



DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.
Informations-Centrum Schrauben

Richtlinie

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie

Arbeitsstand November 2006

Inhalt

- 1. Anwendungsbereich**
- 2. Verweisungen**
- 3. Anforderungen**
 - 3.1 Mechanische Eigenschaften**
 - 3.2 Chemische Zusammensetzung**
 - 3.3 Wärmebehandlung**
 - 3.4 Anlasstemperatur**
 - 3.5 Delta-Ferrit**
 - 3.6 Abkühlung**
 - 3.7 Oberflächenbehandlung**
 - 3.8 Reibungszahlen**
- 4. Prüfung und Abnahme**
- 5. Absicherung der Prozessqualität beim Hersteller**
- 6. Aufzeichnungspflichtige Merkmale**
- 7. Aufbewahrungsfrist**

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie

1. Anwendungsbereich

Die Richtlinie gilt für mechanische Verbindungselemente aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl in den Festigkeitsklassen 10.9 und 12.9 nach ISO 898-1, die in der Automobilindustrie eingesetzt werden.

Die Beurteilung der Prozesse durch die in ISO/TS 16949 beschriebenen Methoden ist unabdingbare Voraussetzung für die Erbringung des Qualitätsnachweises.

Dies umfasst insbesondere Prozessaudits beim Lieferanten (siehe auch Kap. 6) durch den Kunden oder Kundenorganisationen, die eine Grundlage der Lieferantenfreigabe darstellen.

Hierfür stellt diese Richtlinie die technische Grundlage dar.

2. Verweisungen

- DIN 267-27: 2004-01
Mechanische Verbindungselemente - Teil 27: Schrauben aus Stahl mit klebender Beschichtung, Technische Lieferbedingungen
- DIN 267-28: 2004-01
Mechanische Verbindungselemente - Teil 28: Schrauben aus Stahl mit klemmender Beschichtung; Technische Lieferbedingungen
- DIN EN ISO 898-1: 1999-11
Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 1: Schrauben
- DIN EN ISO 4042: 2001-01
Verbindungselemente - Galvanische Überzüge
- DIN EN ISO 4759-1: 2000-04
Toleranzen für Verbindungselemente : Schrauben und Muttern, Produktklassen A, B und C
- ISO/TS 16949: 2002-03
Qualitätsmanagementsysteme - Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001: 2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobilindustrie
- DIN EN ISO 18265: 2004-02
Metallische Werkstoffe - Umwertung von Härtewerten
- DIN EN 26157-3: 1991-12
Verbindungselemente; Oberflächenfehler; Schrauben für spezielle Anforderungen
- VDA 235-101: 1999-08
Schmierstoffe von mechanischen Verbindungselementen mit Gewinde
- VDA 235-104: 2005-07
Cr(VI)-freie Oberflächenschutzarten für Verbindungselemente mit metrischem Gewinde

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie

- VDA 1: 1998/1
Nachweisführung - Leitfaden zur Dokumentation und Archivierung von Qualitätsforderungen
- VDI-Richtlinie 2862: 1999-07
Einsatz von Schraubensystemen in der Automobilindustrie
- DSV-TL: 2003-11
Technische Lieferbedingungen für Schraubenstähle mit erhöhten Anforderungen

3. Anforderungen

Verbindungselemente nach dieser Richtlinie müssen die mechanischen Eigenschaften nach DIN EN ISO 898-1 und die Oberflächenanforderungen nach DIN EN 26157-3 erfüllen.

3.1 Mechanische Eigenschaften

Es gelten grundsätzlich die mechanischen Eigenschaften von Schrauben nach DIN EN ISO 898-1. Darüberhinaus müssen die Verbindungselemente der Festigkeitsklassen 10.9 und 12.9 nachfolgende abweichende oder ergänzende, in **Tabelle 1** formulierte Eigenschaften aufweisen. Bei Verbindungselementen mit von DIN EN ISO 898-1 abweichenden Mindest- Zugfestigkeiten zwischen 1040 und 1220 MPa sind entsprechende Vereinbarungen für Festigkeits- und Härtespannen zu treffen.

