

RÖHM-Norm RN 1391

- DE** Allgemeine Hinweise und Richtlinien für den Einsatz von kraftbetätigten Spanneinrichtungen
- EN** RÖHM Standard - General Information and Guidelines for the Use of Power-Operated Clamping Devices
- FR** Norme RÖHM - Instructions et directives générales relatives à l'utilisation de dispositifs mécaniques de serrage
- IT** Norma RÖHM - Avvertenze generali e norme per l'impiego di dispositivi di serraggio ad azionamento meccanico
- ES** Norma RÖHM - Informaciones y directivas generales para el empleo de instalaciones de sujeción accionadas por fuerza

1.0 • 19.06.2019

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Sicherheitshinweise und Richtlinien..... | 4 |
| 1.1 | Qualifikation des Bedieners..... | 4 |
| 1.2 | Verletzungsgefahren..... | 4 |
| 1.2.1 | Eingebaute Energiespeicher..... | 4 |
| 1.2.2 | Die maximal zulässige Drehzahl..... | 5 |
| 1.2.3 | Überschreiten der zulässigen Drehzahl..... | 5 |
| 1.2.4 | Unwucht..... | 5 |
| 1.2.5 | Berechnung der erforderlichen Spannkkräfte..... | 5 |
| 1.2.6 | Einsatz anderer/weiterer Spannsätze/Werkstücke..... | 6 |
| 1.2.7 | Spannkraftkontrolle/Spanneinrichtungen ohne permanente Druckzufuhr.... | 7 |
| 1.2.8 | Festigkeit des zu spannenden Werkstücks..... | 7 |
| 1.2.9 | Quetschgefahr..... | 8 |
| 1.2.10 | Befestigung und Austausch von Schrauben..... | 9 |
| 1.2.11 | Instandhaltungsarbeiten..... | 9 |
| 1.2.12 | Kollision..... | 10 |
| 1.2.13 | Austausch von Nutzensteinen..... | 10 |
| 1.3 | Umweltgefahren..... | 10 |
| 1.4 | Sicherheitstechnische Anforderungen an kraftbetätigte Spanneinrichtungen .. | 11 |
| 2 | Richtdrehzahl und Spannkraftberechnung | 13 |
| 2.1 | Kraftbetätigte Spanneinrichtungen..... | 13 |
| 2.1.1 | Richtdrehzahl..... | 13 |
| 2.1.2 | Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfeeders..... | 14 |
| 2.1.3 | Drehen..... | 16 |
| 2.1.4 | Bohren..... | 24 |

1 Sicherheitshinweise und Richtlinien

Im Folgenden werden Sicherheitshinweise und Richtlinien für den Einsatz von kraftbetätigten Spanneinrichtungen erläutert.

1.1 Qualifikation des Bedieners

Personen, welche keine Erfahrungen im Umgang mit Spanneinrichtungen aufweisen, sind durch unsachgemäßes Verhalten vor allem während der Einrichtarbeiten durch die auftretenden Spannbewegungen und -kräfte, besonderen Verletzungsgefahren ausgesetzt. Daher dürfen Spanneinrichtungen nur von Personen benutzt, eingerichtet oder instandgesetzt werden, welche hierzu besonders ausgebildet oder geschult sind bzw. über langjährige Erfahrungen verfügen. Nach dem Anbau des Spannfüßers muss vor Inbetriebnahme die Funktion des Spannfüßers geprüft werden.

Zwei wichtige Punkte sind:

- **Spannkraft:** Bei max. Betätigungskraft/Druck muss die für das Spannmittel angegebene Spannkraft (+15%) erreicht werden.
- **Hubkontrolle:** Der Hub des Spannkolbens muss in der vorderen und hinteren Endlage einen Sicherheitsbereich aufweisen. Die Maschinenspindel darf erst anlaufen, wenn der Spannkolben den Sicherheitsbereich durchfahren hat. Für die Spannwegüberwachung dürfen nur Grenztafter eingesetzt werden, die den Anforderungen für Sicherheitsgrenztafter nach VDE 0113 / 12.73 Abschnitt 7.1.3 entsprechen.

1.2 Verletzungsgefahren

Aus technischen Gründen kann diese Baugruppe teilweise aus scharfkantigen Einzelteilen bestehen. Um Verletzungsgefahren vorzubeugen, ist bei daran vorzunehmenden Tätigkeiten mit besonderer Vorsicht vorzugehen!

1.2.1 Eingebaute Energiespeicher

Bewegliche Teile, die mit Druck-, Zug-, sonstigen Federn oder mit anderen elastischen Elementen vorgespannt sind, stellen durch die darin gespeicherte Energie ein Gefahrenpotential dar. Dessen Unterschätzung kann zu schweren Verletzungen durch unkontrollierbare, geschossartig umherfliegende Einzelteile führen. Bevor weitere Arbeiten durchgeführt werden können, ist diese gespeicherte Energie abzubauen. Spanneinrichtungen, die zerlegt werden sollen, sind deshalb mit Hilfe der zugehörigen Zusammenstellungszeichnungen auf derartige Gefahrenquellen hin zu untersuchen.

Sollte das „Entschärfen“ dieser gespeicherten Energie nicht gefahrlos möglich sein, muss die Demontage von autorisierten Mitarbeitern der Firma RÖHM GmbH durchgeführt werden.

1.2.2 Die maximal zulässige Drehzahl

Die max. zulässige Drehzahl darf nur bei eingeleiteter max. zulässiger Betätigungskraft und bei einwandfrei funktionierenden Spannfuttern eingesetzt werden. Eine Nichtbeachtung dieses Grundsatzes kann zu einem Verlust der Restspannkraft und in Folge dessen zu herausschleudernden Werkstücken mit entsprechendem Verletzungsrisiko führen. Bei hohen Drehzahlen darf die Spanneinrichtung nur unter einer ausreichend dimensionierten Schutzhaube eingesetzt werden.

1.2.3 Überschreiten der zulässigen Drehzahl

Diese Einrichtung ist für umlaufenden Einsatz vorgesehen. Fliehkräfte - hervorgerufen durch überhöhte Drehzahlen bzw. Umfangsgeschwindigkeiten - können bewirken, dass sich Einzelteile lösen und dadurch zur potentiellen Gefahrenquelle für in der Nähe befindliche Personen oder Gegenstände werden. Zusätzlich kann bei Spannmitteln, die nur für niedrigere Drehzahlen zugelassen sind, aber mit höheren Drehzahlen gefahren werden, Unwucht auftreten, welche sich nachteilig auf die Sicherheit und evtl. das Bearbeitungsergebnis auswirkt.

Der Betrieb mit höherer, als den für diese Einrichtung vorgesehene Drehzahlen ist aus o.g. Gründen nicht zulässig. Die max. Drehzahl und Betätigungskraft/-druck sind auf dem Körper eingraviert und dürfen nicht überschritten werden. Das heißt, die Höchstdrehzahl der vorgesehenen Maschine darf dementsprechend auch nicht höher als die der Spanneinrichtung sein und ist daher zu begrenzen.

Selbst eine einmalige Überschreitung von zulässigen Werten kann zu Schäden führen und eine verdeckte Gefahrenquelle darstellen, auch wenn diese zunächst nicht erkennbar ist. In diesem Fall ist unverzüglich der Hersteller zu informieren, damit dieser eine Überprüfung der Funktions- und Betriebssicherheit durchführen kann. Nur so kann der weitere sichere Betrieb der Spanneinrichtung gewährleistet werden.

1.2.4 Unwucht

Restrisiken können durch einen unzureichenden Rotationsausgleich entstehen, siehe § 6.2 Nr. e) EN 1550. Dies gilt insbesondere bei hohen Drehzahlen, bei Bearbeitung von asymmetrischen Werkstücken oder bei Verwendung unterschiedlicher Aufsatzbacken.

Um daraus entstehende Schäden zu verhindern, ist das Futter mit Werkstück möglichst dynamisch entsprechend der DIN ISO 21940 zu wuchten.

1.2.5 Berechnung der erforderlichen Spannkräfte

Die erforderlichen Spannkräfte bzw. die für das Futter zulässige Höchstdrehzahl für eine bestimmte Bearbeitungsaufgabe sind entsprechend der Richtlinie VDI 3106 - Ermittlung der zulässigen Drehzahl von Drehfuttern (Backenfuttern) - zu ermitteln. Sind erforderliche Sonderspanneinsätze aus konstruktiven Gründen schwerer oder größer als die dem Spannmittel zugeordneten Spann-

einsätze, so sind die damit verbundenen höheren Fliehkräfte bei der Festlegung der erforderlichen Spannkraft und zulässigen Drehzahl zu berücksichtigen. Siehe auch **Richtdrehzahl und Spannkraftberechnung** [▶ 13].

1.2.6 Einsatz anderer/weiterer Spannsätze/Werkstücke

Für den Einsatz von Spanneinsätzen bzw. Werkstücken ist grundsätzlich die Richtlinie VDI 3106 - Ermittlung der zulässigen Drehzahl von Drehfuttern (Backenfuttern) - heranzuziehen. Siehe auch **Richtdrehzahl und Spannkraftberechnung** [▶ 13].

- a) Benutzung anderer/weiterer Spanneinsätze
Sollen andere Spanneinsätze eingesetzt werden, als für diese Spanneinrichtung vorgesehen sind, muss ausgeschlossen werden, dass das Futter mit einer zu hohen Drehzahl und somit mit zu hohen Fliehkräften betrieben wird. Es besteht sonst das Risiko, dass das Werkstück nicht ausreichend gespannt wird. Grundsätzlich ist deshalb eine Rücksprache mit dem Futterhersteller bzw. dem jeweiligen Konstrukteur erforderlich.
- b) Gefährdung durch Herausschleudern
Um den Bediener vor herausschleudernden Teilen zu schützen, muss nach DIN EN ISO 23125 eine trennende Schutzeinrichtung an der Werkzeugmaschine vorhanden sein. Deren Widerstandsfähigkeit wird in sog. Widerstandsklassen angegeben. Sollen neue Spannsätze auf der Maschine in Betrieb genommen werden, so ist zuvor die Zulässigkeit zu prüfen. Hierunter fallen auch vom Anwender selbst gefertigte Spannsätze bzw. Spannsatzteile. Einfluss auf die Zulässigkeit haben die Widerstandsklasse der Schutzeinrichtung, die Massen der evtl. wegschleudernden Teile (ermittelt durch berechnen oder wiegen), der max. mögliche Futterdurchmesser (messen), sowie die max. erreichbare Drehzahl der Maschine. Um die mögliche Aufprallenergie auf die zulässige Größe zu reduzieren, müssen die zulässigen Massen und Drehzahlen ermittelt (z.B. beim Maschinenhersteller nachgefragt) und ggf. die max. Drehzahl der Maschine begrenzt werden. Grundsätzlich jedoch sind die Spannsatzteile (z.B. Aufsatzbacken, Werkstückauflagen, Planspannpratzen usw.) so leichtgewichtig wie möglich zu konstruieren.
- c) Spannen anderer/weiterer Werkstücke
Sind für diese Spanneinrichtung spezielle Spannsätze (Backen, Spanneinsätze, Anlagen, Ausrichtelemente, Lagefixierungen, Spitzen usw.) vorgesehen, so dürfen mit diesen ausschließlich diejenigen Werkstücke in der Weise gespannt werden, für welche die Spannsätze ausgelegt wurden. Wird dies nicht beachtet, so können durch ungenügend Spannkraft oder ungünstige Spannstellenplatzierungen Sach- und Personenschäden verursacht werden. Sollen deshalb weitere bzw. ähnliche Werkstücke mit dem gleichen Spannsatz gespannt werden, so ist dazu die schriftliche Genehmigung des Herstellers erforderlich.

