DIN EN 12952-3:2012-03 (D)

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten - Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Kesselteile; Deutsche Fassung EN 12952-3:2011

Inhalt

Seite

Vorwort 6

1 Anwendungsbereich 8

2 Normative Verweisungen 8

3 Begriffe 8

4 Symbole und Abkürzungen 9

5 Allgemeines 9
5.1 Zweck 9
5.2 Abmessungen von drucktragenden Teilen 9
5.3 Festigkeit von drucktragenden Teilen 10
5.4 Berechnung durch Analyse 10
5.5 Wechselbeanspruchung 10
5.6 Weitere Konstruktionsanforderungen 11
5.6.1 Allgemeines 11
5.6.2 Befahren 11
5.6.3 Entleerung und Entlüftung 12
5.7 Auslegungs-, Berechnungs- und Prüfdrücke 12
5.7.1 Auslegungsdruck 12
5.7.2 Berechnungsdruck 12
5.7.3 Berechnungsdruck für Druckdifferenzen 12
5.7.4 Wasserdruckprüfung 13
5.8 Werkstoffabtrag 14
5.8.1 Innerer Abtrag 14
5.8.2 Äußerer Abtrag 14
5.8.3 Anforderungen 14
5.8.4 Spannungsrisskorrosion 14
5.8.5 Mechanische Anforderungen 15
5.9 Befestigungen an drucktragenden Teilen 15
5.9.1 Lasttragende Befestigungen 15
5.9.2 Nicht lasttragende Befestigungen 15

6 Berechnungstemperatur und zulässige Spannung 15
6.1 Berechnungstemperatur 15
6.1.1 Allgemeines 15
6.1.2 Umlaufkessel 16
6.1.3 Durchlaufkessel, Überhitzer und Zwischenüberhitzer 16
6.1.4 Heißwassererzeuger 16
6.1.5 Temperaturzuschläge für unbeheizte Bauteile 16
6.1.6 Sammler 17
6.1.7 Unbeheizte Bauteile 17
6.1.8 Gegen Strahlung geschützte Bauteile 17
6.1.9 Konvektionsbeheizte Bauteile 17
6.1.10 Durch Strahlung beheizte Bauteile 18
6.2 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke und maximale Rauchgastemperatur für beheizte Trommeln und Sammler 19
6.2.1 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke 19
6.2.2 Maximale Rauchgastemperatur für Sammler 19

6.2.3 Zulässige Abweichungen ... 20
6.3 Zulässige Spannung ... 20
6.3.1 Allgemeines ... 20
6.3.2 Walz- und Schmiedestähle ... 20
6.3.3 Austenitische Stähle ... 21
6.3.4 Stahlguss ... 22
6.3.5 Gusseisen mit Kugelgraphit ... 22
6.3.6 Zulässige Spannung für Schweißnähte unter Kriechbedingungen ... 22
6.3.7 Zulässige Spannung bei Prüfdruck ... 23

7 Zylindrische Mäntel von Trommeln und Sammlern unter Innendruck ... 23
7.1 Mantelwanddicke ... 23
7.1.1 Anforderungen ... 23
7.1.2 Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen ... 23
7.2 Grundlegende Berechnung ... 24
7.2.1 Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge ... 24
7.2.2 Unterschiedliche Wanddicken ... 24
7.2.3 Fertigungstoleranzen ... 24
7.3 Kombinierte Spannungen in Trommel- oder Sammlermänteln ... 24
7.3.1 Allgemeines ... 24
7.3.2 Spannungen infolge Belastungen in Längsrichtung ... 25
7.3.3 Biegespannung in Längsrichtung ... 26
7.3.4 Bewertung der Stegspannung von Schrägteilungen in Trommeln ... 26
7.4 Auflagerungen von Kesseltrommeln ... 28
7.5 Andere Spannungen in zylindrischen Mänteln ... 28

8 Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln von Trommeln, Sammlern sowie eingebauten Rohrleitungen ... 28
8.1 Allgemeines ... 28
8.1.1 Anforderungen an Grundkörper mit Verschwächung durch Ausschnitte und Abzweige ... 28
8.1.2 Mittragende Längen für die Berechnung der Verschwächungsbeiwerte von Bauteilen ... 34
8.1.3 Bedingungen für Einzelabzweige ... 35
8.1.4 Anforderungen an die Auslegung der Abzweige ... 35
8.1.5 Anforderungen an die Auslegung von Verstärkungsscheiben ... 36
8.2 Verschwächungsbeiwert, Berechnung durch Näherung und größter Durchmesser unverstärkter Ausschnitte ... 36
8.2.1 Allgemeines ... 36
8.2.2 Zulässiger Verschwächungsbeiwert und größter Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts ... 37
8.2.3 Einzelausschnitte ... 37
8.2.4 Benachbarte Ausschnitte ... 40
8.3 Berechnung von Ausschnitten und Abzweigen in zylindrischen Mänteln (Verschwächungsbeiwert und Verstärkung) ... 40
8.3.1 Symbole und Abkürzungen ... 40
8.3.2 Anforderungen an die Anwendung ... 41
8.3.3 Auslegung von Einzelausschnitten und Einzelabzweigen ... 46
8.3.4 Auslegung von benachbarten Ausschnitten und Abzweigen ... 49
8.4 Schraubenverbindungen ... 50
8.4.1 Allgemeines ... 50
8.4.2 Symbole und Abkürzungen ... 51
8.4.3 Berechnung des Schraubendurchmessers ... 52
8.4.4 Berechnung der Schraubenkraft ... 53
8.4.5 Berechnungstemperatur tc ... 55
8.4.6 Festigkeitskennwert K ... 56
8.4.7 Sicherheitsbeiwert S ... 56
8.4.8 Qualitätsbeiwert q ... 57
8.5 Einschraub- und Einschweißverbindungen ... 57
8.5.1 Einschraubverbindungen im Mantel ... 57
8.5.2 Schraubmuffenverbindungen ... 57
8.5.3 Schweißmuffenverbindungen ... 58

