DIN ISO 16084:2021-06 (D)

Auswuchten von rotierenden Werkzeugen und Werkzeugsystemen (ISO 16084:2017)

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort 6

Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise 7

Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 11

2 Normative Verweisungen 11

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen 11
3.1 Begriffe 11
3.2 Symbole und Abkürzungen 13

4 Anforderungen 18
4.1 Allgemeines 18
4.1.1 Einspannungenauigkeiten 18
4.1.2 Einfluss von Auswuchtmaschinen 18
4.1.3 Auswirkungen und häufige Folgen von zulässigen Restunwuchten nach ISO 1940-1 19
4.1.4 Systembedingte Eigenschaften von Werkzeugmaschinen und Komponenten 19
4.2 Auswuchtanforderungen, basierend auf der Spindellast 19
4.2.1 Allgemeines 19
4.2.2 Bestimmung der Auswuchtanforderungen 22
4.2.3 Messgenauigkeit von Auswuchtmaschinen, Einfluss der Rundlaufgenauigkeit und Wiederholbarkeit der Messergebnisse 26
4.2.4 Anwendungskriterium für statisches bzw. dynamisches Auswuchten 27
4.2.5 Zulässige dynamische Restunwuchten 28
4.2.6 Auswuchtanforderungen an geführte Werkzeugsysteme 33
4.2.7 Einfluss des HSK (Hohlschaftkegel) auf die dynamische Unwucht 35
4.3 Sicherheitsbezogene Unwuchtbegrenzung (G 40) nach ISO 15641 36
4.4 Graphische Darstellung der Auswuchtanforderungen 37
4.5 Sonderwerkzeuge mit asymmetrischen Grundkörpern 38

5 Auswuchten von Werkzeugsystemen 39
5.1 Allgemeines 39
5.2 Auswuchten von Werkzeugsystemkomponenten 41
5.3 Einfluss der Winkellage von Komponentenunwuchten 42
5.4 Einfluss von Einspannverlagerungen 42
5.5 Integration von nach ISO 1940-1 ausgewuchteten Werkzeugsystemkomponenten 44
5.6 Berechnung der zulässigen Drehzahl in Abhängigkeit einer tatsächlichen Unwucht 44
5.7 Bestimmung und Berechnung der axialen Lage eines Massenschwerpunkts 45
5.7.1 Experimentelle Bestimmung des Schwerpunkts 45
5.7.2 Berechnung des Schwerpunkts eines modularen Werkzeugsystems 45
5.8 Auswuchten von Werkzeugen und Komponenten mit alternativen Schnittstellen 46
5.9 HSK-Adapter mit rotationssymmetrischen Werkzeugen 46
5.10 Hinweise zum Aufbau und Auswuchten von Werkzeugsystemen 47

6 Datendarstellung und Datenaustausch 48

Anhang A (informativ) Zulässige Restunwuchten — Theoretischer Ansatz und Berechnungsbeispiele 50
A.1 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen für Anhang A, Anhang B und Anhang D 50

A.2 Grundlagen ... 52
A.3 Ansatz ... 53
A.4 Umrechnung der zulässigen statischen Restunwucht in die zulässigen dynamischen Unwuchten zweier Ebenen ... 54
A.4.1 Fall D: Werkzeugschwerpunkt CG zwischen den Ebenen P1 und P2 (P1-CG-P2) ... 54
A.4.2 Werkzeugschwerpunkt CG nicht zwischen den Ebenen P1 und P2 ... 57
A.4.3 Herleitung „Auswuchten von Komponenten eines Werkzeugsystems“ ... 62
A.4.4 Maximale radiale Verlagerung von Komponenten innerhalb eines Werkzeugsystems ... 68
A.5 Berechnungsbeispiele ... 69
A.5.1 Statisches Auswuchten eines Einzelwerkzeugs ($L_{BL} \leq L_{STAT,MAX}$) ... 69
A.5.2 Momentenunwucht aufgrund quasi-statischen Auswuchtens ($L_{BL} \leq L_{STAT,MAX}$) ... 70
A.5.3 Dynamisches Auswuchten eines Einzelwerkzeugs ($L_{BL} > L_{STAT,MAX}$) ... 72
A.5.4 Dynamisches Auswuchten eines „Werkzeugs im Fall F“ unter Berücksichtigung von G40 ... 74

Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele für Werkzeugsysteme ... 77
B.1 Berechnungsbeispiel für das Auswuchten eines Standardwerkzeugsystems aus drei Komponenten ... 77
B.2 Auswuchten der Werkzeugkomponenten nach 5.2 ... 79
B.3 Dynamisches Auswuchten des zusammengebauten Werkzeugsystems von Bild B.1 ... 81

Anhang C (normativ) XML-Dateistruktur für die Dokumentation von Auswuchtinformationen ... 83

Anhang D (informativ) Grundlegende Unwuchtgleichungen, Zusammenhänge und praktische Hinweise ... 85