1.2.7 Spannkraftkontrolle/Spanneinrichtungen ohne permanente Druckzufuhr

- a) Spannkraftkontrolle (allgemein)
Gemäß § 6.2 Nr. d) EN 1550 müssen statische Spannkraftmessvorrichtungen verwendet werden, um den Wartungszustand in regelmäßigen Zeitabständen gemäß den Wartungsanleitungen zu überprüfen. Danach muss nach ca. 40 Betriebsstunden - unabhängig von der Spannfrequenz - eine Spannkraftkontrolle erfolgen. Falls erforderlich, sind dazu spezielle Spannkraftmessbacken oder -vorrichtungen (Druckmessdosen) zu verwenden.
- b) Spannkraftkontrolle (speziell)
Hydraulikversorgungen vor allem mit großen Leitungsquerschnitten bergen die Gefahr, dass aufgrund dynamischer Effekte der Spitzendruck - und damit auch die Betätigungskraftspitze - wesentlich höher ist als der eingestellte Druck. Dies kann zur mechanischen Überlastung der Bauteile führen. Daher ist bei Inbetriebnahme die tatsächlich erreichte Spannkraftsumme zu messen. Der Druck darf nur so hoch eingestellt werden, dass die auf der Zeichnung oder in der Betriebsanleitung angegebene max. Spannkraftsumme (im Stillstand) nicht überschritten wird.
- c) Spanneinrichtungen ohne permanente Druckzufuhr
Es gibt Spanneinrichtungen, bei denen während des Betriebes die hydraulische oder pneumatische Verbindung zur Druckquelle unterbrochen wird (z.B. bei LVE / HVE). Dadurch kann es zu einem allmählichen Druckabfall kommen. Die Spannkraft kann dabei soweit abnehmen, dass das Werkstück nicht mehr ausreichend gespannt ist. Um diesen Druckverlust auszugleichen, muss aus Sicherheitsgründen alle 10 Minuten der Spanndruck für mindestens 10 Sekunden aktiviert werden. Dies gilt ebenfalls nach längeren Betriebspausen, z. B. wenn die Bearbeitung während der Nacht unterbrochen und erst am nächsten Morgen fortgesetzt wird.

Empfohlenes Spannkraft-Messsystem F-SENSO CHUCK (nur für Außenspannkraftmessung)

F-SENSO CHUCK. Id.-Nr. 179800

1.2.8 Festigkeit des zu spannenden Werkstücks

Um ein sicheres Spannen des Werkstücks bei den auftretenden Bearbeitungskräften zu gewährleisten, muss der eingespannte Werkstoff eine der Spannkraft angemessene Festigkeit haben und darf nur geringfügig kompressibel sein.

Nichtmetalle wie z. B. Kunststoffe, Gummi usw. dürfen nur mit schriftlicher Genehmigung durch den Hersteller gespannt und bearbeitet werden!

1.2.9 Quetschgefahr

Die Spanneinrichtung führt plötzliche und z. T. erhebliche **axiale und/oder radiale** Bewegungen innerhalb von kurzen Zeiten mit teilweise hohen Kräften aus.

Grundsätzlich muss deshalb bei **Montage- und Einrichtearbeiten oder bei manueller Werkstückbeladung** die zur Spanneinrichtungsbetätigung vorgesehene Antriebseinrichtung ausdrücklich ausgeschaltet werden.

Sollte allerdings im Einrichtebetrieb auf die Verfahrbewegung nicht verzichtet werden können, so muss bei Verfahrwegen **größer als 4 mm und/oder bei kleinstmöglichen Spalten unter 25 mm**

- eine fest- oder vorübergehend angebaute Werkstückhaltevorrichtung (z. B. Prisma) an der Vorrichtung montiert sein,

oder

- eine unabhängig betätigte eingebaute Haltevorrichtung (z. B. zusätzlich manuell betätigbare Zentrierbacken bei Zentrier- und Planspannfuttern) vorhanden sein,

oder

- eine Werkstück-Beladehilfe (z. B. Ladestock) vorgesehen werden,

oder

- eine Verlangsamung der Verfahrbewegung (z. B. durch Drosselung der Hydraulikversorgung) auf Verfahrgeschwindigkeiten von **nicht größer als 2m/min ist (Vorgabe analog zu DIN EN ISO 23125:2015-04)** eingestellt werden.

Die Art der Einrichtehilfsvorrichtung hängt grundsätzlich von der verwendeten Bearbeitungsmaschine ab und ist gegebenenfalls gesondert zu beschaffen!

Der Maschinenbetreiber hat dafür zu sorgen, dass jegliche Gefährdung von Personen aufgrund der Verfahrbewegung ausgeschlossen ist. Zu diesem Zweck können auch 2-Hand-Betätigungen oder - noch besser - entsprechende trennende Schutzvorrichtungen vorgesehen werden.

1.2.10 Befestigung und Austausch von Schrauben

DE

Werden Schrauben ausgetauscht oder gelöst, kann mangelhafter Ersatz oder mangelhafte Befestigung zu Gefährdungen für Personen und Gegenständen führen. Deshalb muss bei allen Befestigungsschrauben grundsätzlich das vom Hersteller der Schraube empfohlene und der Schraubengröße entsprechende Anzugsmoment angewendet werden.

Für **Zylinderkopfschrauben** der gängigen Größen M3 – M24 der Festigkeitsklassen 8.8, 10.9 und 12.9 gilt folgende Anzugsmomententabelle:

Anzugsmomente in Nm

| Festigkeitsklasse | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|-------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 8.8 | 1,27 | 3,0 | 5,9 | 10,1 | 24,6 | 48 | 84 | 133 | 206 | 295 | 415 | 567 | 714 |
| 10.9 | 1,79 | 4,6 | 8,6 | 14,9 | 36,1 | 71 | 123 | 195 | 302 | 421 | 592 | 807 | 1017 |
| 12.9 | 2,14 | 5,1 | 10 | 17,4 | 42,2 | 83 | 144 | 229 | 354 | 492 | 692 | 945 | 1190 |



Die Tabellenwerte gelten **nicht** bei ausdrücklich anderweitig angegebenen Anzugsmomenten!

Bei Ersatz der Originalschrauben ist die Festigkeitsklasse nach Vorgabe des Herstellers zu verwenden. Bei Befestigungsschrauben für Spannmittel, Spanneinsätze, Aufsatzbacken, Festanlagen, vorgespannte Deckel, Ausgleichsmassen und vergleichbare Elemente ist grundsätzlich die Festigkeitsklasse 12.9 einzusetzen.

Alle Befestigungsschrauben, welche aufgrund ihres Verwendungszwecks öfter gelöst und anschließend wieder festgezogen werden müssen (z. B. wegen Umrüstarbeiten), sind im halbjährlichen Rhythmus im Gewindebereich und an der Kopfanlagefläche mit Gleitmittel (Fettpaste) zu beschichten.

Durch äußere Einflüsse, wie z. B. Vibrationen, können sich unter ungünstigen Umständen selbst fest angezogene Schrauben lösen. Um dies zu verhindern, müssen alle sicherheitsrelevanten Schrauben (Spannmittelbefestigungsschrauben, Spannsatzbefestigungsschrauben, u. ä.) in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert und ggf. nachgezogen werden. Bei erheblicher mechanischer Belastung kann dies bis zu täglich oder mehrmals wöchentlich erforderlich sein.

1.2.11 Instandhaltungsarbeiten

Die Zuverlässigkeit der Spanneinrichtung kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Wartungsvorschriften der Betriebsanleitung genau befolgt werden. Im Besonderen ist zu beachten:

- Für das Abschmieren soll das in der Betriebsanleitung empfohlene Schmiermittel verwendet werden. (Ungeeignetes Schmiermittel kann die Spannkraft um mehr als 50% verringern).

- Beim manuellen Abschmieren sollen alle zu schmierenden Flächen erreicht werden. (Die engen Passungen der Einbauteile erfordern einen hohen Einpressdruck. Es ist deshalb ggf. eine Hochdruckfettpresse zu verwenden).
- Zur günstigen Fettverteilung bei manueller Schmierung: die intern bewegten Teile mehrmals bis zu ihren Endstellungen durchfahren, nochmals abschmieren, anschließend Spannkraft kontrollieren.
- Zur günstigeren Schmiermittelverteilung bei Zentralschmierung sollten die Schmierimpulse in die Offenstellungsphase des Spannmittels fallen.

Die Spannkraft muss vor Neubeginn einer Serienarbeit und zwischen den Wartungsintervallen mit einer Spannkraftmesseinrichtung kontrolliert werden. „Nur eine regelmäßige Kontrolle gewährleistet eine optimale Sicherheit“. Es ist vorteilhaft, nach spätestens 500 Spannhüben die internen bewegten Teile mehrmals bis zu ihren Endstellungen durchzufahren. (Weggedrücktes Schmiermittel wird dadurch wieder an die Druckflächen herangeführt. Die Spannkraft bleibt somit für längere Zeit erhalten).

1.2.12 Kollision

Nach einer Kollision des Spannmittels muss dieses vor erneutem Einsatz einer sachkundigen und qualifizierten Rissprüfung unterzogen werden.

1.2.13 Austausch von Nutensteinen

Sind die Aufsatzbacken durch einen Nutenstein mit der Grundbacke verbunden, so darf dieser nur durch einen ORIGINAL RÖHM-Nutenstein ersetzt werden.

1.3 Umweltgefahren

1. Stoffe

Zum Betrieb einer Spanneinrichtung werden z. T. die unterschiedlichsten Medien für Schmierung, Kühlung etc. benötigt. Alle Betriebsstoffe werden in der Regel entweder intern über das Betätigungselement oder von außen zugeführt. Beim Umgang mit dem Spannmittel muss sorgfältig auf diese Medien geachtet werden, damit sie nicht in die Umwelt gelangen können; **Achtung Umweltgefährdung!**

Dies gilt insbesondere

- während der Montage/Demontage, da sich in den Leitungen, Kolbenräumen bzw. Ölablassschrauben noch Restmengen befinden,
- für poröse, defekte oder nicht fachgerecht montierte Dichtungen,
- für Betriebsstoffe, welche aus konstruktiven Gründen während des Betriebs aus dem Spannmittel austreten bzw. herausschleudern oder ausgespült werden.

Diese austretenden Stoffe müssen daher aufgefangen und wieder verwendet oder den einschlägigen Vorschriften entsprechend entsorgt werden!