Mechanische und physikalische Eigenschaften		Festigkeitsklasse	
		10.9	12.9
Zugfestigkeit $R_{m,min}$ [MPa] (für Schraubenlängen $l \geq 2,5 \cdot d$)	min	1040	1220
	max	1190	1370
Vickershärte HV, $F \geq 98 \text{ N}^a$ (für Schraubenlängen $l < 2,5 \cdot d$)	min	320	385
	max	370	425
Brinellhärte HB, $F = 30 \text{ D}^2^a$ (für Schraubenlängen $l < 2,5 \cdot d$)	min	304	366
	max	352	405
Oberflächenhärte ^a nach Vickers in HV0,3	max	380	425
^a Eine Umwertung der Härtewerte in Zugfestigkeiten z.B. nach DIN EN ISO 18265 ist nicht zulässig			

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie**3.2 Chemische Zusammensetzung**

Für Verbindungselement gelten die Vorgaben der DIN EN ISO 898-1.

Es sind geeignete Werkstoffe gemäß der DSV-TL *Technische Lieferbedingungen für Schraubenstähle mit erhöhten Anforderungen* zu wählen.

Für Verbindungselemente der Festigkeitsklasse 12.9 ist die in **Tabelle 2** aufgeführte Massenanalyse verbindlich.

Chemische Zusammensetzung (Massenteile in %)								
Element	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Cr, Mo, Ni, V
min	0,30	-	-	-	-	0,02	-	S ≥ 0,9
max	0,40	0,15	0,9	0,02	0,015	0,06	0,005	

Tabelle 2: Chemische Zusammensetzung Für Verbindungselemente der Festigkeitsklasse 12.9

3.3 Wärmebehandlung

Die Verbindungselemente müssen vor der Wärmebehandlung entphosphatiert sein.

Das Austenitisieren muss in einer auf den Kohlenstoffgehalt des Werkstoffs abgestimmten und geregelten Ofenatmosphäre oder unter Schutzgas erfolgen.

Es ist sicherzustellen, dass die Werkstoffe der Verbindungselemente im Gefüge des Kernes im Gewindeteil einen Martensitanteil von min. 90 % im gehärteten Zustand vor dem Anlassen aufweisen.

3.4 Anlasstemperatur

Die Mindestanlasstemperatur für alle Werkstoffe muss 425°C betragen. Die Mindestanlasstemperatur gilt als eingehalten, wenn der Wiederanlassversuch nach DIN EN ISO 898-1 erfüllt ist.

3.5 Delta-Ferrit

Die Oberfläche in zugbeanspruchten Bereichen darf keine metallographisch nachweisbare, mit Phosphor angereicherte Schicht (d-Ferrit-Saum) aufweisen.

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie**3.6 Kohlunگزustand**

a) Im Falle einer Abkohlunгы bzw. einer teilweisen Entkohlunгы, bei der die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes eine hellere Schattierung des angelassenen Martensits und eine deutlich niedrigere Härte als im Grundmetall verursacht, müssen die in **Tabelle 3** aufgeführten Grenzwerte eingehalten werden.

Entkohlunгы	Festigkeitsklasse	
	10.9	12.9
Mindesthöhe der nicht entkohlten Gewindezone E	2/3 H ₁	7/8 H ₁
Maximale Tiefe der Auskohlunгы G in mm	0,015	
H ₁ : Gewindetiefe des Schraubengewindes		

Tabelle 3: Entkohlunгы

b) Aufkohlunгы ist nicht zulässig. Es muss bei der Beurteilung der Aufkohlunгы durch Härtemessung sorgfältig unterschieden werden zwischen einem Härteanstieg infolge Aufkohlunгы und infolge Wärmebehandlung oder Kaltverfestigung der Oberfläche.

3.7 Oberflächenbehandlung

Für hochfeste Teile mit Zugfestigkeiten $R_m \geq 1040$ MPa (320 HV) müssen die Oberflächenbehandlungsprozesse und Wärmebehandlungen (Tempern) grundsätzlich dem aktuellen Stand der Technik zur Vermeidung von wasserstoffinduzierten Sprödbrüchen entsprechen.

Mit Zinklamellenüberzügen beschichtete Teile sind grundsätzlich mechanisch oder alkalisch zu reinigen. Ist aus funktionellen Gründen eine chemische Reinigung erforderlich, dürfen zur Vorbehandlung/Reinigung nur Säuren mit geeigneten Inhibitoren eingesetzt werden.

Wie in VDA 235-104 angegeben, sind für Teile mit Zugfestigkeiten $R_m \geq 1040$ MPa die Oberflächenschutzarten „Galvanische Zink- und Zinklegierungs- Überzüge“ zu vermeiden.

Zur Vermeidung von wasserstoffinduzierten Sprödbrüchen ist für Teile mit Zugfestigkeiten $R_m \geq 1040$ MPa auch das Entfernen bereits aufgebrachtener Oberflächenüberzüge durch elektrochemische Prozesse grundsätzlich nicht zulässig.

