DIN 25201-4:2021-11 (D)

Konstruktionsrichtlinie für Schienenfahrzeuge und deren Komponenten - Schraubenverbindungen - Teil 4: Sichern von Schraubenverbindungen

Inhalt

Seite

Vorwort 5

1 Anwendungsbereich 6

2 Normative Verweisungen 6

3 Begriffe 7

4 Allgemeines 9
4.1 Schraubenverbindungen für maschinenbauliche Anwendungen 9
4.2 Schraubenverbindungen für elektrische Anwendungen 9
4.3 Schweißen von Schraubenverbindungen 10

5 Sicherungsmaßnahmen 10
5.1 Allgemeines 10
5.2 Maßnahmen gegen Lockern 11
5.3 Maßnahmen gegen selbsttätiges Losdrehen 11
5.4 Maßnahmen gegen Verlieren 12

6 Anaerobe Flüssigklebstoffe 12
6.1 Anforderungen 12
6.1.1 Temperaturbereich 12
6.1.2 Beanspruchungsklassen 12
6.1.3 Viskositätsbereiche 13
6.2 Prüfung 14
6.3 Bezeichnung 14

Anhang A (normativ) Übersicht zur Schraubensicherung 15

Anhang B (normativ) Prüfvorschrift zum Nachweis der Losdrehsicherheit von gesicherten Schraubenverbindungen 17
B.1 Ziel und Versuchsarten 17
B.2 Prüfeinrichtung 17
B.3 Prüfgarnitur 18
B.4 Versuchsbedingungen 18
B.4.1 Prüffrequenz 18
B.4.2 Teileverwendung 19
B.4.3 Gegenlagen 19
B.4.4 Oberflächen 19
B.4.5 Produktklassen (Grenzmaße, Toleranzen) 20
B.4.6 Einbaulage der Schraubenverbindung 20
B.4.7 Klemmlängenverhältnis der Schraubenverbindung 20
B.5 Versuchsdurchführung 20
B.5.1 Verspannen und Vorspannkraft 20
B.5.2 Schmierung der Prüfgarnitur 21
B.5.3 Einstellversuche 21
B.5.4 Nachweisversuche 22
B.5.5 Messgrößen 23
B.6 Beurteilung 24
B.7 Prüfbericht 24

Anhang C (informativ) Selbsttätiges Losdrehen und Ermüdungsfestigkeit von Schraubenverbindungen bei Querbelastung **26**
C.1 Allgemeines **26**
C.2 Phänomenologie des selbsttätigen Losdrehens **26**
C.3 Nichtlineare Quersteifigkeit **29**
C.4 Nachweis des selbsttätigen Losdrehens **30**
C.5 Maximal möglicher Gleitweg $u_{Q,max}$ **31**
C.6 Ermüdungsfestigkeit querbelasteter Schraubenverbindungen **31**
C.7 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit **32**

Anhang D (informativ) Beispiel für ein Nachweisverfahren für Schraubenverbindungen mit seltenen hohen Querbelastungen **33**
D.1 Allgemeines **33**
D.2 Randbedingungen **34**
D.3 Berechnungsgrundsätze **34**
D.4 Berechnungsablauf **35**
D.4.1 Belastung der Schraubverbindung **35**
D.4.2 Daten der Schraubenverbindung **36**
D.4.3 Berechnungsschritte **36**
D.5 Ablaufdiagramm **50**
D.6 Beispiel **57**
D.7 Formelzeichen **66**

Literaturhinweise **70**

Bilder

Bild 1 — Darstellung der Zusammenhänge des selbsttätigen Lösens **10**

Bild B.1 — Prinzipieller Aufbau der Prüfeinrichtung **18**

Bild B.2 — Prüfblock **18**

Bild B.3 — Montageposition am Prüfstand **21**

Bild B.4 — Auswertung des Einstellversuchs **22**

Bild B.5 — Beispiel für die Beurteilung der Sicherungswirkung anhand des Verlaufes der Vorspannkraft in Abhängigkeit der Lastwechselzahl **24**

Bild C.1 — Querkraft– Querverschiebungs-Charakteristik **27**

Bild C.2 — Mechanische Ersatzmodelle zur Beschreibung der Quersteifigkeit im Zustand 2 ..... **29**

Bild C.3 — Zustand 3: additiver Anteil Gewindependeln *s* infolge radialen Gewindespiels δ_s **30**

Bild D.1 — Exemplarische Darstellung der Vorspannkraftabfalls für eine Laststufe im Vibrationstest **40**

Bild D.2 — Versuchsanordnung zur Ermittlung des Vorspannkraftverlusts gleitender Verbindungen **42**

Bild D.3 — Bruchkennlinie **44**

Bild D.4 — Bruchkennlinie **45**

Bild D.5 — Ermittlung der Lastwechselzahlen für die Vorschädigung **47**

Bild D.6 — Bestimmung der Restdauerfestigkeit ... **48**

Bild D.7 — Querbelastung der Restdauerfestigkeit ... **48**

Bild D.8 — Axialbelastung der Restdauerzeitfestigkeit ... **49**

Bild D.9 — Axialbelastung der Restdauerzeitfestigkeit ... **57**

Bild D.10 — Beispiel Kennlinien Restvorspannkrafterhalt gesicherter Schraubenverbindungen M12, $l_K/d = 3{,}0$ ... **62**

Bild D.11 — Beispiel Kennlinien Bruchverhalten gesicherter Schraubenverbindungen M12, $l_K/d = 3{,}0$ ... **64**

Bild D.12 — Beispiel Vorbelastung Restdauerfestigkeit ... **65**

Bild D.13 — Beispiel Ermittlung Restdauerfestigkeit ... **65**

Tabellen

Tabelle 1 — Maßnahmen gegen Lockern ... **11**

Tabelle 2 — Kurzzeichen, Beanspruchungsklasse und zugehörige Vergleichsfestigkeit ... **12**

Tabelle 3 — Viskositätsbereiche in Abhängigkeit von Gewinde bzw. Spaltbreite ... **14**

Tabelle A.1 — Übersicht zur Schraubensicherung ... **15**

Tabelle B.1 — Für die Versuche einzustellende Vorspannkräfte F_V ... **21**

Tabelle D.1 — Belastungs- und Bewertungskriterien ... **33**