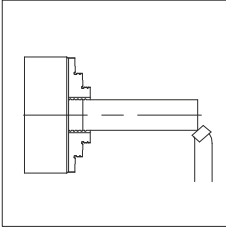
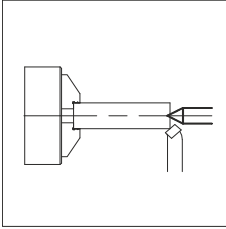
2. Lärm

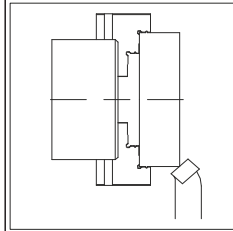
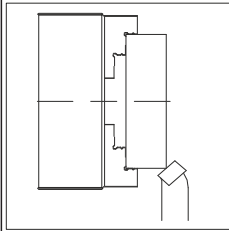
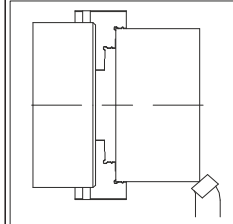
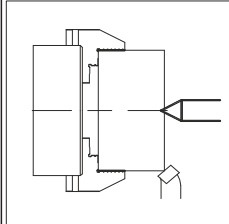
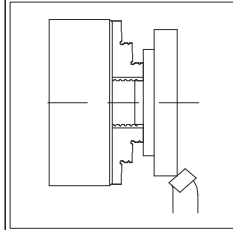
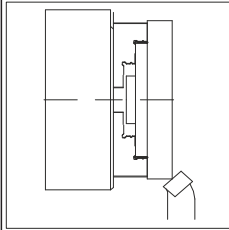
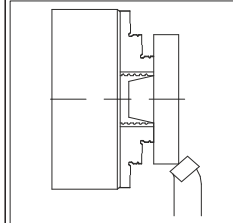
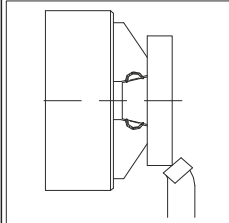
Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Betrieb von rotierenden Baugruppen Schallemissionen freisetzt. Diese können in der Regel erstmals während der Inbetriebnahme festgestellt werden.

Sollten sich diese Emissionen nicht durch konstruktive Maßnahmen an der Spanneinrichtung oder fertigungstechnische Maßnahmen beseitigen lassen, muss vom Hersteller oder Betreiber der Maschine ggf. eine geeignete Schalldämmung an der Maschine vorgesehen werden.

1.4 Sicherheitstechnische Anforderungen an kraftbetätigte Spanneinrichtungen

- Die Maschinenspindel darf erst anlaufen, wenn der Spanndruck im Spannzylinder aufgebaut ist und die Spannung im zulässigen Arbeitsbereich erfolgt ist.
- Das Lösen der Spannung darf nur bei Stillstand der Maschinenspindel erfolgen können. Eine Ausnahme ist dann zulässig, wenn der gesamte Ablauf ein Laden/Entladen im Lauf vorsieht und falls die Konstruktion von Verteiler/Zylinder dies erlaubt.
- Bei Ausfall der Spannenergie muss ein Signal die Maschinenspindel unverzüglich stillsetzen.
- Bei Ausfall der Spannenergie muss das Werkstück bis zum Spindelstillstand fest eingespannt bleiben.
- Bei Stromausfall und anschließender -wiederkehr darf keine Änderung der momentanen Schaltstellung erfolgen können.

| Falsch | Richtig |
|---|---|
| <p>Zu kurze Einspannlänge, zu lange Auskraglänge</p>  | <p>Zusätzliche Abstützung über Spitze oder Lünette</p>  |

| Falsch | Richtig |
|---|---|
| <p data-bbox="147 167 352 199">Spann-Ø zu groß</p>  | <p data-bbox="588 167 896 199">Größeres Futter einsetzen</p>  |
| <p data-bbox="147 443 571 502">Werkstück zu schwer und Spannstufe zu kurz</p>  | <p data-bbox="588 443 1008 502">Abstützung über Spitze, Spannstufe verlängert</p>  |
| <p data-bbox="147 751 386 790">Zu kleiner Spann- Ø</p>  | <p data-bbox="588 751 1041 790">Spannen am größtmöglichen Spann- Ø</p>  |
| <p data-bbox="147 1034 560 1093">Werkstücke mit Guss bzw. Schmiedeneigungen</p>  | <p data-bbox="588 1034 935 1069">Spannen mit Pendeleinsätzen</p>  |

2 Richtdrehzahl und Spannkraftberechnung

2.1 Kraftbetätigte Spanneinrichtungen

2.1.1 Richtdrehzahl

Beim Einsatz von Spannbacken sind nachfolgende Regeln zu beachten:

- Die Spannbacken sollten so leicht und so niedrig wie möglich gestaltet werden. Der Spannungspunkt sollte möglichst nahe an der Futter-Vorderseite liegen (Spannpunkte mit größerem Abstand verursachen in der Backenführung höhere Flächenpressung und können die Spannkraft wesentlich verringern).
- Sind die Sonderbacken aus konstruktiven Gründen breiter und/oder höher als die dem Spannungsmittel zugeordneten Stufenbacken, so sind die damit verbundenen höheren Fliehkräfte bei der Festlegung der erforderlichen Spannkraft und der Richtdrehzahl zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung der Richtdrehzahl für eine bestimmte Bearbeitungsaufgabe gilt folgende Formel:

$$n_{\max.} = \sqrt{\frac{F_{\text{spo}} - F_{\text{spz}}}{m \cdot r_c \cdot a}} \cdot \frac{30}{\pi}$$

F_{spo} = Ausgangsspannkraft des Futters im Stillstand (N)

F_{spz} = Erforderliche Spannkraft des Futters für eine bestimmte Bearbeitungsaufgabe (N)

$n_{\max.}$ = max. Drehzahl (min^{-1})

m = Masse der kompletten Backeneinheit (kg) (Grund- und Aufsatzbacke)

r_c = Schwerpunktradius der kompletten Backeneinheit (m)

a = Anzahl der Backen

- Geschweißte Ausführungen möglichst vermeiden. Gegebenenfalls müssen die Schweißnähte in Bezug auf die Fliehkraft- und Spannkraftbelastung überprüft werden.
- Die Befestigungsschrauben sind so anzuordnen, dass ein möglichst großes Wirkmoment erreicht wird.

2.1.2 Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfeeders

Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Kraftspannfeeders zum Bearbeiten von Werkstücken und der dazu notwendigen Betätigungskraft

- Errechnung der erforderlichen Spannkraft F_{spz} (ohne Einfluss der Drehzahl) unter Zugrundelegung der Bearbeitungsaufgabe (Arbeitsvorgang).
- Festlegen der Ausgangs-Spannkraft F_{spo} des Feeders bei stillstehender Spindel (unter Berücksichtigung der Backenfliehkräfte).
- Festlegen der für die Ausgangs-Spannkraft F_{spo} erforderlichen Betätigungskraft.

Definition der Spannkraft

Die fortschreitende Entwicklung in der Zerspanungstechnik macht es aus Gründen der Arbeitssicherheit erforderlich, dass außer der Ermittlung der **erforderlichen Spannkraft** auch die Veränderungen derselben bei zunehmenden Drehzahlen erkannt und beachtet werden.

Die beim Zerspanen auftretenden Kräfte und Momente müssen vom Futter einwandfrei aufgenommen und übertragen werden. Das Futter übernimmt diese Aufgabe vorwiegend mit der in ihm **erzeugten Spannkraft**:

Die Spannkraft ist die arithmetische Summe der von den Backen radial auf das Werkstück ausgeübten Kräfte. Die im Stillstand des Feeders erzeugte Ausgangsspannkraft F_{spo} kann jederzeit gemessen werden und ist damit kontrollierbar (in den Spannkraft-Betätigungsdiagrammen mit „Gesamtspannkraft“ bezeichnet). Die im Katalog gebrachten Angaben beziehen sich nur auf Futter in vollkommen einwandfrei abgeschmiertem und gepflegtem Zustand.

Beim Bearbeitungsvorgang treten viele Einflussfaktoren an der Spannstelle auf. Eine genaue Erfassung derselben in verbindliche Tabellenwerte zum Zweck einer universellen Anwendung ist in diesem Rahmen nicht möglich.

In den meisten Fällen genügt in der Praxis die Anwendung vereinfachter Formeln, in denen die grundsätzlich bestimmenden Faktoren eingebaut sind (Grobrechnung).

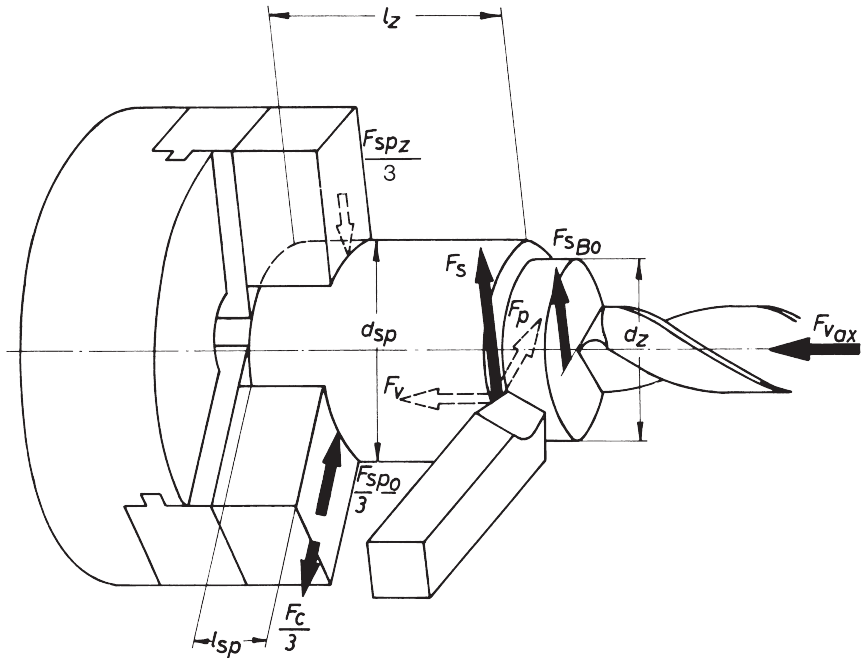


Abb. 1: Kräfte und Momente an der Bearbeitungs- und Spannstelle

F_s = Hauptschnittkraft am radial angreifenden Werkzeug

F_{sBo} = Schnittkraft am axial angreifenden Werkzeug (Bohrer)

F_{vax} = Vorschubkraft am axial angreifenden Werkzeug

F_{spz} = erforderliche Gesamt-Spannkraft (ohne Einfluss der Drehzahl)

F_c = Fliehkraft der Backen / = Spannkraftverlust (ersichtlich aus dem Spannkraft-Drehzahl-Diagramm der einzelnen Futtertypen).

F_{spo} = Ausgangsspannkraft (gesamt) im Stillstand des Futters

l_z = Abstand Zerspanstelle - Spannstelle

d_z = Zerspandurchmesser

d_{sp} = Spanndurchmesser

l_{sp} = Einspannlänge

2.1.3 Drehen

Zu a) „Errechnung der erforderlichen Spannkraft F_{spz} “ (siehe **Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfutters [► 14]**)

Die erforderliche Spannkraft ermittelt sich aus der Bearbeitungsaufgabe.

Die Schnittkraft am Drehmeißel ergibt drei Komponenten:

Hauptschnittkraft F_s - Vorschubkraft F_v - Passivkraft F_p .

