



Sonderdruck: SD 3/22

Konzepte zur Reduzierung der Taktzeit bei der Magnetpulver-Rissprüfung

Schmiedejournal, März 2005, S. 41-42

Eine Informationsschrift, zusammengestellt von

Dr. W. Weber, Dr. W. A. K. Deutsch, Dr. V. Schuster, F. Bartholomai

Zusammenfassung

Große Mengen gleichartiger Werkstücke sind im Automobilbau unter extremem Preisdruck teilweise Stück für Stück zerstörungsfrei zu prüfen. Der Kostendruck wirkt sich daher nicht nur auf die Prüftechnik, sondern auch auf die geforderten Taktzeiten für eine Prüfung pro Werkstück aus. Anhand von Beispielen aus der Praxis werden Prüftechniken und Handlingverfahren aufgezeigt, mit denen sich die Taktzeiten bei der Magnetpulver-Rissprüfung minimieren lassen.

In the automobile and their supplier industry, high quantities of uniform workpieces have to be inspected, partially piece for piece, under a high cost pressure. The cost pressure has not only influence on the used testing technique, but also on the required throughput-rate. Based on practical examples, several MPI techniques with various handling procedures are shown in order to minimise the testing cycle.

Konzepte zur Reduzierung der Taktzeit bei der Magnetpulver-Rissprüfung

Wolfgang Weber, Wolfram A. Karl Deutsch, V. Schuster, F. Bartholomai

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG, Wuppertal

Bei der zerstörungsfreien Prüfung kommt der Rissprüfung eine besondere Bedeutung zu. Zur Prüfung von Massenteilen mit einfacher Geometrie wie z.B. Stangen, Bolzen oder Rohren werden bevorzugt die Ultraschall- oder die Wirbelstromtechnik eingesetzt. Hingegen für kompliziert geformte Werkstücke aus ferromagnetischem Material gibt es kein geeigneteres Verfahren als das der Magnetpulver-Rissprüfung, auf die sich der vorliegende Artikel bezieht.

1 Niedrigste Automatisierungsstufe

Bei Maschinen mit vergleichsweise niedriger Automatisierungsstufe wird der Prüfling vom Prüfer in die Maschine gelegt und der Prüfvorgang durch kurzzeitiges Betätigen eines Kontaktes aktiviert. Bild 1 zeigt eine solche Standard-Maschine mit 2 Kontakten. Der Prüfvorgang läuft dann nach einem festen Zeitschema automatisch ab. Es erfolgt das Einspannen des Prüflings (ca. 0,5 sec.), das Magnetisieren und Bepülen mit dem Prüfmittel (ca. 4 sec.), das Nachmagnetisieren (ca. 1,5 sec.), das Entmagnetisieren (ca. 1,5 Sec.) und das Entspannen der Spannvorrichtung (ca. 0,5 sec.). Das Prüfstück wird danach entnommen, unter einer UV-Großflächenleuchte auf Anzeigen hin betrachtet und rissbehaftete Teile aussortiert. Die Automatisierung besteht hier im automatischen Ablauf des Prüfvorgangs der einen Zeitrahmen von ca. 8 sec annimmt. Hinzu kommen die Zeiten für das Einlegen und die Entnahme sowie das Betrachten. Ein hoher Durchsatz lässt sich mit einem solchen Arbeitsablauf häufig nicht erzielen.

Die Möglichkeiten einer weitergehenden Automatisierung - und damit einer Taktzeiterniedrigung - hängen von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab, wie z.B.: Gewicht, Größe und Geometrie des Werkstücks. Auch der geforderte Prüfumfang, die Einbeziehung anderer Prüftechniken, die Anzahl der zur Verfügung stehenden Prüfer als auch vorgegebene örtliche Gegebenheiten geben Randbedingungen vor, die gewisse Automatisierungskonzepte favorisieren oder aber auch ausschließen.

