edelbaustähle sowie Sonderwerkstoffe. Die Abmessungspalette reicht vom gezogenen Draht mit 4,5 mm Durchmesser bis hin zu geschmiedeten Produkten mit 1.100 mm Durchmesser. Die Kunden der Deutschen Edelstahlwerke erhalten die komplette Fertigungskette aus einer Hand: von der Erzeugung über die Anarbeitung bis hin zur Wärme- und Oberflächenbehandlung. Die Deutschen Edelstahlwerke sind ein Unternehmen der SCHMOLZ + BICKENBACH Gruppe.

Ressourcenschonung in Anlagentechnik und Komponenteneinsatz



Die BvL-Reinigungsanlagen werden kontinuierlich mit ressourcenschonenden Komponenten wie Isolierung, Abluftmanagement und automatischer Badsteuerung ausgestattet.

Im Leitbild der BvL Oberflächentechnik stellt die Energieeffizienz und das ökologische und sozial verantwortliche Arbeiten eine wesentliche Komponente dar. Der bewusste Umgang mit den Ressourcen bei der Konzeption und dem Bau der Reinigungsanlagen und ergänzenden Systemkomponenten von BvL spielt eine große Rolle. Energiespar-Maßnahmen gehören in mannigfachen Bereichen zum Standard der Anlagenausstattung. So ist die größtmögliche Isolierung der Anlagenbestandteile wie Pum-

pen, Filter und Rohrleitungen ein wesentlicher Bestandteil zur erhöhten Energieeinsparung.

Smart Cleaning für höchstmögliche Energieeffizienz

Hinter dem Begriff Smart Cleaning stehen bei BvL diverse Maßnahmen, mit denen die Reinigungsanlagen noch umweltschonender arbeiten. In diesem Zusammenhang werden alle BvL-Reinigungsanlagen seit Jahren serienmäßig

mit der Libelle Fluid Control ausgestattet. Mit Hilfe entsprechender Sensortechnik wird permanent die Badqualität gemessen, so dass weniger Wasser und Reiniger eingesetzt werden müssen, als wenn nach regelmäßigen Zeitabständen ein Badwechsel vorgenommen würde. Auch mit der Libelle Cleaner Control und der Libelle Oil Control sorgt BvL für einen schonenden Umgang mit Ressourcen, da durch die konstante Messung der Reiniger- bzw. Ölkonzentration im Bad der Wechsel immer nur zum notwendigen Zeitpunkt erfolgt. Durch die App „Bauteilerkennung“ der neuen Libelle Product Control wird per Kamerasensorik die optimale Position und Anzahl der Bauteile auf dem Werkstückträger erkannt, so dass eine größtmögliche Reinigungseffizienz erreicht werden kann. Gleichzeitig schaltet die Anlage, sobald sie erkennt, dass aktuell kein Bauteil eingefahren wird, in den energiesparenden Stand-by-Modus. Neben den Libelle-Sensortechnik-Elementen steuert beispielsweise das Abluftmanagement in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit die Abluft und die Trocknungssteuerung reguliert anhand der tatsächlichen Feuchtigkeit im Trockenraum die optimale Trocknungszeit.

Temperaturmessung in der Wärmebehandlung

Einfach!

Keine Schleppkabel, minimaler
Arbeitsaufwand.
Standardsysteme für Öfen bis zu
1350°C oder z.B. T6 Prozesse.



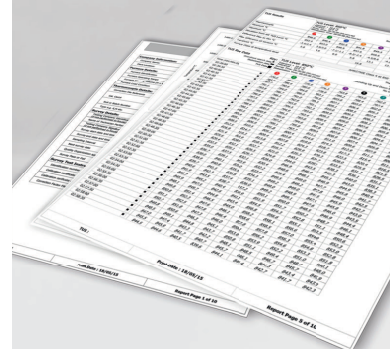
Neu!

Kamera System

Für die Kontrolle von Transportsystemen und Ofeneinbauten ohne den Ofen ausser Betrieb zu nehmen!



**Mit Auswertung gemäß
AMS2750E und CQI-9**



PhoenixTM GmbH

32549 Bad Oeynhausen
Tel.: +49 5731 30028 0
www.phoenixtm.de
info@phoenixtm.de

Zukünftige Projekte stets mit Blick auf die Ressourcenschonung

Die zukünftige Weiterentwicklung der Reinigungsanlagen und Systemkomponenten bei BvL zielt auch auf die verstärkte Ressourcenschonung ab. Das Unternehmen hat unter anderem die „selbstlernende Reinigungsanlage“ als Ziel gesetzt. Hier sollen mit Hilfe künstlicher Intelligenz die auf der Basis von Algorithmen gesteuerten Systeme selbstständig in der Lage sein, den Anlagenzustand und die Bauteil- und Medienparameter zu erkennen, Soll- und Istzustände permanent abzugleichen und hieraus zu lernen. Neben dem reduzierten Ressourcen- und Personaleinsatz sorgen die Systeme so durch die kontinuierliche Kontrolle und Anpassung länger für ein qualitativ hochwertiges Reinigungsergebnis.