Beim Drehvorgang wird die Vorschubkraft F_v und die Passivkraft F_p vorwiegend durch Plananlage des Werkstückes an den Backen aufgenommen. Die verbleibende Hauptschnittkraft erzeugt beim Drehen ein Moment ($F_s \times d_z/2$), welches vom Futter durch Reibwirkung an der Einspannstelle aufgenommen und übertragen werden muss.

Das beim Drehen durch die Hauptschnittkraft erzeugte Moment bestimmt die erforderliche Spannkraft.

$$F_{spz} = \frac{F_s - S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} \quad (1)$$

Hierin ist:

F_{spz} = Erforderliche Spannkraft im Stillstand des Futters für eine bestimmte Bearbeitungsaufgabe

F_s = Hauptschnittkraft

$$\text{Spannverhältnis } \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{Zerspan-}\emptyset \text{ (Bearbeitungs-}\emptyset\text{)}}{\text{Spann-}\emptyset}$$

μ_{sp} = Spannbeiwert (Reibwert Backe – Werkstück)

S_z = Sicherheitsfaktor

In dieser Formel sind die Komponenten „Vorschubkraft F_v “ und „Passivkraft F_p “ nicht eingegeben. Sie werden, falls in extremen Fällen erforderlich, im Sicherheitsfaktor S_z mit berücksichtigt

Die Hauptschnittkraft F_s errechnet sich aus Vorschub, Schnitttiefe und Werkstoff.

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c \quad (2)$$

Hierin ist:

s = Vorschub mm/Umdr.

t = Schnitttiefe mm

k_c = Spez. Schnittkraft kN/mm²

Das Produkt: $s \times t$ (Vorschub x Schnitttiefe) = Spanquerschnitt (ist Tabelle 1 zu entnehmen)

| Schnitttiefe t (mm) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Vorschub (mm) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0,16 | | | | 0,8 | 0,96 | 1,12 | 1,28 | 1,44 | 1,6 | 1,92 | 0,16 |
| 0,20 | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 0,20 |
| 0,25 | | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 3,0 | 0,25 |
| 0,32 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,6 | 1,96 | 2,24 | 2,56 | 2,88 | 3,2 | 3,84 | 0,32 |
| 0,40 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,8 | 0,40 |
| 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 0,50 |
| 0,63 | 1,26 | 1,89 | 2,52 | 3,15 | 3,78 | 4,41 | 5,04 | 5,67 | 6,3 | 7,56 | 0,63 |
| 0,80 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,2 | 8,0 | 9,6 | 0,80 |
| 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 1,0 |
| 1,25 | 2,5 | 3,75 | 5,0 | 6,25 | 7,5 | 8,75 | 10,0 | 11,25 | 12,5 | 15,0 | 1,25 |
| 1,60 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8,0 | 9,6 | 11,2 | 12,8 | 14,4 | 16,0 | 19,2 | 1,60 |

 Tab. 1: Ermittlung des Spanquerschnittes (mm²)

Die spezifische Schnittkraft k_c in Abhängigkeit vom Vorschub ist Tabelle 2 zu entnehmen.

| Spezifische Schnittkraft k_c bei Vorschub s und Einstellwinkel 45° | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|--|
| Werkstoff | | Festigkeit B kN/mm ² | Vorschub s (mm) | | | | | | |
| | | | 0,16 | 0,25 | 0,4 | 0,63 | 1,0 | 1,6 | |
| Stähle | St 42 (1.0130) | sino 0,50 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 | |
| | St 50-2 (1.0050) | 0,52 | 3,50 | 3,10 | 2,75 | 2,45 | 2,15 | 1,95 | |
| | St 60-2 (1.0060) | 0,62 | 3,05 | 2,80 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 | |
| | C 45 (1.0503) | 0,67 | | | | | | | |
| | C 60 (1.0601) | 0,77 | | | | | | | |
| | St 70-2 (1.0070) | 0,72 | 4,35 | 3,80 | 3,30 | 2,90 | 2,50 | 2,20 | |
| | 18CrNi8 (1.5920) | 0,63 | | | | | | | |
| | 42CrMo4 (1.7225) | 0,73 | 4,35 | 3,90 | 3,45 | 3,10 | 2,75 | 2,45 | |
| | 16MnCr5 (1.7131) | 0,77 | 3,75 | 3,30 | 2,95 | 2,60 | 2,30 | 2,05 | |
| | Mn, CrNi | 0,85-1,00 | 3,70 | 3,40 | 3,10 | 2,80 | 2,55 | 2,35 | |
| Mn-Hartstahl | | 5,40 | 4,90 | 4,40 | 4,00 | 3,60 | 3,30 | | |
| Eisen-Guss-Werkstoff | GE 240 (GS-45) | 0,30-0,50 | 2,30 | 2,10 | 1,95 | 1,80 | 1,70 | 1,60 | |
| | GE 260 (GS-52) | 0,50-0,70 | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 | |
| | EN-GJL-160 (GG 16) | HB 2,00 | 1,50 | 1,35 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | |
| | EN-GJL-250 (GG 25) | HB 2,00-2,50 | 2,05 | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 | 1,15 | |

Spezifische Schnittkraft k_c bei Vorschub s und Einstellwinkel 45°

| | | | | | | | | |
|------------|------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| NE-Metalle | Gussbronze | | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | Rotguss | | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |
| | Messing | HB 0,80-1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| | Al-Guss | 0,30-0,422,60 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |

 Tab. 2: Spezifische Schnittkraft k_c (kN/mm²)

$$\frac{d_z}{d_{sp}}$$

Das Spannerhältnis $\frac{d_z}{d_{sp}}$ ist aus den gegebenen Arbeitsbedingungen selbst zu bestimmen. Es kann auch Tabelle 3 benutzt werden.

| | | Zerspan-Ø d_z (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Spann-Ø d_{sp} (mm) | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| | 20 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | | | | | | | | | | |
| 40 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,8 | | | | | | | | | |
| 60 | 0,33 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,5 | 3,3 | 4,2 | | | | | | | |
| 80 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 2,5 | 3,1 | 3,8 | 4,4 | | | | | |
| 100 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | | | | |
| 150 | 0,13 | 0,27 | 0,4 | 0,53 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 1,3 | 2,7 | 3,3 | 4,0 | | |
| 200 | | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 250 | | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 |
| 300 | | | 0,2 | 0,27 | 0,33 | 0,5 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,7 |
| 350 | | | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,43 | 0,57 | 0,72 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,3 |
| 400 | | | | 0,2 | 0,25 | 0,38 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 |
| 500 | | | | 0,16 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| 600 | | | | | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 |
| 700 | | | | | | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,5 | 0,57 | 0,71 | 0,86 | 1,0 | 1,1 |
| 800 | | | | | | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,44 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 |

Tab. 3: Spannerhältnis

Der Spannerwert μ_{sp} ist der Reibwert in der Berührungszone zwischen Backenspannfläche und Werkstück. Er ist abhängig von der Ausführung

- der Backenspannfläche
- der Werkstück-Oberfläche
- dem Werkstoff.

Der Spannerwert kann Tabelle 4 entnommen werden.



Zum Übertragen von Kräften eignet sich der sogenannte Passsitz besser als der Kanten- bzw. Sattelsitz.

| Werkstück-Oberfläche | glatt | Backenspannfläche Pflasterstein-Verzahnung | Spitzverzahnung |
|------------------------------|--|---|-----------------|
| feingeschlichtet geschliffen | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| geschlichtet bis geschruppt | 0,10 | 0,20 | 0,35 |
| roh, bzw. unbearbeitet | 0,15 | 0,30 | 0,45 |
| Korrekturwerte: | Al, Legierungen = 0,95, Ms = 0,90, GG = 0,80 | | |

Tab. 4: Spannbeiwert μ_{sp} für Werkstücke aus Stahl

Sicherheitsfaktor S_z

Die Größe des Sicherheitsfaktors S_z richtet sich nach der Genauigkeit, mit der die Einflussgrößen wie Belastung, Spannbeiwert usw. ermittelt werden können und nach der Höhe der geforderten Sicherheit.

Er soll in jedem Fall möglichst ≥ 2 sein.

| Einflussmerkmale | Sicherheitsfaktor S_z | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|
| | neue Futter | ältere Futter (regelmäßig gewartet) |
| a) fliegende Einspannung $l_z \leq dsp$ b) keine radiale Abstützung durch den Reitstock c) Werkzeug greift radial an d) keine axiale Anlage des Werkstückes an den Backen e) Verhältnis Einspannlänge zu Abstand Zerspannstelle – Spannstelle $\frac{l_z}{l_{sp}} \leq 3$ | $\geq 2,0$ | $\geq 2,4$ |
| $6 \geq \frac{l_z}{l_{sp}} \geq 3$ | $\geq 4,0^*$ | $\geq 4,8^*$ |

Tab. 5: Sicherheitsfaktor S_z (Richtwert)

* Die Sicherheitsfaktoren können niedriger angesetzt werden, wenn das Werkstück im Reitstock abgestützt wird bzw. axial an den Backen anliegt.

Überlagerungen von Wechselkräften sind vernachlässigt, da deren Einfluss, bezogen auf den Gesamtbedarf, sehr gering ist. Voraussetzungen für die Anwendung der Sicherheitsfaktoren sind:

Ein einwandfreier Futterzustand, keine Beschädigungen, Futter ausreichend gefettet (genaue Beachtung der Betriebsanleitung).

Folgende Belastungen der Werkstück-Einspannung wurden hier nicht erfasst:

- a) Unwuchtkräfte und -momente bei asymmetrischen Werkstücken
- b) Gewichtskraft des Werkstückes

Eine genaue Errechnung der erforderlichen Spannkraft aus der Zerspanungsaufgabe ist nach Angaben der VDI-Richtlinie 3106 möglich.

Zu beziehen durch: Beuth-Verlag GmbH, Kamekestraße 8, 50672 Köln

Zu b) (siehe **Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfutters** [► 14])

Die Spannkraft des umlaufenden Drehfutters wird bei hohen Drehzahlen sehr stark von den Backen-Fliehkräften beeinflusst. Diese Kräfte müssen bereits beim Festlegen der Ausgangsspannkraft F_{spo} berücksichtigt werden. Hieraus ergibt sich folgende Formel:

$$F_{\text{spo}} = S_{\text{SP}} \cdot (F_{\text{SPZ}} \pm F_{\text{C}})$$

Das (+) Zeichen gilt für Spannen von außen nach innen.

Das (-) Zeichen gilt für Spannen von innen nach außen.

Hierin ist:

F_{C} = experimentell ermittelte Gesamt-Fliehkraft der Spannbacken aus dem „Spannkraft-Drehzahl“- Diagramm

Hierin beziehen sich die Kennlinien der Spannkraft auf die jeweils zum Futter gehörenden harten Stufenbacken.