9 Sammler und glatte Rohre mit rechteckigem Querschnitt ... 59

9.1 Allgemeines 59
9.2 Symbole und Abkürzungen 61
9.3 Erforderliche Wanddicke 62
9.3.1 Allgemeines 62
9.3.2 Mindestwanddicke an der Mitte einer Seitenwand 63
9.3.3 Mindestwanddicke an den Ecken 63
9.3.4 Mindestwanddicke an einer Lochreihe 63
9.3.5 Mindestwanddicke bei versetzten Lochanordnungen (diagonale Teilung) 64
9.3.6 Mindestwanddicke bei Einzelausschnitten 64

10 Böden und Kugelschalen 65
10.1 Symbole und Abkürzungen 65
10.2 Kugelschalen und gewölbte Böden 65
10.2.1 Allgemeines 65
10.2.2 Berechnungsgleichungen 66
10.2.3 Ausschnitte in gewölbten Böden und Kugelschalen 70
10.3 Unverankerte ebene Böden 74
10.3.1 Allgemeines 74
10.3.2 Wanddicke von runden, unverankerten, ebenen Böden 76
10.3.3 Wanddicke von nicht kreisförmigen und rechteckigen, unverankerten, ebenen Böden 77
10.4 Ebene unverankerte Verschlüsse 80

11 Rohre 82
11.1 Symbole und Abkürzungen 82
11.2 Wanddicke von geraden Kesselrohren 82
11.2.1 Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen 82
11.2.2 Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge 83
11.2.3 Mindestwanddicke 83
11.2.4 Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht 84
11.3 Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen 84
11.3.1 Allgemeines 84
11.3.2 Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen 84
11.3.3 Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge 84
11.3.4 Unrundheit an Rohrbögen 85
11.4 Elastizität von eingebauten Rohrleitungssystemen 85
11.4.1 Allgemeines 85
11.4.2 Analyse 85
11.5 Halterungen an Rohren 86
11.5.1 Allgemeines 86
11.5.2 Anschweißteile an Rohrbögen 88
11.5.3 Länge von Anschweißteilen 88
11.5.4 Zulässige Beanspruchung bei Radiallast 88
11.5.5 Berechnung der Beanspruchung bei Radiallast 88
11.5.6 Schweißnahtfestigkeit 90
11.6 Anschlüsse und Verbindungen von beheizten Rohren 91
11.6.1 Rohranschlüsse 91
11.6.2 Verbindungen von beheizten Rohren 91
11.7 Verbindungen von nicht beheizten Rohren 91
11.7.1 Allgemeines 91
11.7.2 Flansche und Schrauben 91
11.7.3 Stumpfschweißverbindungen 91
11.7.4 Schweißmuffenverbindungen 92
11.7.5 Einschraub- oder eingeschraubte und dichtgeschweißte Verbindungen 92

12 Druckteile mit unregelmäßiger Form 92
12.1 Wasserdruckprüfung zur Bestimmung des zulässigen Innendrucks 92
12.1.1 Allgemeines 92
12.1.2 Belastungsversuch zum Erreichen von Verformung 92
12.1.3 Belastungsversuch bis zum Bruch 93
12.2 Numerische Verfahren 94
12.2.1 Allgemeines 94
12.2.2 Verfahren 94

12.2.3 Spannungsbewertung ... 94

13 Ermüdung ... 94
13.1 Allgemeines ... 94
13.1.1 Durchführung ... 94
13.1.2 Ermüdungsbeanspruchung ... 94
13.1.3 Berechnung von wechselnden Spannungen ... 95
13.1.4 Ermüdungsbewertung ... 95
13.2 Symbole und Abkürzungen ... 95
13.3 Ausnahmeregel für die Ermüdungsanalyse ... 97
13.3.1 Allgemeines ... 97
13.3.2 Werkstoffe ... 97
13.3.3 Belastungen ... 98
13.3.4 Temperaturdifferenzen infolge von Betriebsänderungen ... 99
13.4 Spannungsanalyse für die Ermüdungsberechnung ... 105
13.4.1 Hauptspannungen und äquivalente Spannungen ... 105
13.4.2 Temperatur eines Lastwechsels ... 105
13.4.3 Schutz der Magnetitschicht ... 106
13.4.4 Zulässige Spannungsschwingbreite am Lochrand an der Innenfläche einer Bohrung ... 106
13.4.5 Umfangsspannung durch Druck an der Innenfläche einer Bohrung ... 106
13.4.6 Spannungen am Abzweig durch äußere Kräfte und Momente ... 107
13.4.7 Wärmespannungen ... 107
13.4.8 Oberer und unterer Grenzwert für die Umfangsspannung an der Innenfläche einer Bohrung ... 108
13.4.9 Zulässige Temperaturdifferenzen über die Wanddicke ... 112
13.4.10 Zulässige Temperaturgefälle ... 113
13.4.11 Bauteile mit schrägen und/oder nicht radial angeordneten Abzweigen ... 113
13.5 Berechnungsbeispiele ... 113

Anhang A (normativ) Berechnung von Rohrbiegungen und Rohrbögen ... 118

Anhang B (normativ) Ermüdungsrissbildung - Berechnung zur Berücksichtigung wechselnder Spannungen ... 128

Anhang C (informativ) Beispiele zur Berechnung der Auswirkungen von Ermüdung ... 144

Anhang D (informativ) Physikalische Kennwerte von Stählen ... 150

Anhang E (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe ... 161

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräterichtlinie) ... 162

Literaturhinweise ... 165