Literaturhinweise ... 88

Bilder

Bild 1 — Mögliche Komponenten eines modularen Werkzeugsystems ... 12

Bild 2 — Werkzeug-Spindel-Modell mit unwuchtbedingten Kräften ... 20

Bild 3 — Modell einer Spindel und eines Werkzeugs mit dynamischer Zwei-Ebenen-Unwucht ... 20

Bild 4 — Statische Unwucht im Werkzeugschwerpunkt CG ... 21

Bild 5 — Momentenunwucht durch quasi-statisches Auswuchten ... 21

Bild 6 — Modell eines Werkzeug-Spindel-Systems mit den wesentlichen Parametern ... 22

Bild 7 — $U_{STAT,MAX}$ und $U_{STAT,PER}$ in Abhängigkeit des Winkels α zwischen $U_{P1,PER}$ und $U_{P2,PER}$ ... 28

Bild 8 — Fall D: Werkzeugschwerpunkt CG zwischen den Ebenen P1 und P2 (P1-CG-P2) ... 29

Bild 9 — Fall E: Werkzeugschwerpunkt CG zwischen Spindelreferenzebene RP und Ebene P1 (CG-P1-P2) ... 31

Bild 10 — Fall F: Werkzeugschwerpunkt CG hinter Ebene P2 (P1-P2-CG) ... 32

Bild 11 — Kurzes Feinbohrwerkzeug mit Führungsleisten, $L < 2{,}2 \times D_S$ und $L_{BL} < b_{MIN}$ ... 34

Bild 12 — Längeres Feinbohrwerkzeug mit Führungsleisten, $L > 2{,}2 \times D_S$ und $L_{BL} < b_{MIN}$ ... 34

Bild 13 — Zulässige statische Restunwuchten eines HSK-63-Werkzeugs bzw. einer HSK-63-Komponente ... 37

Bild 14 — Sonderwerkzeug für Vorwärtsbearbeitung und einstufige Rückzugsbearbeitung 38

Bild 15 — Beispiele gebräuchlicher Standardwerkzeugsysteme ($k_{SYS} \leq 3$) 39

Bild 16 — Schwerpunkte $L_{CG,i,SYS}$ in einem Standardwerkzeugsystem 41

Bild 17 — Arten und Kombinationen von radialen und winkelbezogenen Verlagerungen 43

Bild 18 — Radiale Verlagerungen: zufällig (P) oder richtungsgleich (Q, R) 43

Bild 19 — Das Gleichgewicht bestimmt den Schwerpunkt einer Komponente bzw. eines Werkzeugsystems 45

Bild 20 — HSK-A 63-Spannzangenaufnahme mit unterschiedlichen Auswuchtlängen L_{BL} 47

Bild A.1 — Zwei-Feld-Balken zur Berechnung der Belastung des vorderen Lagers 53

Bild A.2 — Werkzeugschwerpunkt CG zwischen den Ebenen P1 und P2 (Fall D ≡ P1-CG-P2) 54

Bild A.3 — Werkzeugschwerpunkt CG zwischen Referenzebene RP und Ebene P1 (Fall E ≡ CG-P1-P2) 57

Bild A.4 — Werkzeugschwerpunkt CG zwischen der Ebene P2 und dem vorderen Werkzeugende (Fall F ≡ P1-P2-CG) 59

Bild A.5 — Vergleich des zulässigen statischen Unwuchten eines HSK-63 und eines Standardwerkzeugsystems 68

Bild A.6 — HSK-A63-Einzelwerkzeug für statisches Auswuchten 70

Bild A.7 — Momentenunwucht aufgrund quasi-statischen Auswuchtens 71

Bild A.8 — HSK-A63-Einzelwerkzeug für dynamisches Auswuchten 73

Bild A.9 — HSK-A80-Einzelwerkzeug 75

Bild B.1 — Standardwerkzeugsystem aus drei Komponenten 77

Bild B.2 — Positionen der verschiedenen Schwerpunkte CG 78

Bild D.1 — Unwucht, verursacht durch die Masse m_U auf dem Radius r 85

Bild D.2 — Unwucht, bezogen auf die radiale Verlagerung e_{CG} des Massenschwerpunkts CG 85

Bild D.3 — Durch den Massenausgleich wird der Schwerpunkt CG zurück auf die Drehachse verschoben 86

Tabellen

Tabelle 1 — Gewichtungsfaktoren f_{BAL} 23

Tabelle 2 — Schnittstellenspezifische Parameter 25

Tabelle 3 — Dynamische Unwuchten von statisch ausgewuchteten HSK-A- und HSK-C-Schäften 36

Tabelle 4 — Parameter k_{SYS} für Sonderwerkzeugsysteme aus bis zu 6 Komponenten 42

Tabelle 5 — XML-Datendefinitionseinträge..... 49

Tabelle B.1 — Technische Daten der Komponenten und des Werkzeugsystems von Bild B.1..... 77

Tabelle B.2 — Zulässige statische Unwuchten der einzelnen Komponenten und des Werkzeugsystems aus Bild B.1..... 81