S_{sp} = Sicherheitsfaktor für die Ausgangsspannkraft nach VDI Richtlinie 3106 $\geq 1,5$

Beim Einsatz von überschweren Aufsatzbacken (Sonderbacken) können die Fliehkräfte F_{C} nach folgender Formel errechnet werden:

$$F_{\text{C}} = m \cdot r \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{900.000} \cdot \eta$$

Hierin ist:

m = Backenmasse kg

r = Schwerpunktradius der Backen cm

n = Drehzahl min^{-1}

F_{C} = Fliehkraft bei Drehzahl daN

η = Wirkungsgrad

η kann überschlägig mit $0,4 \leq \eta \leq 0,6$ angesetzt werden

Wird bei „ m “ die Masse aller Backen (Grund- mit Aufsatzbacken) eingesetzt, wird die Summe der Fliehkräfte errechnet.

Zu c) (siehe **Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfeeders** [► 14])

Die Betätigungskraft steht je nach Futter-Konstruktion in einem bestimmten Verhältnis zur Gesamtspannkraft. Die Werte der Betätigungskraft sind aus dem Spannkraft-Betätigungskraft-Diagramm zu entnehmen.

In Fällen, bei denen die Backenfliehkräfte im Verhältnis zu groß werden und die Kraftspannfutter mit den üblichen Aufsatz- backen nicht anwendbar sind, können auch bei bestimmten Arbeitsoperationen Aufsatzbacken aus Leichtmetall mit besonderer Festigkeit eingesetzt werden.

Berechnungsbeispiel

Gegeben:

1. Werkstück und Zerspanungsdaten:

| | | |
|---------------------------------|----------|--------------------------|
| Werkstoff | | = C 45 |
| Spann-Durchmesser (geschruppt): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Zerspan-Durchmesser: | d_z | = 20 mm Ø |
| Vorschub: | s | = 0,5 mm |
| Schnitttiefe: | t | = 5 mm |
| Abstand-Zerspan-Spannstelle: | l_z | = 50 mm |
| Drehzahl: | n | = 3000 min ⁻¹ |

2. Futterdaten

Kraftspannfutter KFD 200 Backen mit Pflastersteinverzahnung Futterzustand: neu (keine besonderen Einflussmerkmale) Spannen von außen mit Aufsatzbacken UB-538-04 in Stellung des mittleren Spannbereichs.

Gesucht:

- Erforderliche Spannkraft F_{spz} = erforderliche Gesamt-Spannkraft (ohne Einfluss der Drehzahl)
- Ausgangsspannkraft F_{spo} = Ausgangsspannkraft (gesamt) im Stillstand des Feeders
- Betätigungskraft

Rechengang

- Hauptschnittkraft (Formel 2)

$$s \cdot t = \text{aus Tabelle 1}$$

$$k_c = \text{aus Tabelle 2}$$

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,50 = 6,25 \text{ kN}$$

2. Erforderliche Spannkraft (Formel 1)

$$F_{\text{spz}} = \frac{F_s \cdot S_z}{\mu_{\text{sp}}} \cdot \frac{d_z}{d_{\text{sp}}} = \frac{6,25 \text{ kN} \cdot 2,0 \cdot 0,33}{0,20} \approx 21,00 \text{ kN}$$

Sicherheitsfaktor S_z aus Tabelle 5

Spannbeiwert μ_{sp} = aus Tabelle 4

Spannverhältnis $\frac{d_z}{d_{\text{sp}}}$ = aus Tabelle 3

3. Ablesen der Spannkraftverringderung aus dem „Spannkraft-Drehzahl-Diagramm“ für KFD 200, bei Drehzahl 3000 min^{-1} : $F_c = 18 \text{ kN}$. Diagramm siehe folgende Seite.
4. Ausgangs-Spannkraft $F_{\text{spo}} = S_{\text{sp}} \cdot (F_{\text{spz}} + F_c)$ (Formel 3) = $1,5 \cdot (21 \text{ kN} + 18 \text{ kN}) = 58,50 \text{ kN}$ S_{sp} nach VDI-Richtlinie 3106 F_c . Diagramm siehe folgende Seite.
5. Ablesen der Betätigungskraft aus dem „Spannkraft-Betätigungskraft-Diagramm“ für KFD 200 bei Spannkraft $58,50 \text{ kN} \sim 29,00 \text{ kN}$ Betätigungskraft. Diagramm siehe folgende Seite.

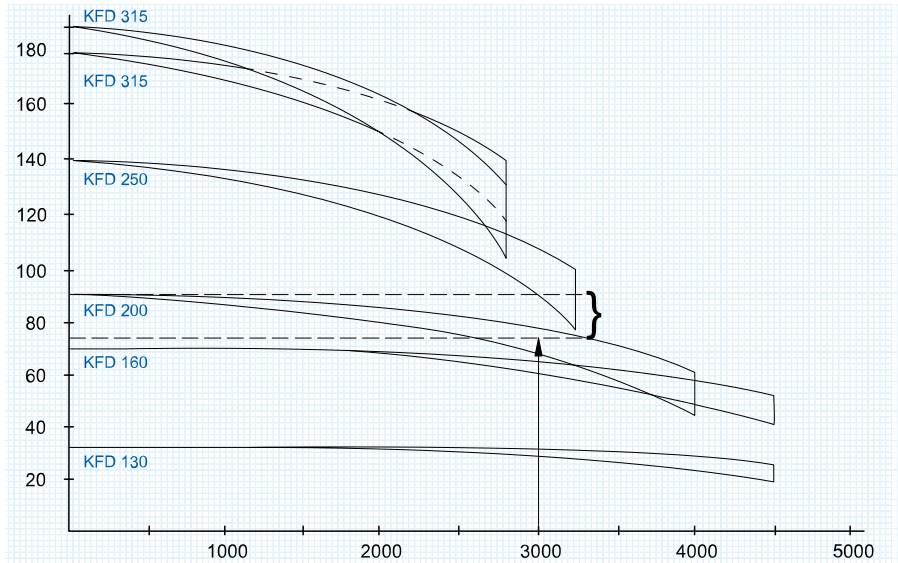
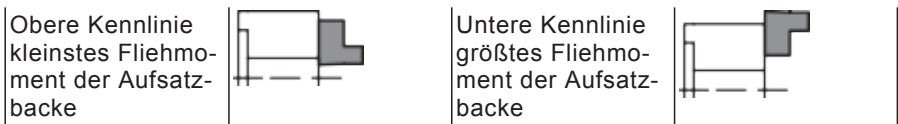


Abb. 2: Spannkraft/Drehzahl-Diagramm für KFD 3-Backen-Futter

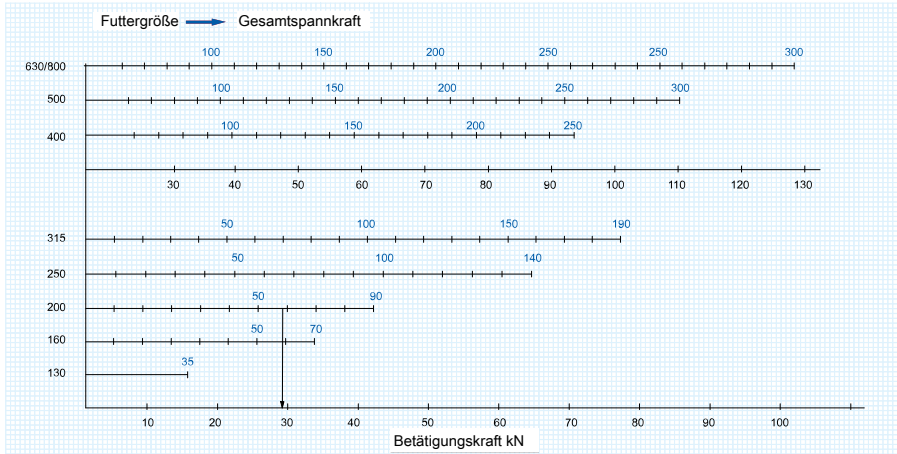


Abb. 3: Spannkraft-Betätigungskraft-Diagramm KFD 3-Backenausführung

2.1.4 Bohren

- Bohren ins Volle (Zweischneider - Spiralbohrer, Spitzenwinkel $\geq 120^\circ$) zu a) (siehe **Ermittlung der erforderlichen Spannkraft des Spannfutters** [► 14])

Die erforderliche Spannkraft ergibt sich aus der Arbeitsaufgabe. Die nachfolgend aufgeführte Errechnungsmöglichkeit gilt für das frei gespannte Werkstück, also keine Plananlage des Werkstücks an den Backen. Die hierbei auf das Werkstück wirkenden Komponenten Schnittkraft F_{sBo} und Vorschubkraft F_{vax} ergeben die spannkraftbestimmende Resultierende F_R .

Die Schnittkraft F_{sBo} errechnet sich aus:

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c \quad (4)$$

Hierin ist:

s = Vorschub mm/Umdr.

$$t = \text{Schnitttiefe mm} = \frac{\text{Bohrer-}\varnothing}{2}$$

k_c = Spezifische Schnittkraft kN/mm²

Die Vorschubkraft F_{vax} steht in einem bestimmten Verhältnis zur Schnittkraft und kann direkt aus Abbildung 4 abgelesen werden.

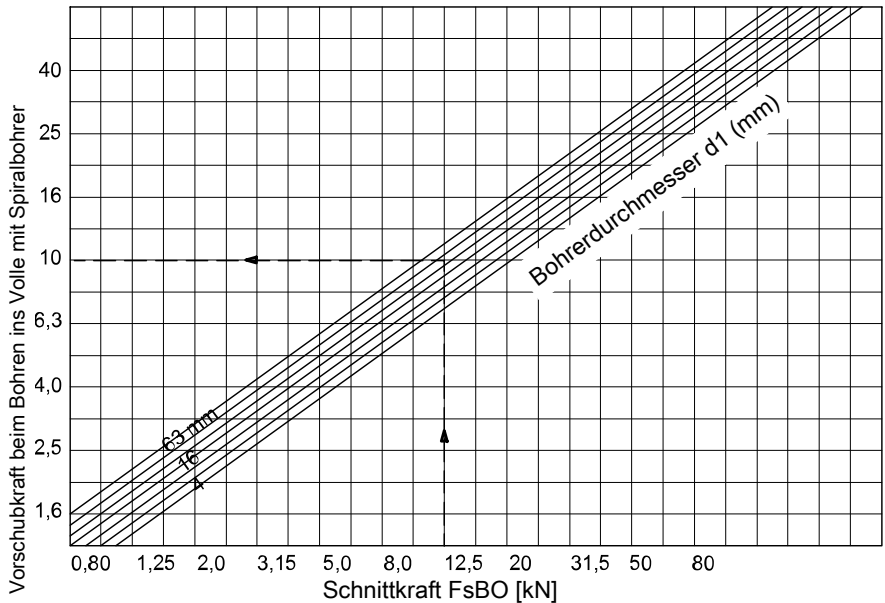


Abb. 4: Vorschubkraft F_{vax}

Berechnungsbeispiel

Gegeben:

1. Werkstück- und Zerspanungsdaten:

| | | |
|--|----------|-------------------------|
| Werkstoff | | = C 45 |
| Spann-Durchmesser d_{sp} (geschruppt): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Bohrerdurchmesser (ins Volle) | | = 30 mm Ø |
| Vorschub: | s | = 0,3 mm |
| Schnitttiefe: | t | = 15 mm |
| Drehzahl: | n | = 200 min ⁻¹ |

2. Futterdaten

Kraftspannfutter KFD 200

Backen mit Pflastersteinverzahnung

Spannen von außen mit Aufsatzbacken UB 538-04 in Stellung des mittleren Spannbereichs Futterzustand neu (keine besonderen Einflussmerkmale)

