Parameterspeicher für komplexe Magnetpulver-Rissprüfmaschinen

Autoren:

Dr. (USA) Wolfram A. Karl Deutsch, Dipl.-Ing. Frank Bartholomai, Dirk Herkenrath

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

Tel.: (+49-202) 7192-0, Fax: (+49-202) 714-932, info@karldeutsch.de, www.karldeutsch.de

Zusammenfassung

Stationäre Prüfmaschinen für die Magnetpulver-Rissprüfung sind vielfach im Einsatz zur Prüfung von sicherheitsrelevanten Teilen im Automobilbau und in der Luftfahrt. Diese Prüfmaschinen sind meist mit zwei Magnet-Aggregaten ausgestattet, die eine kombinierte Prüfung und somit eine Prüfung auf Risse aller Orientierungen in einer Einspannung erlauben. Die beiden Magnet-Aggregate sind voneinander unabhängig einstellbar, um optimale Prüfparameter für jede Bauteilgeometrie zu ermöglichen.

Die Prüfparameter werden innerhalb der elektrischen Steuerung (SPS) realisiert. Bisher wurde es in der Regel als ausreichend erachtet, die Prüfparameter über einfache Drehregler einzustellen. Eine unkomplizierte Bedienung für das Bedienpersonal stand hierbei immer im Vordergrund.

Bild Prüfmaschine mit 2 Kontakten. Universelle Rissprüfmaschine mit 2 Magnetkreisen mit konventioneller Bedienung.

Durch die zunehmende Automatisierung des Prüfprozesses werden auch die Prüfmaschinen komplexer. Zudem haben sich die Bauteile der elektrischen Steuerung in den letzten Jahren stetig weiter entwickelt. Moderne Steuerungen auf Basis der Siemens S7 erlauben inzwischen den Einsatz kleiner komfortabler Touchpanels. Hiermit kann Bedienkomfort und Komplexität der Prüfmaschine in Einklang gebracht werden.

Folgende Beispiele für den sinnvollen Einsatz des DEUTROFLUX MEMORY Parameterspeichers werden vorgestellt:

- DEUTROMAT-Maschine mit Kettentransport und Überwachung der Kettenbelegung bzw. der -position
- DEUTROMAT-Maschine in Mehrkontakttechnik mit Ansteuerung der einzelnen Strom- und Feldkreise
- DEUTROFLUX UWS-Maschine zur Prüfung von Eisenbahn-Achsen mit Ethernet-Anbindung an die Kundendatenbank
- DEUTROFLUX UWS-Maschine für Großkolben mit automatisierter Überwachung des Rissprüfmittels (FLUXA-Control)

DEUTROFLUX-MEMORY Parameter-Speicher für die Magnetpulver-Rissprüfung

Die neuerdings eingesetzten Bedienfelder (Touch Panels) erlauben eine einfache Eingabe mit der Hand oder mit einem Stift. Die Menümasken sind oft mehrstufig aufgebaut, so dass auch bei komplexen Vorgängen der Benutzer durch die einzelnen Schritte geführt wird. Bei vielen Maschinen werden Serienteile mit immer gleichen Parametern im Wechsel geprüft. Diese bauteilspezifischen Parameter werden z.B. von der Prüfaufsicht so festgelegt, dass eine gute Magnetisierung und ein optimaler Durchsatz gewährleistet ist. Entweder über ein Passwort oder einen Schlüsselschalter können die Zugriffsmöglichkeiten der einzelnen Bediener präzise gesteuert werden, um eine Fehlbedienung auszuschließen. Die gängige Praxis, die Einstellparameter pro Bauteil auf Zetteln neben der Maschine zu hinterlegen, gehört damit der Vergangenheit an.

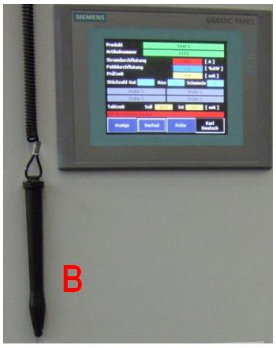


Bild Touch Panel. Bedienfeld des Parameter-Speichers für die Eingabe per Hand (A) oder per Stift (B).