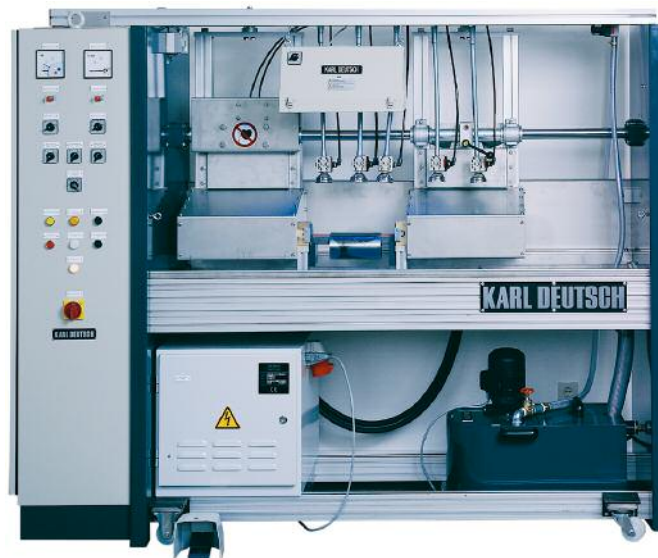


Bild 1: Standardmaschine mit zwei Kontakten

2 Externe Entmagnetisierung und visuelle Kontrolle

Die Entmagnetisierung während des Prüfvorgangs innerhalb der Maschine benötigt ca. 1,5 sec. Für den oben beschriebenen Fall sind dies ca. 19 % des reinen Prüfzeitaufwandes. Findet daher die Entmagnetisierung außerhalb der Maschine statt, so lässt sich die Taktzeit um diesen Prozentsatz verringern. Bei der externen Entmagnetisierung

(SV) sd_3_22 Reduzierung der Taktzeit bei der MT.doc 22.Jun-2006

Sonderdruck: SD 3/22

wird das Werkstück zumeist über ein Transportband durch eine Spule geführt oder die Teile rutschen durch eine schräg gestellte Spule.

Da je nach Befund (zweifelhaft oder eindeutig) der Betrachtungsvorgang unterschiedlich lange dauern kann, sollte die Betrachtung nicht taktgebunden erfolgen. Es sollte daher ein Puffer in der Betrachtungsstation eingebaut sein. Als günstig hat sich der Einsatz von langsam umlaufenden Rundtischen erwiesen, an dem ein oder mehrere Betrachter arbeiten.

3 Mehrfach-Kontaktierung

Sollen komplizierte Bauteilgeometrien wie z.B. Achsschenkel auf der gesamten Oberfläche auf Risse beliebiger Richtung geprüft werden, so ist dies unter der Verwendung einer 2-Kontakt-Maschine eine extrem zeitaufwendige Prozedur. Es bedarf hier zur vollständigen Prüfung mehrerer Prüfschritte, wobei die Betrachtung nach jedem Prüfschritt erfolgen müsste. Dies würde einen beträchtlichen Zeitaufwand bedeuten. Zudem würde die Risserkennung von Prüfschritt zu Prüfschritt aufgrund zunehmender Untergrundfluoreszenz immer schlechter.

Um auch an solchen Serienteilen mit einem vertretbarem Zeitaufwand eine Magnetpulver-Rissprüfung vornehmen zu können, sind Mehrfach-Kontaktmaschinen entwickelt worden (Bild 2). Mit einer solchen Maschine – in diesem Beispiel mit sechs unabhängigen Stromkontakten von denen fünf Kontakte auch zur Einleitung der Felddurchflutung dienen – lassen sich geometrisch komplizierte Teile, wie z.B. Achsschenkel oder Querlenker, auf der gesamten Oberfläche auf Risse sämtlicher Richtungen innerhalb eines einzigen Prüfvorgangs wirtschaftlich prüfen. An einer Umklemmvorrichtung lassen sich die Strompfade gezielt einrichten und in einer Memory-Einheit (Bestandteil der Siemens SPS) die Einstellparameter speichern. Zur Prüfung geometrisch einfacher Teile können beliebig viele Kreise abgeschaltet werden, so dass eine solche Maschine auch jederzeit als einfache 2-Kontakt-Maschine eingesetzt werden kann.