Gesucht

1. Erforderliche Spannkraft F_{spz}
2. Ausgangsspannkraft F_{spo}
3. Betätigungskraft

Rechengang

1. Schnittkraft (Formel 4)

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c = 0,3 \cdot 15 \cdot 2,70 = 12,10 \text{ kN}$$

$s \cdot t$ aus Tabelle 1 (oder errechnet)

k_c aus Tabelle 2

2. Erforderliche Spannkraft

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{15,70 \cdot 2,0}{0,2} \cdot 0,25 = 39,25 \text{ kN}$$

Resultierende Kraft F_R aus Tabelle 7 (zuvor F_{vax} aus Tabelle 6, Sicherheitsfaktor S_z aus Tabelle 5) Spannbeiwert μ_{sp} aus Tabelle 4

Spannverhältnis $\frac{d_z}{d_{sp}}$ aus Tabelle 3 (oder errechnet)

3. Prüfen, ob bei der Drehzahl von $n = 200 \text{ min}^{-1}$ wirksame Backenfliehkräfte auftreten. Dies ist in diesem Beispiel nicht der Fall, deshalb:
4. Ausgangsspannkraft $F_{spo} = S_{sp} \cdot F_{spz} = 1,5 \cdot 39,25 \text{ kN}$
 S_{sp} aus VDI-Richtlinie 3106 = 59,00 kN
5. Ablesen der Betätigungskraft aus dem „Spannkraft-Betätigungskraft-Diagramm“ für KFD 200. Bei Spannkraft 59,00 kN = 29 kN Betätigungskraft
6. **Aufbohren (Bohren mit dem Bohrstahl)**
Hierfür ist sinngemäß der Rechengang „A. Drehen“ anzuwenden.

Tabellenverzeichnis

DE

| | | |
|--------|---|----|
| Tab. 1 | Ermittlung des Spanquerschnittes (mm ²) | 17 |
| Tab. 2 | Spezifische Schnittkraft k_c (kN/mm ²)..... | 17 |
| Tab. 3 | Spannverhältnis..... | 18 |
| Tab. 4 | Spannbeiwert μ_{sp} für Werkstücke aus Stahl..... | 19 |
| Tab. 5 | Sicherheitsfaktor S_z (Richtwert) | 19 |

Table of Contents

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Safety Instructions and Guidelines | 30 |
| 1.1 | Qualification of the Operator | 30 |
| 1.2 | Risk of Injuries | 30 |
| 1.2.1 | Built-In Energy Storage | 30 |
| 1.2.2 | Maximum Permissible Speed | 31 |
| 1.2.3 | Exceeding the Permitted Speed | 31 |
| 1.2.4 | Imbalance | 31 |
| 1.2.5 | Calculating the Required Clamping Forces | 31 |
| 1.2.6 | Use of Other / Further Clamping Sets / Workpieces | 32 |
| 1.2.7 | Clamping Force Check / Clamping Fixtures without Permanent Pressure Supply | 33 |
| 1.2.8 | Rigidity of the Workpiece to be Clamped | 33 |
| 1.2.9 | Danger of Crushing | 34 |
| 1.2.10 | Fixing and Replacing Screws | 35 |
| 1.2.11 | Service Work | 36 |
| 1.2.12 | Collision | 36 |
| 1.2.13 | Replacement of Slot Nuts | 36 |
| 1.3 | Environmental Hazards | 37 |
| 1.4 | Safety Requirements for Power-Operated Clamping Devices | 37 |
| 2 | Reference Speed and Clamping Force Calculation | 39 |
| 2.1 | Power-Operated Clamping Devices | 39 |
| 2.1.1 | Reference Speed | 39 |
| 2.1.2 | Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck | 40 |
| 2.1.3 | Turning | 42 |
| 2.1.4 | Drilling | 50 |

1 Safety Instructions and Guidelines

Safety instructions and guidelines for the use of power-operated clamping devices are described below.

1.1 Qualification of the Operator

Persons without experience of operating clamping fixtures are exposed to increased risks of injury in the event of incorrect conduct, especially during commissioning and set-up work, due to the clamping movements and forces which occur. Therefore, clamping fixtures may only be used, set up or repaired by persons who have received special training or instruction for this purpose or who have extensive experience. After installing the chuck and before commissioning, the function of the chuck must be checked.

Two important points are:

- clamping force: with max. actuating force / pressure, the clamping force specified for the clamping device (+15 %) must be achieved;
- stroke control: a safety range must be provided for the stroke of the clamping piston in the front and rear end position. The machine spindle may only start after the clamping piston has crossed the safety range. Only limit switches meeting the requirements for safety limit switches in accordance with VDE 0113 / 12.73 section 7.1.3 may be used for monitoring the clamping path.

1.2 Risk of Injuries

For technical reasons, this assembly may sometimes consist of sharp edges. To prevent risk of injuries, special care is to be taken when working on it!

1.2.1 Built-In Energy Storage

Moving parts pre-loaded with pressure, tensile or other springs or with other elastic elements represent a potential risk due to the energy stored within them. Underestimating this may lead to serious injuries due to uncontrollable, fast flying parts. This stored energy must be released before carrying out further work. Clamping equipment to be dismantled is therefore to be inspected with the aid of corresponding assembly drawings for such sources of risks.

If “alleviation” of this stored energy is not without risk, disassembly must be carried out by authorised employees of RÖHM GmbH.

1.2.2 Maximum Permissible Speed

The maximum permissible speed may only be used when the maximum actuating force is applied and when the chucks are working correctly. Failure to observe this basic principle may lead to a loss of clamping force and as a result to workpieces flying out with an associated risk of injury. At high speeds, the clamping device may only be used below a protective hood of an adequate size.

EN

1.2.3 Exceeding the Permitted Speed

This unit is intended for circumferential use. Centrifugal forces - caused by excessive revolutions or circumferential speeds - may cause individual parts to become loose and represent a potential source of danger to nearby objects and persons. In addition, with clamping devices which are only authorised for lower speeds but which are operated at higher speeds, imbalances may occur which have a negative effect on safety and possibly the machining result.

For the above reasons, operation at higher speeds than intended for this equipment is not permitted. The max. speed and actuating force / pressure are engraved on the body and must not be exceeded. This means that the highest speed of the intended machine must therefore not be higher than that of the clamping device and must therefore be limited.

Even if permissible values are only exceeded once, this can lead to damage and represent a concealed source of danger even if it is not discernible at first. In this case, the manufacturer is to be informed immediately so that a test of functional and operational safety can be carried out. This is the only way to ensure continued safe operation of the clamping equipment.

1.2.4 Imbalance

Additional risks may occur due to insufficient rotational balance, see § 6.2 No. e) EN 1550. This applies in particular at high speeds, when machining asymmetrical workpieces or when using different top jaws.

To prevent damage resulting from this, the chuck with the workpiece is to be balanced as dynamically as possible as per DIN ISO 21940.

1.2.5 Calculating the Required Clamping Forces

The required clamping forces or the maximum permissible speed for the chuck for a certain machining task are to be calculated in accordance with the Directive VDI 3106 - Calculation of the permissible speed of lathe chucks (jaw chucks). If, for design reasons, necessary special jaws are heavier or larger than the clamping inserts assigned to the clamping device, the associated higher centrifugal forces must be considered when calculating the required clamping force and the permissible speed. See also **Reference Speed and Clamping Force Calculation** [▶ 39].

1.2.6 Use of Other / Further Clamping Sets / Workpieces

The Directive VDI 3106 - Calculation of the permissible speed of lathe chucks (jaw chucks) is always to be applied when using clamping inserts or workpieces. See also **Reference Speed and Clamping Force Calculation [▶ 39]**.

- a) Use of other / further clamping inserts
If clamping inserts are used which differ from those intended for this clamping device, it must be excluded that the chuck is operated at too high a speed and therefore with excessive centrifugal forces. Otherwise there is a risk that the workpiece is not sufficiently clamped. Therefore, the chuck manufacturer or the individual designer must always be consulted.
- b) Danger due to flying parts
In order to protect the operator from flying parts, a safety guard must be fitted to the machine in accordance with DIN EN ISO 23125. Its resistance is specified in so-called resistance classes. If new clamping sets are put into operation on the machine, the admissibility is to be checked beforehand. This also includes clamping sets or clamping set parts produced by the user. The admissibility is influenced by the resistance class of the safety guard, the masses of any flying parts (defined by calculation or weighing), the maximum possible chuck diameter (measure) and the maximum achievable speed of the machine. In order to reduce the possible impact energy to the admissible size, the admissible masses and speeds must be defined (e.g. by consulting the machine manufacturer) and if necessary the maximum speed of the machine restricted. However, the clamping set parts (e.g. top jaws, workpiece supports, axial clamps etc.) are always to be designed as light as possible.
- c) Clamping of other / further workpieces
If special clamping sets (jaws, clamping inserts, systems, aligning elements, position fixing elements, centres etc.) are intended for this clamping device, these may only be clamped with workpieces in the way for which the clamping sets were designed. If this is not observed, damage to property and personal injuries may occur due to insufficient clamping forces or unfavourable clamping point positioning. Therefore, if further or similar workpieces are to be clamped with the same clamping set, the written permission of the manufacturer is required.

1.2.7 Clamping Force Check / Clamping Fixtures without Permanent Pressure Supply

- a) Clamping force check (general)
In accordance with § 6.2 No. d) EN 1550, static clamping force measuring devices must be used to check the operating condition at regular intervals in accordance with the maintenance instructions. According to this, the clamping force must be checked after approx. 40 operating hours - independently of the clamping frequency. If necessary, special clamping force measuring jaws or fixtures (load cells) are to be used.
- b) Clamping force check (specific)
Hydraulic supplies, especially with large cable cross-sections, entail a risk that, due to dynamic effects, the peak pressure - and therefore also the actuating force peak - are significantly higher than the set pressure. This may lead to a mechanical overload of the components. Therefore, the actually achieved total clamping force is to be measured on start-up. The pressure may only be set so high that the max. total clamping force (at standstill) specified on the drawing or in the operating instructions is not exceeded.
- c) Clamping fixtures without permanent pressure supply
With some clamping fixtures, the hydraulic or pneumatic connection to the pressure source is interrupted during operation (e.g. with LVE = pneumatic front end chuck / HVE = hydraulic front end chuck). This may lead to a gradual decrease in pressure. The clamping force may then decrease by so much that the workpiece is no longer sufficiently clamped. To compensate for this loss of pressure, for safety reasons, the clamping pressure must be activated every 10 minutes for at least 10 seconds. This also applies after extended downtimes, e.g. if machining is interrupted overnight and only continued the next morning.

EN

Recommended clamping force measurement system F-SENSO CHUCK
(only for external clamping force measurement)

| | | |
|----------------|--------|--------|
| F-SENSO CHUCK. | ID no. | 179800 |
|----------------|--------|--------|

1.2.8 Rigidity of the Workpiece to be Clamped

To ensure safe clamping of the workpiece with the machining forces which occur, the clamped material must have adequate rigidity for the clamping force and may only be slightly compressible.

Non-metals such as plastics, rubber etc. may only be clamped and machined with the written permission of the manufacturer!