Folgende Parameter können mit dem System kunden- oder bauteilspezifisch eingestellt bzw. protokolliert werden:

- Teile-Identifikation (ggf. Einlesen von Barcode-Scanner-Daten)
- Prüfer-Identifikation (Namen, Absicherung über Passwort oder Schlüsselschalter)
- Zykluszeiten (Bespülung, Magnetisierung), Zeitpunkte für mechanische Bewegungen innerhalb der Maschine
- Stückgut-Zähler
- Befund-Eingabe
- Gut-Schlecht-Statistik
- Zusätzliche Dokumentation (Prüfzeitpunkt, Prüfername, weitere Kommentare in freier Texteingabe)
- Schichtprotokoll
- Ferndiagnose via Modem
- Status der Güte des Rissprüfmittels (in Kombination mit FLUXA-Control)
- Sprachanwahl
- Einrichtbetrieb (mechanisch, pneumatisch, magnetisch)
- Eingabe zusätzlicher Überwachungspunkte (z.B. regelmäßiger UV-Intensitäts-Check, Feldstärkenmessung, Restlicht-Kontrolle)
- Ethernet-Schnittstelle zur Fernübertragung der Prüfdaten an eine übergeordnete Stelle

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

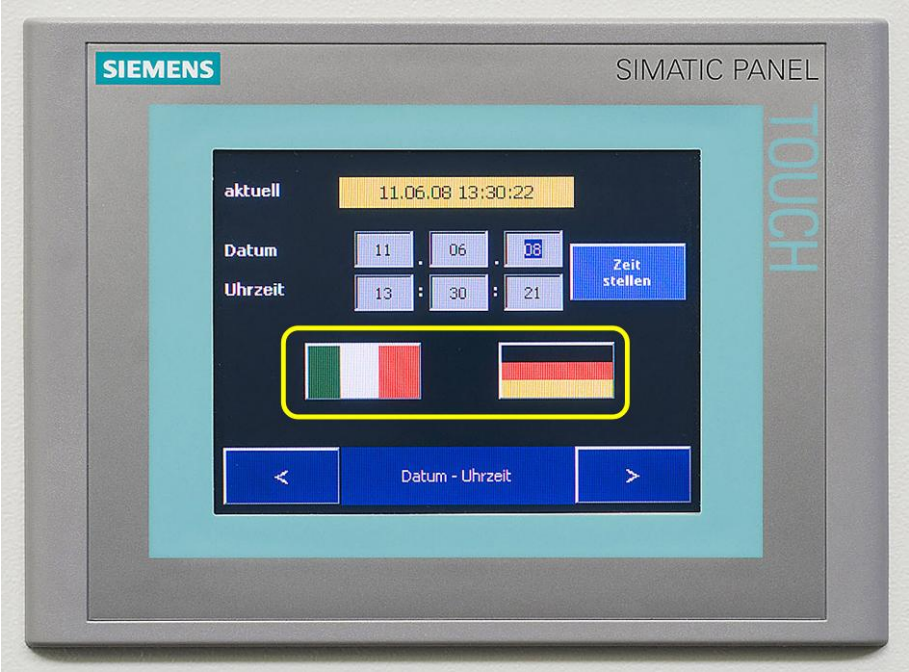


Bild Sprachumschaltung. Komfortable Bedienung in Landessprache durch elektronische Umschaltung.

