

Fehlernachweis und -größenbestimmung in elektronenstrahlgeschweißten Kupferbehältern mit Hilfe von PA-SAFT

Rainer BOEHM*, Daniel BRACKROCK*, Gerhard BREKOW*, Aarne LIPPONEN**, Hans-Joachim MONTAG*, Jorma PITKÄNEN***

* BAM Bundesanstalt für Materialforschung u. –prüfung, Kontakt: Rainer.Boehm@bam.de ** VTT-Technical Research Centre of Finland, *** Posiva Oy

Kurzfassung

Für die Endlagerung von ausgebrannten Brennstäben aus finnischen Kernkraftwerken sind Kupferbehälter vorgesehen, bei denen eine Elektronenstrahlschweißnaht für den sicheren Verschluss zwischen dem rohrförmigen Teil und dem Deckel sorgen soll. An Referenzfehlern und natürlichen Schweißnahtfehlern wurden umfangreiche Messungen mit einem Phased Array (PA) Ultraschallprüfsystem durchgeführt. Die Auswertung kann konventionell erfolgen. Es wurden jedoch HF-A-Bilder gespeichert, die SAFT-Rekonstruktionen zulassen. Die so erzeugten SAFT-Bilder mit ortsrichtiger Zuordnung der Echoquellen erleichtern die Auswertung erheblich.

Aufgrund der Zylindergeometrie spart es viel Zeit, wenn der SAFT-Algorithmus in Polarkoordinaten rechnet. Außerdem erhält man daraus direkt die Daten für das Bild der Abwicklung (Tiefe und Winkel).

Der Signal-Rausch-Abstand wird erheblich verbessert, so dass z.B. eine 0.4 mm Querbohrung im SAFT-Bild deutlich detektiert werden kann, nicht jedoch im TD-Bild. Für KSRs wird die direkte Größenbestimmung des Durchmessers gezeigt. Erwähnenswert weil interessant sind zusätzliche Anzeigen im SAFT-Bild in zwei Fällen: 1) Die Bilder von Querbohrungen sind z.T. von jeweils einem Kreisbogen umgeben. Aus dessen Radius und Winkelausdehnung ist zu schließen, dass er durch Umwegreflexionen zwischen der Bohrung und der prüfkopfzugewandten Oberfläche verursacht wird. 2) An Nuten, die als künstliche Referenzen für rissartige Fehler dienen, zeigten sich kürzere bogenförmige Anzeigen um die Winkelspiegelanzeige herum, die durch Schallwege mit Wellenumwandlung erklärbar sind.

Die verwendete PA-SAFT Prüftechnik hat folgende Vorteile

- sie verwendet "normale" A-Bilder (HF) mit vielen Einschallwinkeln eines konventionell angesteuerten Phased Array Prüfkopfes
- sie liefert ortsgetreue Bilder, hohe laterale Ortsauflösung und verbessertes SNR
- SAFT in Polarkoordinaten spart Rechenzeit und erzeugt Abwicklung
- Richtungsfilterung sehr einfach (z.B. zur Unterdrückung der RW- Anzeige)
- ist bei stark streuenden Materialien besser als konventionelle Technik







Fachbereich 8.4 Akustische und elektromagnetische Verfahren

Behälter und Testkörper

X BAM



X BAM

4



Fachbereich 8.4 Akustische und elektro-magnetische Verfahren

X BAM



X BAM











X BAM



















XBAM Fehlernachweis und -größenbestimmung in elektronenstrahlgeschweißten Kupferbehältern mit Hilfe von PA-SAFT Zusammenfassung * Die Urdaten der Prüftechnik sind "normale" ortszugeordnete A-Bilder (HF) mit einer größeren Anzahl von Einschallwinkeln eines konventionell angesteuerten Phased Array Prüfkopfes, die in üblicher Weise ausgewertet werden können. * Die VerSAFTung liefert vergleichsweise leicht zu interpretierende Bilder; wegen der ortsgetreuen Zuordnung der Echoquellen
wegen der erheblich verbesserten Ortsauflösung und • wegen des erheblich verbesserten Signal / Rausch Verhältnisses im Vergleich zur konventionellen Auswertung. * Die Anpassung des SAFT Algorithmus an Polarkoordinaten bewirkt bei der gegebenen Bauteilgeometrie eine sehr große Rechenzeitersparnis und eine einfache Darstellung der ringförmigen Bildbereiche als Abwicklung. * Prinzipbedingt werden die Signale nebeneinander liegender Ortsfrequenzbänder (Schallbündeldivergenz um den jeweiligen Einschallwinkel) getrennt voneinander gemessen. Dadurch ist eine nachfolgende Richtungsfilterung sehr einfach realisierbar (z.B. zum unterdrücken der RW). * Die genannten Eigenschaften der Prüftechnik sind gerade bei Werkstoffen mit erhöhter Schallschwächung und -streuung, wie sie hier vorliegen besonders vorteilhaft. Fachbereich 8.4 R. Boehm, D. Brackrock, G. Brekow, H.-J. Montag, M. Kreutzbruck, BAM Berlin Akustische und elektro-magnetische Verfahren 20 J. Pitkänen, POSIVA, A. Lipponen, VTT