1.2.9 Danger of Crushing

The clamping device carries out sudden and sometimes considerable **axial and / or radial** movements within a short time, occasionally with high forces.

Therefore, **for assembly and set-up work or in the case of manual work-piece loading**, the actuating unit for operating the clamping fixture must always be switched off.

However, if it is not possible to forego the travel movement in set-up mode, for travel distances **of more than 4 mm and / or with smallest possible gaps of less than 25 mm**,

- a permanently or temporarily installed tool holding device (e.g. a prism) must be installed on the device,

or

- an independently operated built-in holding device (e.g. centering jaws on centering and facing chucks) must be available

or

- a workpiece loading aid (e.g. tamping rod) must be provided,

or

- a deceleration of the travel movement (e.g. by throttling the hydraulic supply) to movement speeds of **not more than 2m/min is to be set (specification as per DIN EN ISO 23125:2015-04)**.

The type of set-up device generally depends on the processing machine used and is also to be acquired separately if necessary!

The machine owner must ensure that all danger to persons due to the travel movement is prevented. For this purpose, 2-handed operation or - preferably - suitable safety guards can be used.

1.2.10 Fixing and Replacing Screws

If screws are replaced or undone, incorrect replacement or incorrect attachment may lead to dangers for persons and objects. For this reason, for all holding screws, the tightening torque recommended by the manufacturer of the screw must be applied in accordance with the screw grade.

For **cylinder head screws** of the conventional sizes M4 – M24 and strength classes 8.8, 10.9 and 12.9, the following tightening torque table applies:

Tightening torque in Nm

| Strength class | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|----------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 8.8 | 1,27 | 3,0 | 5,9 | 10,1 | 24,6 | 48 | 84 | 133 | 206 | 295 | 415 | 567 | 714 |
| 10.9 | 1,79 | 4,6 | 8,6 | 14,9 | 36,1 | 71 | 123 | 195 | 302 | 421 | 592 | 807 | 1017 |
| 12.9 | 2,14 | 5,1 | 10 | 17,4 | 42,2 | 83 | 144 | 229 | 354 | 492 | 692 | 945 | 1190 |

The table values do **not** apply to tightening torques expressly specified elsewhere!

When replacing the original screws, the strength class specified by the manufacturer is to be observed. In the case of mounting screws for clamping devices, clamping inserts, top jaws, rigid stops, pre-clamped covers, equalising weights and comparable elements, strength class 12.9 is always to be used.

All mounting screws which frequently have to be loosened and re-tightened due to their designated use (e.g. for retooling work) are to be coated every 6 months with lubricant (grease paste) in the thread area and on the head contact surface.

In unfavourable circumstances, even firmly tightened screws may become loose due to external influences, e.g. vibrations. To prevent this, all safety-critical screws (clamping fixture mounting screws, clamping set mounting screws etc.) must be checked and if necessary re-tightened at regular intervals. In the event of heavy mechanical loads, this may be necessary daily or several times a week.

1.2.11 Service Work

The reliability of the clamping fixture can only be ensured if the maintenance regulations of the operating instructions are exactly observed. In particular the following points must be observed:

- The lubricant recommended in the operating instructions should be used for lubrication. (Unsuitable lubricants may reduce the clamping force by more than 50%).
- In the case of manual lubrication, all surfaces to be lubricated must be reached. (The narrow fits of the mounting parts require high pressure for pressing in. Therefore, if necessary, a high-pressure grease gun is to be used).
- For good grease distribution in the case of manual lubrication: move the internally moved parts several times to their end positions, lubricate again then check the clamping force.
- For better grease distribution in the case of central lubrication, the lubrication pulses should occur in the open position phase of the clamping device.

The clamping force must be checked with a clamping force measuring device before re-starting series production and between the maintenance intervals. “Only regular checks ensure optimum reliability”. It is recommended to move the internally moved parts several times to their end positions at the latest after 500 clamping strokes. (This returns lubricant which has been pushed away to the pressure surfaces. The clamping force is therefore maintained longer).

1.2.12 Collision

Following a collision of the clamping device, it must be subjected to a thorough, qualified inspection for cracks before being used again.

1.2.13 Replacement of Slot Nuts

If the top jaws are connected to the base jaw via a slot nut, the latter may only be replaced with an ORIGINAL RÖHM slot nut.

1.3 Environmental Hazards

1. Substances

When operating a clamping device, many different media are sometimes required for lubrication, cooling etc. All operating materials are generally fed in internally via the actuating element or externally. When using the clamping device, these media must be handled with care to prevent them entering the environment; **Caution, environmental hazard!**

This applies in particular

- during assembly or disassembly as there may be residual quantities of media in the pipelines, piston chambers or oil discharge screws,
- to porous, defective or incorrectly installed seals,
- to operating materials which escape, are ejected or flushed out of the clamping device during operation for reasons of design.

These escaping substances must therefore be collected and re-used or disposed of in accordance with the relevant regulations!

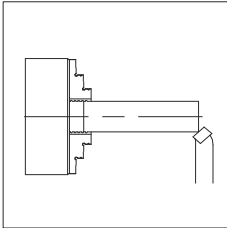
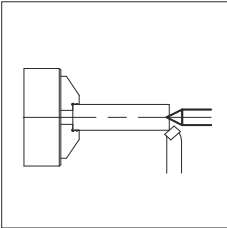
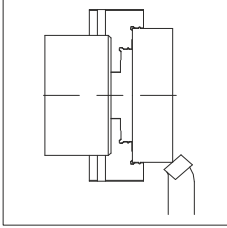
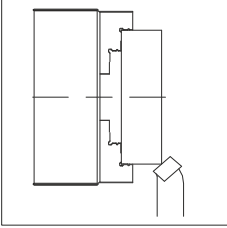
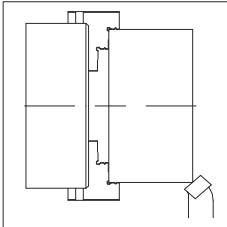
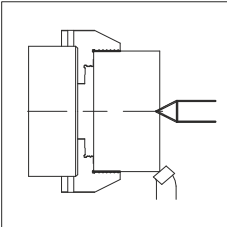
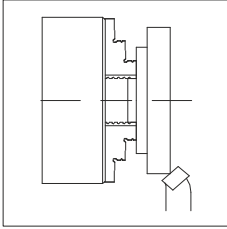
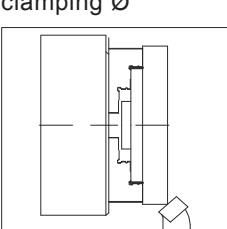
2. Noise

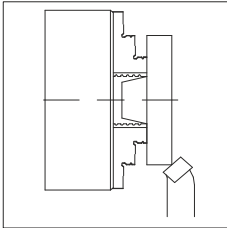
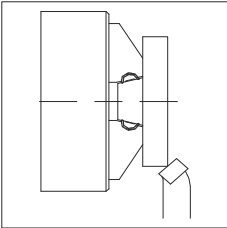
It cannot be excluded that operation of rotating assemblies gives rise to noise emissions. Generally, these can be detected for the first time during start-up.

If these emissions cannot be eliminated by design measures on the clamping device or manufacturing measures, the manufacturer or operator of the machine must equip the machine with suitable sound insulation, if necessary.

1.4 Safety Requirements for Power-Operated Clamping Devices

- a) The machine spindle may only start when the clamping pressure has been built up in the actuating cylinder and the clamping has been carried out in the permissible working area.
- b) Unclamping may only be carried out when the machine spindle has completely stopped. An exception to this is permitted if the complete process involves loading / unloading while running and if the design of the distributor / cylinder allows it.
- c) In the event of a clamping energy failure, the machine spindle must be stopped immediately by a signal.
- d) In the event of a clamping energy failure, the workpiece must be firmly clamped until the spindle is completely stopped.
- e) In the event of a power failure and on subsequent return of power, the current switch position must not be changed.

| Incorrect | Correct |
|--|---|
| <p>Clamping length too short, projection length too long</p>  | <p>Additional support with centre or bezel</p>  |
| <p>Clamping \varnothing too large</p>  | <p>Insert larger chuck</p>  |
| <p>Workpiece too heavy and jaw step too short</p>  | <p>Support with centre, jaw step extended</p>  |
| <p>Clamping \varnothing too small</p>  | <p>Clamping on largest possible clamping \varnothing</p>  |

| Incorrect | Correct |
|---|---|
| <p>Workpieces with cast iron or forged tapers</p>  | <p>Clamping with self-seating inserts</p>  |

EN

2 Reference Speed and Clamping Force Calculation

2.1 Power-Operated Clamping Devices

2.1.1 Reference Speed

When using clamping jaws, the following instructions must be observed:

- The clamping jaws should be designed in such a way that their weight and height is as low as possible. The clamping point should be as close as possible to the frontside of the chuck. (Clamping points at a larger distance may cause a higher surface pressure in the jaw guiding mechanism and may thus reduce the clamping force considerably).
- If the special jaws are for design reasons wider and/or higher than the step jaws assigned to the clamping device, the resulting higher centrifugal forces must be considered when calculating the required clamping force and the reference speed.

For calculating the rated speed for a certain machining task the following formula is to be applied:

$$n_{\max.} = \sqrt{\frac{F_{\text{spo}} - F_{\text{spz}}}{m \cdot r_c \cdot a}} \cdot \frac{30}{\pi}$$

F_{spo} = initial clamping force with the chuck at standstill (N)

F_{spz} = required clamping force of the chuck for a certain machining task (N)

$n_{\max.}$ = max. speed (rpm)

m = mass of the entire jaw unit (kg) (base and top jaw)

r_c = centre of gravity radius of the entire jaw unit (m)

a = number of jaws

- Welded jaws should not be used. If required, the welding seams must be checked as to their centrifugal and clamping force capacity.
- The mounting screws must be arranged in such a way that the highest possible useful moment is reached.

2.1.2 Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck

Determining the required clamping force of a power chuck and the corresponding actuating force to machine workpieces

- a) Determining the required clamping force F_{spz} (without considering the effects of speed) based on the machining task (process).
- b) Determining the initial clamping force F_{spo} of the chuck at spindle standstill (taking into account the centrifugal forces of the jaws).
- c) Determining the actuating force required for the initial clamping force F_{spo} .

Definition of clamping force

For reasons of occupational safety, progress in machining technology has made it necessary not only to determine the **necessary clamping force** but also to know and consider its changes with increasing speeds.

The forces and moments generated by the machining operation must be properly absorbed and transmitted by the chuck. The chuck accomplishes this task mainly by **producing a clamping force**:

This clamping force is the arithmetic sum of the radial forces exerted on the workpiece by the jaws. The initial clamping force F_{spo} produced when the chuck is stationary can be measured at any time and is therefore controllable (denoted “total clamping force” in the clamping force actuating diagrams). The figures given in the catalogue refer only to chucks that are fully and correctly lubricated and in a properly serviced condition.

Many factors act on the clamping point during any machining operation. A precise specification of these factors in the form of universally applicable tables is not possible in this context.

In most cases it is sufficient in practice to use a simplified formula containing the fundamental determining factors (approximate calculation).