Bei konventionell ausgestatteten Maschinen sind Anzeigeinstrumente am Schaltschrank eingebaut, die eine Überwachung der Strom- und Feldstärken während der Prüfung auf einfache Art und Weise erlauben. Die Anzeige von digitalen Zahlenwerten wäre durch die schnellen Veränderungen während der Prüftakte keine gute Lösung. Eine farbige Balkenanzeige mit Markierung der Toleranzbänder hat sich daher beim DEUTROFLUX-Memory als praktikabel herausgestellt. Alle Werte werden überwacht und automatisch nachgeregelt, was bei Mehrkontaktmaschinen durch die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Feldkreise nicht trivial ist. Bei Maschinen mit mehr als zwei Magnetisierkreisen kommen entsprechend mehr Balken zur Anzeige.

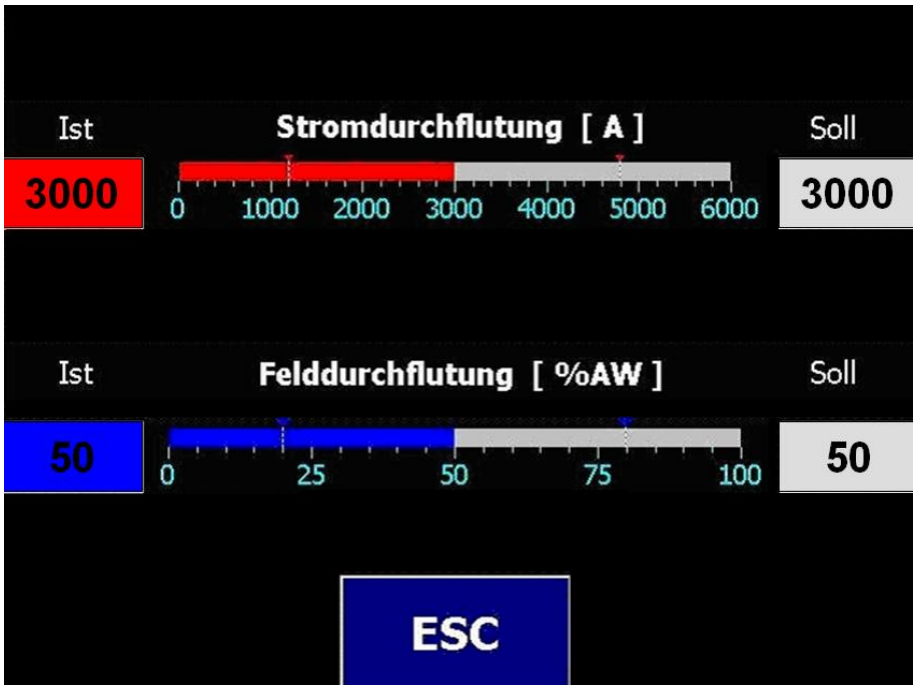


Bild Feldüberwachung. Beide Magnetisierkreise werden getrennt überwacht und als Balkenanzeige visualisiert.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

DEUTROMAT-Prüfmaschinen mit Kettentransport

Um einen besonders hohen Durchsatz zu realisieren, kommen häufig Maschinen mit einem automatisierten Bauteiltransport zum Einsatz. Meist wird ein Bauteil pro Takt geprüft. Typische Taktraten sind 10 Sekunden. Je nach erforderlichem Durchsatz können mehrere Magnetisierstationen parallel zum Einsatz kommen. Es wurden bereits Maschinen realisiert, die 8 Teile pro Takt prüfen. Je nach Geometrie werden die Bauteile stehend oder liegend geprüft. Schöpfende Bereiche, in denen sich Prüfmittel ansammeln würde, müssen vermieden werden, um Rissanzeigen auf der gesamten Bauteiloberfläche zu erhalten. Die Kette ist mit schnell wechselbaren Werkstückaufnahmen ausgestattet, um verschiedene Bauteilgeometrien zu berücksichtigen. Es sind auch Lösungen mit motorisch verstellbaren Kontakten zur automatischen Längenanpassung realisierbar.

