DIN CEN ISO/ASTM TR 52905:2024-06 (D)

Additive Fertigung von Metallen - Zerstörungsfreie Prüfung und Bewertung – Erkennung von Fehlstellen in Bauteilen (ISO/ASTM TR 52905:2023); Deutsche Fassung CEN ISO/ASTM TR 52905:2023

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 4

Vorwort 5

Einleitung 6

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Begriffe 7

4 Potential der NDT zur Authentifizierung und/oder Identifizierung 8

5 Liste der Abkürzungen 9

6 Typische Mängel/Defekte bei AM 10
6.1 Ursprünge/Ursachen der Mängel 10
6.2 Klassifizierung der Mängel/Defekte 11
6.3 Strategien zur Defektklassifizierung für AM 20

7 Prüfung der NDT-Normen 21
7.1 NDT-Normen zur Nachbearbeitung 21
7.1.1 ISO-Überprüfung 22
7.2 NDT-Prüfung im laufenden Prozess 25

8 Auswahl der Normenstruktur für AM 27

9 Potential von NDT-Verfahren für AM-spezifische Defekte 28

10 AM-Artefakte 37
10.1 Ausführung 37
10.1.1 Sternartefakt 37
10.1.2 Maßgeschneidertes Artefakt 45
10.2 Fertigung 47
10.2.1 Sternartefakt 47
10.2.2 Maßgeschneidertes Artefakt 48

11 Versuche zu NDT-Verfahren und Validierung mithilfe von Sternartefakten 48
11.1 Experimentelle Versuche 48
11.1.1 Röntgen-Computertomographie – XCT (MTC und GE und EWI) 49
11.1.2 Neutronen-Bildgebung – NI und Synchrotronstrahlung – SX (HZB & ESRF) 54
11.1.3 Thermographieprüfungen – TT (University of Bath) 64
11.1.4 Resonantes Ultraschall-Spektroskopieverfahren – RUS 73
11.1.5 Ultraschallprüfung – UT und UT mit phasengesteuertem Array – PAUT (EWI und NIST und LNE) 91
11.1.6 Eigenspannung – RS (ILL) 97

12 Validierung der im Sternartefakt eingefügten Defekte (Aufschnitt am MTC) 103
12.1 Zusammenfassung des XCT-Verfahrens 103
12.1.1 Geräte 105
12.1.2 Bedeutung der Daten/Interpretation der Ergebnisse 105
12.2 Zusammenfassung des Metallographie-Verfahrens 109

12.2.1 Geräte 110
12.2.2 Bedeutung der Daten/Interpretation der Ergebnisse 111
12.3 Kommentare/Beobachtungen 113

13 NDT-Versuche für maßgeschneiderte Artefakte 113
13.1 Verfahrenszusammenfassung 113
13.2 Geräte 113
13.3 Bedeutung der Daten/Interpretation der Ergebnisse 113
13.4 Kommentare/Beobachtungen 117

14 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse nach Material 117

15 Hauptschlussfolgerungen 123

Anhang A (informativ) Ursachen und Auswirkungen von Defekten in Draht-DED- und PBF-Prozessen 126

Anhang B (informativ) Prüfung bestehender NDT-Normen für Schweiß- oder Gussarbeiten hinsichtlich der Anwendung auf AM-Mängel nach dem Bau 128

Anhang C (informativ) Bei den Versuchen verwendete Sternartefakte 134

Anhang D (informativ) Zusammenfassung der Sternartefaktfertigung und der NDT-Technologien für die Versuche 138

Anhang E (informativ) Für die Inspektion und Bewertung verwendete XCT-Parameter und verwendeter XCT-Aufbau 141
E.1 Scanparameter für die Systeme bei EWI, MTC und GE 141
E.2 Scan-Aufbau 143
E.2.1 MTC 143
E.2.2 GE-UK 144
E.3 Scan-Ergebnisse 145
E.3.1 MTC 145
E.3.2 EWI 150
E.3.3 GE 152
E.3.4 MTC 154
E.3.5 EWI 155
E.3.6 GE 156

Anhang F (informativ) Für die Neutronen-Bildgebung (NI) und die Synchrotron-Inspektion (Sx) verwendete Parameter und verwendeter Aufbau 159
F.1 Scanparameter für CONRAD 2 und ID -19 159
F.2 Ti6Al4V-Proben 160
F.3 Scan-Aufbau 162

Anhang G (informativ) Aufbau für die PT- und SHT-Inspektion 165
G.1 Einstellungen für PT- und SHT-Verfahren 165
G.2 PT- und SHT-Ergebnisse 166

Anhang H (informativ) Ultraschallprüfung 168
H.1 Scanparameter für CUT- und PAUT-FMC/TFM-Prüfung 168
H.2 Ergebnisse/Beispielanalyse 168
H.2.1 PAUT bei den Sternausführungen S1 und S2 aus nichtrostendem Stahl 168
H.2.2 CUT bei der Sternausführung S1 aus Aluminium 172
H.2.3 PAUT bei den Sternausführungen S1 und S2 aus Aluminium 174
H.2.4 PAUT-FMC/TFM 176

Anhang I (informativ) Charakterisierung der Eigenspannung von Ti6Al4V mittels Neutronenbeugung 178
I.1 Scanparameter für SALSA 178
I.2 Scan-Aufbau 179

Literaturhinweise 180