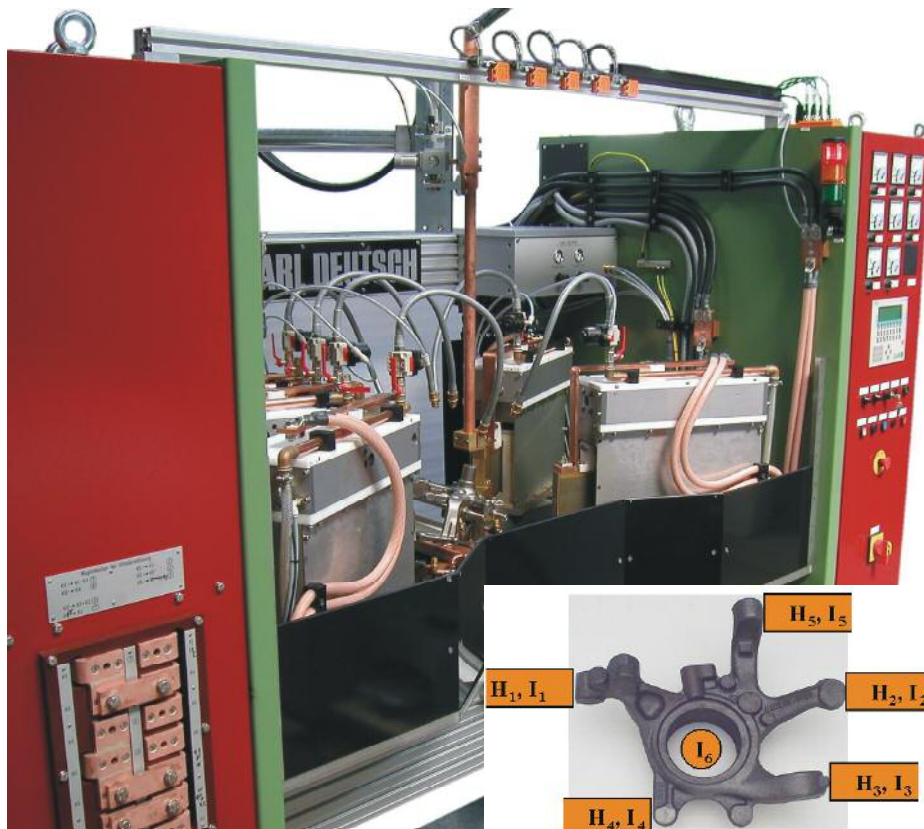


Bild 2: Mehrkontaktmaschine, hier Prüfung von Achsschenkeln

4 Transportsysteme

Ein sehr einfaches aber auch gleichzeitig sehr wirkungsvolles System zur Taktzeitverringerung ist der Einsatz eines **Prüflingsaushebers**. Der Prüflingsausheber baut sich prinzipiell aus zwei Komponenten auf, der pneumatisch kippbaren Grundplatte und der werkstückspezifischen Aufnahme. Durch Austausch der Aufnahme kann die Prüfeinrichtung schnell und preiswert auf eine neue Werkstückgeometrie angepasst werden. Nach dem Prüfvorgang wird automatisch der Prüflingsausheber pneumatisch nach hinten gekippt und das Werkstück rutscht dabei aus der Maschine auf einen Betrachtungstisch oder ein Transportband. Die Beschickung erfolgt taktgebunden und kann nicht gleichzeitig während des Prüfvorgangs erfolgen. Hierdurch ist der Prüfer ständig an die Maschine gebunden.

Maschinen mit Prüflingsausheber haben, auch bei komplizierten Werkstücken wie Querlenker, Achsschenkel oder Kolben, einen Durchsatz von 8 sec pro Werkstück. Diese 8 sec bleiben dem Maschinenbediener zur Vorbereitung des nächsten Prüfteils.

Bei einem **Kettenförderer** werden die Prüfteile automatisch vom Beschickungs- zum Prüfort befördert. Bild 3 zeigt einen Kettenförderer, der in eine Standardmaschine eingebaut ist. Die Teilegeometrie ermöglicht es hier zwei Teile gleichzeitig in einem Prüfvorgang zu untersuchen (s. Bild 3). Hierdurch werden die beiden in Reihe angeordneten Prüfteile jeweils auf einen Mittenkontakt gepresst. Damit ist sowohl die ungehinderte Strom- als auch Felddurchflutung von einem Gehäuse über den Kontakt zum zweiten Gehäuse hin gewährleistet.

Der Kettenförderer baut sich aus einer Vielzahl gleicher Werkstückaufnahmen auf, die der Prüfer taktungebunden mit Prüfteilen beschicken kann. Durch Wechseln der Werkstückaufnahme erfolgt die Anpassung an eine andere Werkstückgeometrie. Sind die Werkstückaufnahmen gefüllt, so kann der Prüfer kurzzeitig anderweitige Aufgaben, z.B. eine Sichtprüfung, übernehmen. Da der Kettenförderer während des Prüfvorgangs beschickt werden kann, ergibt sich gegenüber der Verwendung eines Auswerfers eine Taktzeitverringerung von ca. 2 sec. Da zwei Teile pro Prüfvorgang geprüft werden, halbiert sich hierdurch die Taktzeit pro Teil und beträgt im gezeigten Beispiel ca. 5 sec. Bis zu 8-Kontaktmaschinen sind z.Zt. erfolgreich im Einsatz.