Die Maschinen werden händisch oder automatisiert beschickt. Bei einer händischen Beladung ist eine zusätzliche Sichtprüfung häufig anzutreffen. Die eigentliche Prüfstation ist gekapselt aufgebaut. Spritzschutz und Arbeitschutz sind somit ausreichend gegeben. Im Auslauf schließt sich die Auswerte-Station an, wo in der Regel händisch die Auswertung und Sortierung erfolgt. Je nach Durchsatz können auch mehrere Betrachter zum Einsatz kommen, wobei sich dann ein Rundtisch im Auswertebereich anbietet. Der Vorhang der Prüfkabine, die bei Prüfung unter UV-Licht zwingend ist, ist auf dem Photo noch nicht eingehängt.

Bild Maschine mit Kettentransport. Die Bauteile (Radnaben) laufen von links nach rechts durch die gekapselte Prüfmaschine. Im Auslauf ist die Betrachtungskabine (noch ohne Vorhang) zu sehen.

Der Parameter-Speicher dient nicht nur zur Steuerung des Prüfprozesses. Die Position der Kette wird überwacht und ggf. korrigiert. Im Einlauf der Prüfmaschine sind Lichtschranken eingebaut, die eine Belegung der Kette überprüfen. Nur bei vollständig befüllter Kette wird der Transport aktiviert und der Prüfvorgang eingeleitet. Auf dem Touch Panel wird die Belegung farbig kenntlich gemacht und im Klartext beschrieben.

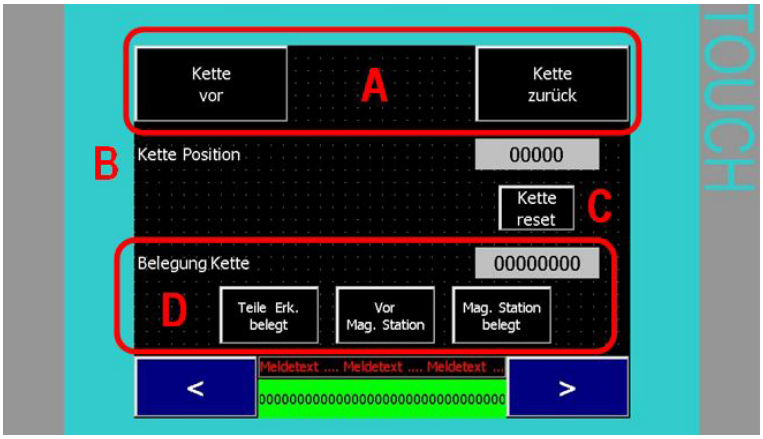


Bild Überwachung des Kettentransports. Sowohl die Position als auch die Belegung der Kette wird gesteuert.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

DEUTROMAT Prüfmaschine in Mehrkontakt-Technik

Komplex geformte Bauteile sollten in Mehrkreismaschinen geprüft werden. Eine mehrfache Einspannung solcher Bauteile in 2-Kontaktmaschinen verlängert nicht nur die Prüfzeit erheblich, sondern führt durch die mehrfache Magnetisierung und Bespülung mit Rissprüfmittel zu einer hohen Untergrundfluoreszenz und damit zu einem schlechteren Kontrast (vergleichbar mit Prüfung bei zu hoher Feldstärke). Pro „Arm“ des Bauteils wird ein Kontakt bereit gestellt, der in der Regel kombiniert ausgeführt ist (gleichzeitige Einleitung von Strom und Feld). Über Feldstärke-Messungen oder Bauteile mit künstlichen bzw. natürlichen Fehlern wird eine ausreichend gleichmäßige Magnetisierung auf der gesamten Bauteiloberfläche kontrolliert - ein empirischer Vorgang, der viel Erfahrung bei der Auslegung der Rissprüfmaschine erfordert.