BvL Oberflächentechnik GmbH

Grenzstr. 16
48488 Emsbüren
Tel.: +49 5903 951-60
info@bvl-group.de
www.bvl-group.de

Verschleißfeste Kupfer- Plattenkühler für Hochöfen

Für die Betreiber von Hochöfen stellt Primetals Technologies einen neuen Typ von verschleißbeständigen Kupfer-Plattenkühlern vor. Die Sechskanteinsätze mit Aussparung gestatten eine überragende Möllererhaltung und eine verlängerte Ofenreise, da Verschleiß und damit ungeplante Wartungsarbeiten nach Herstellerangaben signifikant verringert werden.

Die Plattenkühler sind mit patentierter Technik von Primetals ausgerüstet, die Biegefestigkeit ist laut Hersteller gewährleistet. Standard- und Nachrüstungs-lösungen, die minimale Anforderungen an Montage- und Stillstandzeiten stellen, sind für neue Hochöfen und Hochofen-Neuzustellungen verfügbar.

Mit dem Verschleiß von Plattenkühlern sind viele Betreiber von Hochöfen konfrontiert. Der Verschleiß wird durch relativ kalte, abrasive Materialien an der Hochofenwand und die sehr starken Kräfte verursacht, die vom absteigenden Möllere ausgehen. Die Einsätze erfüllen zwei Funktionen: Sie erzeugen die Wirkung eines „Steinblocks“, der die nicht reduzierten Materialien – soweit vorhanden – einschließt, und sie schaffen eine Oberfläche, die die Bildung einer selbstschützenden Ansatzschicht fördert.

Verschiedene Verschleißursachen können dazu führen, dass die Kühlwasserkanäle der Plattenkühler freigelegt werden und im Anschluss Wasser in den Hochofen gelangt. Dies kann zu einem vorzeitigen Ausfall der Plattenkühler führen. Wenn keine umfangreichen Eingriffe erfolgen, können letztlich Schäden am Ofenmantel auftreten. Die verschleißfesten Kupfer-Plattenkühler von Primetals ermöglichen nach Herstellerangaben unabhängig von den Betriebs- und Möllerebedingungen lange Ofenreisen.

Durch die patentierte Biegefestigkeitslösung wird ein vorzeitiger Ausfall der Plattenkühler unterbunden und verhindert, dass sich die Ecken der Plattenkühler aufgrund thermischer Effekte verformen. Auf diese Weise werden zu starke Bewegungen der Kühlwasserleitungen begrenzt, und es wird verhindert, dass kritische Schweißverbindungen reißen und austretendes Kühlwasser den Prozess beeinträchtigt.

Profunde Kenntnisse von Hochofenprofilen und Prozessbedingungen sind für Primetals Voraussetzungen, um für die Kunden Hochofenkühlungen optimal auslegen zu können. Dank des umfassenden Know-hows sieht sich das Unternehmen in der Lage, die Konstruktion von Plattenkühlern zu optimieren, um den unterschiedlichen Bedingungen innerhalb des Hochofens gerecht zu werden und einen langen, störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Primetals Technologies Ltd.

566 Chiswick High Road
Building 11, Chiswick Park
W4 5YA London
Tel. +44 208 9964300
contact@primetals.com
www.primetals.com
www.ehd-induction.com

Inserentenverzeichnis

Burgdorf GmbH & Co. KG	A3
Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG	A4 / A37 / A38
Durferrit GmbH	A2
Industrieofen- und Härtereizubehör GmbH	A25
NewSonic GmbH	A37
Optris GmbH	A33
PhoenixTM GmbH	A41
TAV Vacuum Furnaces Spa	A29
Technische Akademie Esslingen e.V.	Beilage
United Process Controls GmbH	A23
WS Wärmeprozess Technik GmbH	A1

Wirtschaftliche Oberflächentechnik

Ob Verschleißschutz, Reparatur, Reinigung, Modifikation, Korrosionsschutz oder Funktionserweiterung – behandelte Oberflächen machen Bauteile beständiger; Prozesse wirtschaftlicher und Produkte wettbewerbsfähiger. Entsprechend anspruchsvoll sind die Anforderungen an moderne Oberflächenbearbeitung. Profunde branchen- und verfahrensübergreifende Kenntnisse der jeweiligen Anwendungen, Medien und Einflussparameter sind die Voraussetzung für optimal ausgelegte Lösungen.