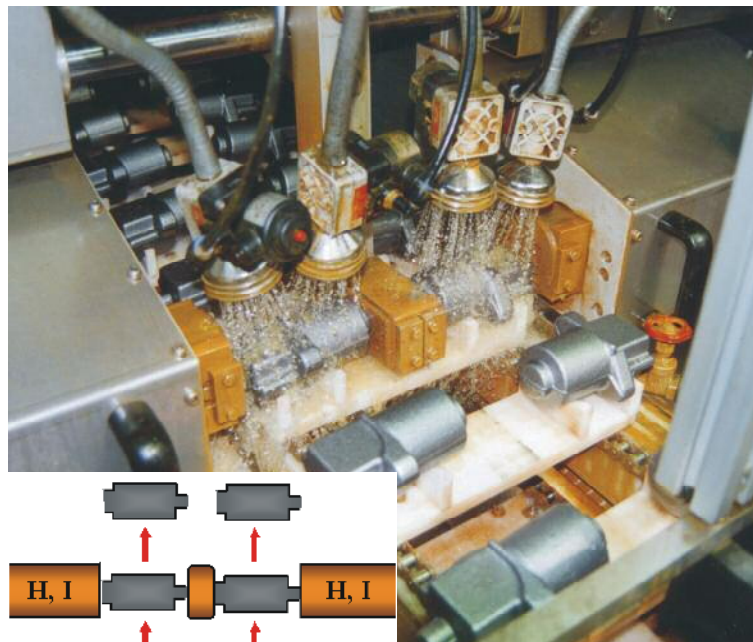


Bild 3: Standardmaschine mit 2 Kontakten, Kettenförderer und zusätzlichem Mittenkontakt.

Produktionslinien, auf denen über Jahre hinweg immer nur das gleiche Werkstück gefertigt wird, sind zumeist mit Transportsystemen versehen, die speziell auf das zu produzierende Werkstück ausgelegt sind. In diesem Fall bietet sich eine weitergehende Automatisierung an, indem der Kettenförderer oder der Prüflingsausheber als Anlagenteil betrieben werden. Dazu werden diese im Anlagentakt durch eine geeignete Übergabestation automatisch beschickt. Eine solche Übergabestation kann z.B. ein System aus Stopper und Vereinzelter sein oder aber auch z.B. ein Roboter. Bei einer solchen Verkettung gibt der Anlagentakt den Prüftakt vor. Daher müssen geeignete Maßnahmen

(SV) sd_3_22 Reduzierung der Taktzeit bei der MT.doc 22.Jun-2006

getroffen werden, wie z.B. eine ausreichende Anzahl von Prüfern, um dem einzelnen Prüfer ausreichend Zeit zur Betrachtung zu geben. Außerdem muss ein ausreichender Puffer vorgeschaltet werden oder der Betrachter bekommt die Möglichkeit, den Takt der Rissprüfmaschine jederzeit zu stoppen.

5 Spezielle Lösungen und automatisierte Auswertung

In den bisher genannten Beispielen wurden im Prinzip Standard-Maschinen eingesetzt, die durch Erweiterungen für die schnelle Prüfung von Serienteilen tauglich gemacht worden sind. Diese Maschinen lassen die Möglichkeit offen, später eventuell auch solche Teile prüfen zu können, die bei Anschaffung der Maschinen noch nicht zum Teilespektrum gehörten. Durch Herausnehmen der Zusatzeinrichtungen können die Maschinen auch wieder als Standard-Prüfmaschine genutzt werden (s. Bild 1).

In einigen Fällen erlauben jedoch die Randbedingungen nicht den Einsatz einer Standardmaschine. Große und schwere Bauteile (z.B. LKW Kurbelwellen) können schließlich nicht mehr mit einem Kettenförderer in die Prüfmaschine transportiert werden. Dies übernehmen dann Roboter oder andere Hebewerkzeuge. Da der Betrachter das Teil dann auch nicht mehr von Hand bewegen kann, ist auch am Betrachtungsort eine Bauteilaufnahme und -drehvorrichtung zu installieren.

Zur Reduzierung der Arbeitskosten ist die automatische Betrachtung und Auswertung von Interesse. Einige Systeme mit automatischer Betrachtung wurden in der Vergangenheit bereits bei namhaften Automobil-Herstellern eingesetzt. Die Auswertung erfolgt durch Erfassung der Prüflingsoberfläche mit Kameras. Die digitalen Bilder werden danach durch spezielle Auswerte-Algorithmen bewertet und die Rissanzeigen automatisch dokumentiert. Falls die Kanten des Prüfteils ebenfalls linienförmige Anzeigen produzieren, müssen diese über Bildmasken entsprechend ausgeblendet werden. Entscheidend für die Prüfergebnisse sind eine optimale und reproduzierbare Einstellung der Kontrastverhältnisse. Die Prüfbedingungen wie z.B. Hintergrundbeleuchtung und die Eigenschaften des Rissprüfmittels müssen konstant gehalten werden. Die zum Teil erheblichen Mehrkosten müssen sich über hohe Stückzahlen und reduzierte Personalkosten ausgleichen lassen. Eine signifikante Reduzierung der Taktzeit kann normalerweise nicht erzielt werden. Daher rechnet sich der Einsatz einer automatisierten Betrachtungseinheit erst bei hohen Durchsatzraten und langen Laufzeiten mit gleichem Bauteil.