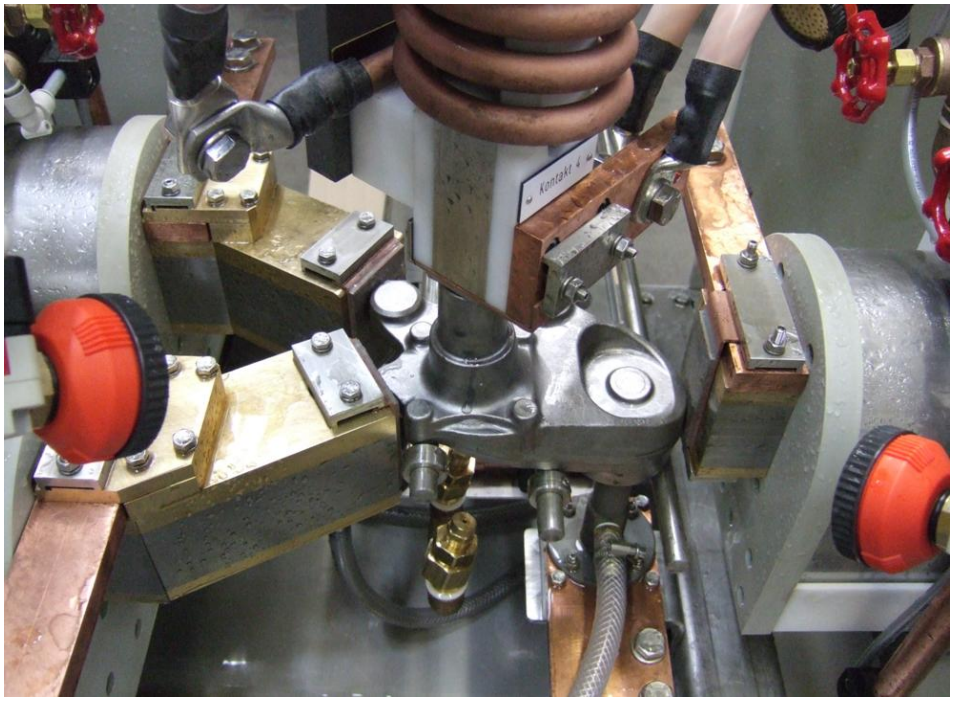


Bild Mehrkontaktprüfung. Prüfung eines Schmiedeteils mit drei horizontalen und einem vertikalen Kontakt.

Wenn die optimalen Feldparameter für ein Bauteil ermittelt worden sind, können diese mit Hilfe des Parameter-Speichers in der Maschine hinterlegt werden. Eine Fehlbedienung wird somit ausgeschlossen. Die in ihrer Position sehr variablen Kontakte erlauben die Prüfung vieler Bauteile mit unterschiedlicher Geometrie. Zudem können einzelne Kontakte abgeschaltet werden. Die Aktivierung bzw. Abschaltung der Kontakte erfolgt ebenfalls über die Einstellmaske.

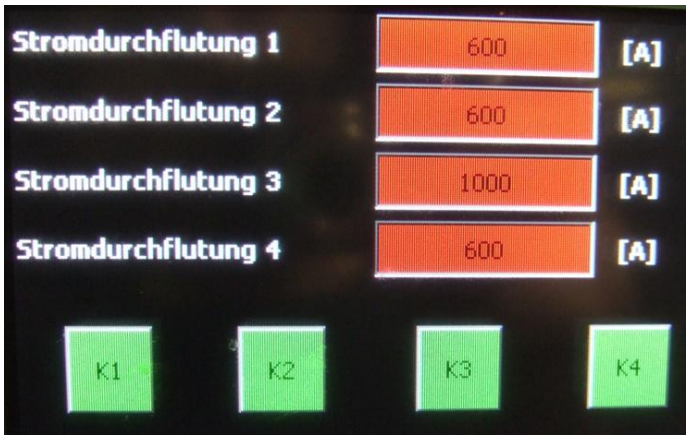


Bild Mehrkontakt-Steuerung. Die Stromstärken der vier Kontakte werden zahlenmäßig eingegeben. Die Kontakte können einzeln aktiviert bzw. abgeschaltet werden (K1- bis K4-Felder). Die Feldstärken und Anstellzeiten pro Kontakt werden in weiteren ähnlichen Masken gesteuert. Die Ausregelung der Sollwerte erfolgt vollautomatisch.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