3.8 Reibungszahlen - Montageverhalten

Die Reibungszahlen beim Anziehen einer Schraubenverbindung hängen weitgehend von den jeweiligen Anwendungsbedingungen ab. Die Ermittlung hat unter den Bedingungen in DIN EN ISO 16047 zu erfolgen. Es gelten die Anforderungen des VDA-Prüfblattes 235-101.

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie

Die Beschichtungssysteme sind unter Beachtung von VDA 235-203 in Abstimmung mit dem Anwender auszuwählen.

4. Prüfung und Abnahme

Erstmuster müssen mit einem Erstmusterprüfbericht nach den jeweils gültigen QS-Managementvereinbarungen (wie z.B. ISO/TS 16949) für Kaufteile angeliefert werden.

Der Werkstoffbericht muss die Ergebnisse auf der Grundlage spezifischer Prüfungen am Lieferlos mindestens für folgende Merkmale enthalten:

- Zugfestigkeit und/oder Härte
- Kohlunugszustand, Überprüfung auf d-Ferrit
- metallographische Beurteilung des Gefüges
- Oberflächenhärte in HV0,3
- Schmelzanalyse
- Angaben zur Oberflächenbehandlung.

Sind weitere Merkmale zu prüfen, so ist dies zwischen Kunde und Hersteller zu vereinbaren. Jede Änderung an relevanten Fertigungsverfahren bedarf einer Änderungs-Bemusterung.

5. Absicherung der Prozessqualität beim Hersteller

Folgende Elemente sind dabei unabdingbar:

5.1 Vormaterial

Für die Auswahl des Vormaterials sind die Regeln der Technischen Lieferbedingungen für Schraubenstähle mit erhöhten Anforderungen des Deutschen Schraubenverbandes zu beachten.

5.2 Umformung, Gewindefertigung

Zur qualitativen und quantitativen Beurteilung der Produkte nach der Umformung und Gewindefertigung ist für Oberflächenfehler DIN EN 26157-3 und für Toleranzen, Form- und Lageabweichungen DIN EN ISO 4759-1 zu beachten.

5.3 Wärmebehandlung

- Entphosphatieren der Schraubenrohlinge vor Wärmebehandlung
- Wärmebehandlung im Hause des Herstellers oder bei mit Prozessaudits des Herstellers freigegebenen Zulieferern
- Prozessgesteuerte Vergütungsanlagen: Härteöfen mit geregelter Atmosphäre

Hochfeste Verbindungselemente für die Automobilindustrie

- Kontrollierte Beschickung
- Prozessüberwachung der Merkmale Härte/Zugfestigkeit und Atmosphäre
- Metallografische Überprüfungen
- Ausfallstrategie bei Anlagestörungen.

5.4 Labor

- Kompletteinrichtung: Metallografie, Härte- und Zerreiß- Prüfung, Phosphatnachweis
- Qualifiziertes Laborpersonal (z.B. Werkstoffprüfer)
- Ausfallstrategie und Vertreterregelung.

5.5 Oberflächenbehandlung

- Oberflächenbehandlung im Hause des Herstellers oder bei mit Prozessaudits des Herstellers freigegebenen Zulieferern
- Beizvorbehandlung nur mit geeignet inhibierter Säure, max. Zeit- und Konzentrationsvorgaben
- Tempern nach/während galvanischer Oberflächenbehandlungen (s. Abschnitt 3.7)
- Gegebenenfalls qualifizierte Schmierstoffbehandlung
- Sicherstellung der vorgegebenen Reibungszahlspannen.

6. Aufzeichnungspflichtige Merkmale

Prozessabsichernde Aufzeichnungen folgender Merkmale müssen vorhanden sein:

- Zugfestigkeit und/oder Härte
- Metallografische Beurteilung
 - o Gefüge
 - o Kohlunugszustand
 - o d-Ferrit
- Parameter der Ofenatmosphäre
- Schmelzanalyse
- Prozessparameter Beschichtung.

Die Festlegung von besonderen Merkmalen nach VDA Band 1 „Nachweisführung“ bei Verbindungselementen geschieht in Abstimmung zwischen Kunde und Hersteller.

Bei der Forderung besonderer Merkmale sollte Bezug auf eine Produktzeichnung genommen werden.

7. Aufbewahrungsfrist

Für die Aufbewahrung der unter Abschnitt 6 genannten Aufzeichnungen gelten die zwischen Hersteller und Kunde vereinbarten Fristen.

ENDE DES DOKUMENTS