Reparatur statt Austausch

Über 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung individueller Lösungen für technische Oberflächen qualifizieren Pallas als Spezialisten für anspruchsvolle Aufgaben. Aus einer Hand bietet das Dienstleistungsunternehmen mit rund 35 Mitarbeitern das gesamte Verfahrensspektrum: Galvanik, thermische Beschichtungen, Antihalt- und Kunststoffbeschichtungen sowie Laserbearbeitungen. Die Summe aus Expertenwissen und Bearbeitungstechnologien fließt in die interdisziplinäre Betrachtung der Aufgabenstellung ein. Gepaart mit dem Mut, neue Wege zu beschreiten, entstehen so immer wieder innovative Lösungen mit Mehrwert. Durch gezielte Kombination der Vorteile thermischer, mechanischer oder elektromechanischer Verfahren und einzelner Werkstoffe entwickelt Pallas maßgeschneiderte Oberflächen für stark beanspruchte Bauteile oder Werkzeuge beispielsweise aus den Bereichen Maschinenbau, Exploration und Luftfahrtindustrie. So entstehen praxiserprobte Lösungen für industrielle Schlüsselapplikationen wie Werkzeug- und Formenbau, Dicht- oder Lagersitze, Walzen oder Bohrgestänge. Ihr Vorteil liegt auf der Hand: Eine kosten- und zeitaufwändige Herstellung neuer Werkzeuge und Formen entfällt. Stattdessen werden die bestehenden Bauteile schnell und kostengünstig repariert oder anwendungsoptimiert ausgelegt.

Pallas GmbH & Co. KG

Adenauerstr. 17
52146 Würselen
Tel.: +49 2405 4625-0
info@pallaskg.de
www.pallaskg.de

Mobiler Frequenzumrichter

EFD Induction präsentiert den neuen mobilen Frequenzumrichter Minac – bereit für die Industrie 4.0.

Der Minac der neuen Generation ist auf Entwicklungen in den Bereichen erweiterte Analyse und vorausschauende Wartung, Zustandsüberwachung mit Alarmfunktion, Automatisierungs- und Echtzeitdaten, Machine learning, Remote-Service und Augmented Reality vorbereitet. Mit dem neuen Steuerungssystem erhält der Minac durch Maschinenprüfungen und Fehlerbehebung eine längere Lebensdauer. Eine optimierte Nutzung der Maschinendaten erhöht die Produktivität und bietet Kontrolle und Effizienz, verminderte Instandhaltungskosten und kürzere Reaktionszeiten für den Service. Mit einem kapazitiven 10-Zoll-Farb-Touchscreen und der neuen Technologie in der Mensch-Maschine-Schnittstelle erlaubt die neue Minac-Generation einen einfachen Zugriff auf alle Systemfunktionen. Das Einstellen der Erwärmungsparameter erfolgt schnell und unkompliziert.

Der Minac ist ein mobiles All-in-One-Induktionssystem zur Beheizung praktisch jedes elektrisch leitfähigen Materials. Es ist geeignet für Arbeiten wie Löten, Schrumpfen, Härten, Aushärten, Richten und kann leicht transportiert werden. Der mobile Frequenzumrichter kann von EFD Induction mit verschiedenen Induktionsspulen und Klemmvorrichtungen, Single- und Twinausgängen, flexiblen Kabeln, geschlossenen oder separaten Kühlsystemen und bedarfsgerecht ausgestattet werden.

EFD Induction GmbH

Lehener Str. 91
79106 Freiburg
Tel.: +49 761 8851 0
sales@de.efdgroun.net
www.efd-induction.com

15 % weniger CO₂

Newalu, Wärmebehandlungsspezialist für Aluminium, strebt für dieses Jahr eine CO₂-Reduzierung von 15 % gegenüber dem Vorjahr an. 2018 hatte das Unternehmen begonnen, ein zertifiziertes Energie- und Umweltmanagementsystem einzuführen und entwickelt dieses kontinuierlich weiter. Newalu nutzt z.B. Abwärme höher temperierter Wärmebehandlungsöfen, um diese Öfen mit niedrigerer Temperatur zuzuleiten. In einem weiteren Schritt wird die Abwärme der Rückkühlbecken für die Gebäudeheizung verwendet. Viele Dienstreisen werden mit Bus und Bahn durchgeführt, der gewerbliche Müll wird signifikant verringert. Die Mitarbeiter werden verstärkt im Hinblick auf Nachhaltigkeit geschult. Durch die Newalu-Wärmebehandlung wird das Leichtmetall Aluminium fester und stabiler. Zugleich reduziert weniger Gewicht signifikant den Kraftstoffverbrauch eines PKW. Für Elektrofahrzeuge bedeutet jedes eingesparte Kilogramm bei Karosserieteilen oder Batteriewannen mehr Reichweite.

NEWALU GmbH

Lindenweg 5
33129 Dellbrück
Tel.: +49 5250 9878-0
info@newalu.com
www.newalu.com