DEUTROFLUX UWS Prüfmaschine zur Prüfung von Eisenbahnachsen

Bauteile mit einer Länge ab ca. 900 mm werden ebenfalls kombiniert geprüft. Eine Feldrichtung wird über die Strom-Selbstdurchflutung über die gesamte Bauteillänge erzeugt. Hiermit werden Risse in Längsrichtung des Bauteils gefunden. Die zweite Feldrichtung für Querfehler wird nicht (wie bei kurzen Bauteilen) durch Spulen und lamellierte Kontakte seitlich vom Bauteil erzeugt, sondern durch eine Überlaufspule, die das Bauteil umschließt und überfährt.

Bild Achsprüfung. Prüfmaschine zur Prüfung von Eisenbahnachsen mit Prüfkabine, dessen Dach pneumatisch zu öffnen ist für eine Beladung per Kran.

Gebrauchte Eisenbahnachsen werden in vielen Werkstätten regelmäßig gewartet und überprüft nachdem die Radsätze in Achse und Räder zerlegt wurden. Jede Achse hat dabei eine eigene Kennung und auch jede wiederkehrende Prüfung hat eine festgelegte Nummer. Diese Daten werden zusammen mit weiteren Informationen (Name des Prüfers, Prüfzeitpunkt, Textkommentar) im Prüfprotokoll hinterlegt. Da bei der Magnetpulver-Rissprüfung in der Regel die Bewertung durch den Prüfer vorgenommen wird, ist die Befundeingabe Teil der Bedienmaske. Die gezeigte Prüfmaschine wurde zusätzlich mit einer Ethernet-Verbindung ausgestattet, die es der Prüfaufsicht erlaubt, die Protokolle und Prüfergebnisse einzusehen.

Bild Prüfparameter für Eisenbahnachsen. Wichtige Prüfparameter werden im Prüfprotokoll hinterlegt. Die wichtigste Information, die Befundeingabe, wurde farbig in der Bedienmaske herausgestellt.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

FLUXA-Control Prüfmaschine mit automatisierter Überwachung des Rissprüfmittels

Durch Schmutzeintrag in das Prüfmittel und durch Austrag der Eisenpartikel an den Bauteilen unterliegt das Rissprüfmittel in einer stationären Prüfmaschine einer ständigen Verschlechterung seiner Anzeigefähigkeit. Gängige Praxis zur Überprüfung des Prüfmittels ist die Verwendung von Testkörpern mit bekannten Rissmustern. Dieses Vorgehen führt bei wechselnden Bedienern und wechselnden Betrachtungsbedingungen häufig zu unbefriedigenden Ergebnissen. Sowohl die visuelle Betrachtung, als auch zahlreiche Versuche den Prozess zu automatisieren, scheiterten an der Problematik der regelmäßigen und vollständigen Reinigung des verwendeten Testkörpers. Ein inzwischen patentierter (DE 10039725) neuer Ansatz schafft nun Abhilfe und wird nach langjährigen Vorversuchen seit 2007 erfolgreich in der Praxis eingesetzt. Der Messaufbau besteht aus einem von Prüfmittel durchströmten Glasrohr und einem magnetisierten Testkörper mit zwei Sägeschnitten als Testfehler. Ein Glasrohr lässt sich ungleich besser reinigen als jeder direkt bespülter Testkörper. An den beiden Sägeschnitten bilden sich die bekannten Prüfmittelraupen. Zwei Sägeschnitte wurden verwendet um redundante Messinformation zu erzeugen. Zwei weitere Messpunkte überwachen den Reinigungszustand und die Hintergrund-Fluoreszenz im Glasrohr. Das Glasrohr ist über einen Bypass an die Prüfmaschine angeschlossen und wird alle zwei Minuten neu geflutet. Eine UV-sensitive Optik vermisst alle vier Messpunkte und leitet die Ergebnisse an das Steuermodul weiter. Einstellbare Schwellwerte steuern eine Leuchtanzeige, die über den Zustand des Rissprüfmittels Auskunft gibt. Wenn gewünscht, kann die Prüfmaschine bei Schwellwertunterschreitung automatisch still gesetzt werden.

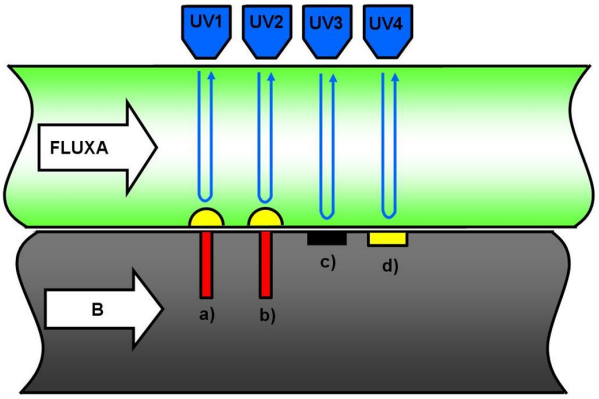


Bild Prinzip der Prüfmittelüberwachung. Der Messaufbau enthält ein von Prüfmittel durchströmtes Glasrohr oberhalb eines magnetisierten Testkörpers. Zwei Rissanzeigen (Sägeschnitte) werden überwacht (a+b). Zudem wird die Hintergrundfluoreszenz (c) und der Verschmutzungsgrad (d) ständig überwacht.

Das Messgerät eignet sich sowohl für die Ausstattung von Neugeräten als auch für die Nachrüstung bestehender Maschinen. Derzeit können nur wasserbasierte Prüfmittel überwacht werden.

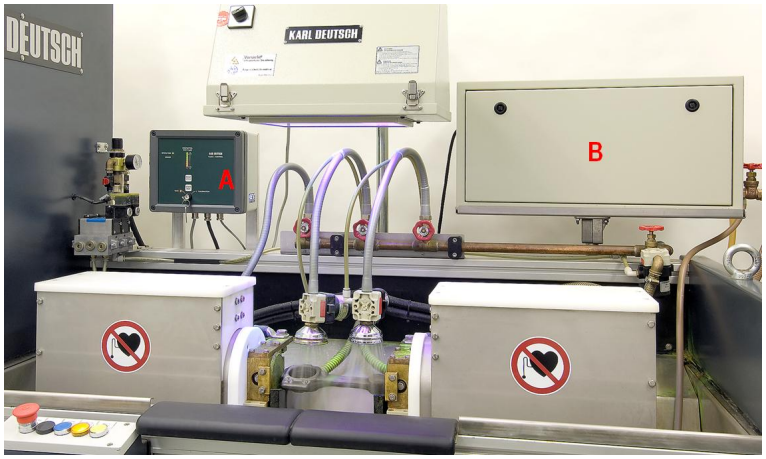


Bild Prüfmaschine mit Prüfmittelüberwachung. Das Bedien- und Anzeigemodul (A) gibt über eine farbige Balkenanzeige Auskunft über die Güte des Rissprüfmittels. Das Messmodul (B) ist ebenfalls direkt an der Maschine montiert.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

Eine Prüfmaschine mit integriertem FLUXA-Control wurde für die Prüfung von Großkolbenköpfen realisiert. Eine besondere Herausforderung bestand darin, für die durch die mechanische Bearbeitung mit Kühlschmiermittel behafteten Bauteile das geeignete Prüfmittel zu finden. Eine Spezialrezeptur wurde entwickelt, die auch für solche schwierigen Fälle eine optimale Benetzung gewährleistet. Der Parameterspeicher dokumentierte bei dieser Prüfmaschine den Zustand des Rissprüfmittels pro Schichtprotokoll.

Durch die großen Abmessungen der Bauteile wurde ebenfalls eine Maschine mit Überlaufspule gewählt. Ein Drehteller auf einem Schiebetisch erlaubt eine komfortable Betrachtung der Bauteile innerhalb der Maschine. Nach der Prüfung zieht der Prüfer den Schiebetisch an sich heran. Die Bauteile können dann in zwei Achsen rotiert werden, um alle Oberflächen betrachten zu können. Für die Abnahme wurden künstliche Testfehler in viele Oberflächen eingebracht, um die optimale Magnetisierung zu überprüfen. Eine zweite Maschine für die zugehörigen Kolbenunterteile wurde inzwischen ebenfalls erfolgreich in Betrieb genommen.

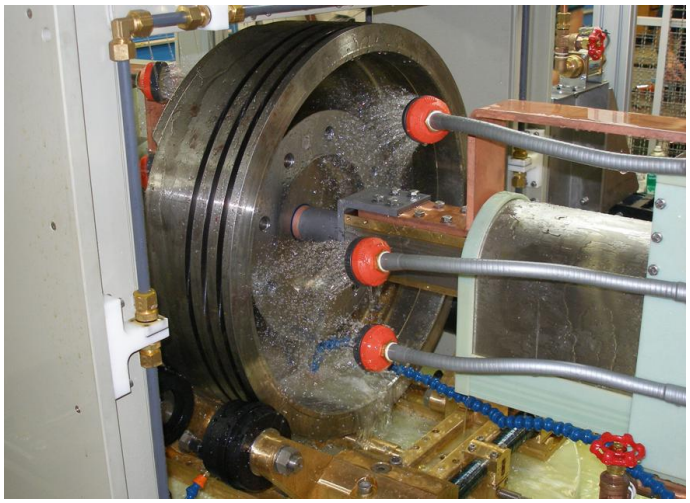


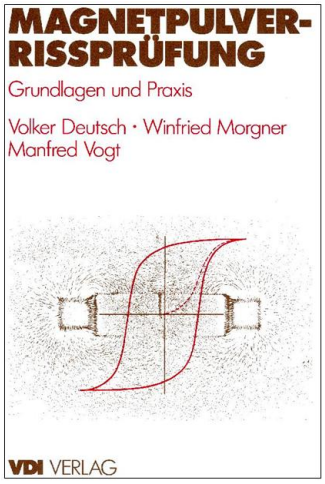
Bild Prüfung von Kolbenköpfen. Bauteil während der Bespülung.

Literatur zur Magnetpulver-Rissprüfung

[1] V. Deutsch, W. Morgner, M. Vogt: Magnetpulver-Rissprüfung - Grundlagen und Praxis, VDI-Verlag Düsseldorf, 261 Seiten, 1993.

[2] V. Deutsch, M. Vogt, M. Platte, V. Schuster: ZfP Kompakt und Verständlich, Band 3: Die Magnetpulver-Rissprüfung, Castell Verlag Wuppertal, 55 Seiten, 1999.

[3] V. Deutsch, W. A.K. Deutsch, W. Morgner, V. Schuster, R. Wagner, M. Vogt, F. Bartholomai: Magnetpulver-Rissprüfung - Grundlagen und Praxis, Castell Verlag Wuppertal, in Vorbereitung.



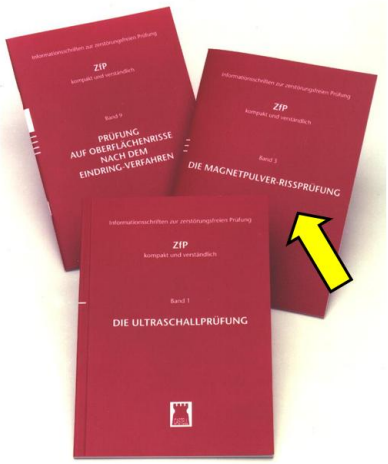


Bild Literatur. Bücher zur Magnetpulver-Rissprüfung aus dem Hause KARL DEUTSCH.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de