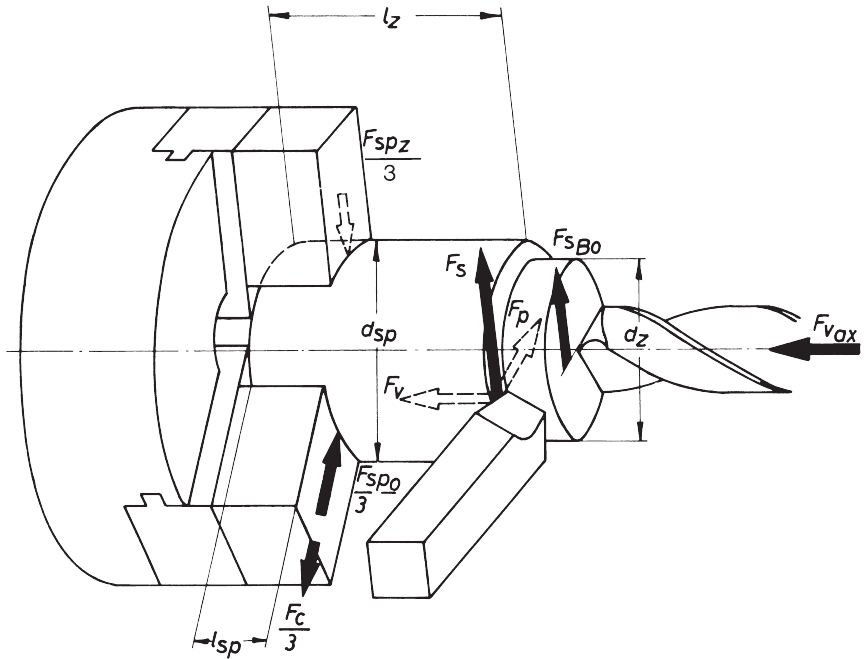


Fig. 1: Forces and torques at the machining and clamping point

F_s = main cutting force on the radially acting tool

F_{sBo} = cutting force on the axially acting tool (drill bit)

F_{vax} = feed force on the axially acting tool

F_{spz} = total clamping force required (without the effect of turning speed)

F_c = centrifugal force of the jaws / = loss of clamping force (see clamping force/speed diagram of the individual chuck types)

F_{spo} = (total) initial clamping force with the chuck stationary

l_z = distance between machining and clamping points

d_z = machining diameter

d_{sp} = clamping diameter

l_{sp} = clamping length

2.1.3 Turning

Re. a) “Calculating the required clamping force F_{spz} ” (see **Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck [▶ 40]**)

The clamping force required depends on the type of work to be performed.

The cutting force on the turning tool results in three components:

Main cutting force F_s - Feed force F_v - Passive force F_p .

During the turning process, the feed force F_v and the passive force F_p are mainly absorbed by the contact surface of the workpiece on the jaws. When turning, the remaining main cutting force generates a torque ($F_s \times d_z/2$) which must be absorbed by the chuck and transmitted by friction at the clamping point.

The torque produced by the main cutting force during turning determines the clamping force required.

$$F_{spz} = \frac{F_s - S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} \quad (1)$$

where:

F_{spz} = clamping force required for a specific job with the chuck stationary

F_s = main cutting force

$$\text{Clamping ratio } \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{machining } \varnothing \text{ (processing } \varnothing \text{)}}{\text{clamping } \varnothing}$$

μ_{sp} = clamping coefficient (friction between jaw and workpiece)

S_z = safety factor

The components “feed force F_v ” and “passive force F_p ” are not entered in this formula. If necessary for extreme conditions, they are included in the safety factor S_z .

Main cutting force F_s is calculated from feed, depth of cut and material.

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c \quad (2)$$

where:

s = feed mm/rev.

t = depth of cut, mm

k_c = spec. cutting force kN/mm²

The product $s \times t$ (feed x depth of cut) = chip cross-section (can be obtained from Table 1)

| Depth of cut t (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Feed (mm) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0.16 | | | | 0.8 | 0.96 | 1.12 | 1.28 | 1.44 | 1.6 | 1.92 | 0.16 |
| 0.20 | | | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.4 | 0.20 |
| 0.25 | | 0.75 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2.0 | 2.25 | 2.5 | 3.0 | 0.25 |
| 0.32 | 0.64 | 0.96 | 1.28 | 1.6 | 1.96 | 2.24 | 2.56 | 2.88 | 3.2 | 3.84 | 0.32 |
| 0.40 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.4 | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4.0 | 4.8 | 0.40 |
| 0.50 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 6.0 | 0.50 |
| 0.63 | 1.26 | 1.89 | 2.52 | 3.15 | 3.78 | 4.41 | 5.04 | 5.67 | 6.3 | 7.56 | 0.63 |
| 0.80 | 1.6 | 2.4 | 3.2 | 4.0 | 4.8 | 5.6 | 6.4 | 7.2 | 8.0 | 9.6 | 0.80 |
| 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 1.0 |
| 1.25 | 2.5 | 3.75 | 5.0 | 6.25 | 7.5 | 8.75 | 10.0 | 11.25 | 12.5 | 15.0 | 1.25 |
| 1.60 | 3.2 | 4.8 | 6.4 | 8.0 | 9.6 | 11.2 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 19.2 | 1.60 |

Table 1: Determining the chip cross section (mm²)

The specific cutting force k_c as a function of feed can be obtained from Table 2.

| Specific cutting force k_c with feed s and adjustment angle 45° | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| Material | | Strength B kN/mm ² | Feed s (mm) | | | | | |
| | | | 0.16 | 0.25 | 0.4 | 0.63 | 1.0 | 1.6 |
| Steels | St 42 (1.0130) | sino 0.50 | 2.60 | 2.40 | 2.20 | 2.05 | 1.90 | 1.80 |
| | St 50-2 (1.0050) | 0.52 | 3.50 | 3.10 | 2.75 | 2.45 | 2.15 | 1.95 |
| | St 60-2 (1.0060) | 0.62 | 3.05 | 2.80 | 2.60 | 2.40 | 2.20 | 2.05 |
| | C 45 (1.0503) | 0.67 | | | | | | |
| | C 60 (1.0601) | 0.77 | | | | | | |
| | St 70-2 (1.0070) | 0.72 | 4.35 | 3.80 | 3.30 | 2.90 | 2.50 | 2.20 |
| | 18CrNi8 (1.5920) | 0.63 | | | | | | |
| | 42CrMo4 (1.7225) | 0.73 | 4.35 | 3.90 | 3.45 | 3.10 | 2.75 | 2.45 |
| | 16MnCr5 (1.7131) | 0.77 | 3.75 | 3.30 | 2.95 | 2.60 | 2.30 | 2.05 |
| | Mn, CrNi | 0.85-1.00 | 3.70 | 3.40 | 3.10 | 2.80 | 2.55 | 2.35 |
| | Mn-austenitic st. | | 5.40 | 4.90 | 4.40 | 4.00 | 3.60 | 3.30 |
| Cast iron material | GE 240 (GS-45) | 0.30-0.50 | 2.30 | 2.10 | 1.95 | 1.80 | 1.70 | 1.60 |
| | GE 260 (GS-52) | 0.50-0.70 | 2.55 | 2.35 | 2.20 | 2.05 | 1.90 | 1.80 |
| | EN-GJL-160 (GG 16) | HB 2.00 | 1.50 | 1.35 | 1.20 | 1.10 | 1.00 | 0.90 |
| | EN-GJL-250 (GG 25) | HB 2.00-2.50 | 2.05 | 1.80 | 1.60 | 1.45 | 1.30 | 1.15 |

| Specific cutting force k_c with feed s and adjustment angle 45° | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| NF metals | Cast bronze | | 2.55 | 2.35 | 2.20 | 2.05 | 1.90 | 1.80 |
| | Red brass | | 1.10 | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.65 |
| | Brass | HB 0.80-1,20 | 1.20 | 1.10 | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.75 |
| | Cast Al | 0.30-0.422.60 | 1.10 | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.65 |

 Table 2: Specific cutting force k_c (kN/mm²)

$$\frac{d_z}{d_{sp}}$$

The clamping ratio $\frac{d_z}{d_{sp}}$ can either be determined from the specified working conditions or obtained from Table 3.

| Clamping \varnothing d_{sp} (mm) | Machining $\varnothing d_z$ (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| 20 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | | | | | | | | | | | |
| 40 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.8 | | | | | | | | | |
| 60 | 0.33 | 0.67 | 1.0 | 1.3 | 1.7 | 2.5 | 3.3 | 4.2 | | | | | | | |
| 80 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.3 | 1.9 | 2.5 | 3.1 | 3.8 | 4.4 | | | | | |
| 100 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | | | | |
| 150 | 0.13 | 0.27 | 0.4 | 0.53 | 0.67 | 1.0 | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 1.3 | 2.7 | 3.3 | 4.0 | | |
| 200 | | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| 250 | | 0.16 | 0.24 | 0.32 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 2.0 | 2.4 | 2.8 | 3.2 |
| 300 | | | 0.2 | 0.27 | 0.33 | 0.5 | 0.67 | 0.83 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 2.3 | 2.7 |
| 350 | | | 0.17 | 0.23 | 0.29 | 0.43 | 0.57 | 0.72 | 0.86 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.3 |
| 400 | | | | 0.2 | 0.25 | 0.38 | 0.5 | 0.62 | 0.75 | 0.87 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.0 |
| 500 | | | | 0.16 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 |
| 600 | | | | | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 0.42 | 0.5 | 0.58 | 0.67 | 0.83 | 1.0 | 1.2 | 1.3 |
| 700 | | | | | | 0.21 | 0.29 | 0.36 | 0.43 | 0.5 | 0.57 | 0.71 | 0.86 | 1.0 | 1.1 |
| 800 | | | | | | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.37 | 0.44 | 0.5 | 0.62 | 0.75 | 0.87 | 1.0 |

Table 3: Clamping ratio

The clamping coefficient μ_{sp} accounts for the friction existing between the clamping surface of the jaws and the workpiece in the zone of contact. It is influenced by

- the pattern of the clamping surfaces of the jaws
- the surface quality of the workpiece
- the material.

The clamping coefficient can be obtained from Table 4.



Forces are more efficiently transmitted by a tight fit than by edge or saddle-type seats.

| Workpiece surface | Smooth | Clamping surface of jaws diamond serration | Serrated |
|--------------------------------|---|--|----------|
| Smooth machine finish ground | 0.07 | 0.12 | 0.20 |
| Rough to medium machine finish | 0.10 | 0.20 | 0.35 |
| Unmachined | 0.15 | 0.30 | 0.45 |
| Corrections: | Al, alloys = 0.95, Ms = 0.90, GG = 0.80 | | |

Table 4: Clamping coefficient μ_{sp} for steel parts

Safety factor S_z

The magnitude of the safety factor S_z depends on the degree of accuracy with which the influencing parameters, such as load, clamping coefficient etc., can be determined and on the degree of safety required.

It should be ≥ 2 wherever possible.

| Influencing parameters | Safety factor S_z | |
|--|---------------------|--------------------------------------|
| | New chucks | Older chucks (serviced regularly) |
| a) Overhung clamping $l_z \leq d_{sp}$ b) No radial support from tailstock c) Tool applied radially d) No axial seating of workpiece against jaws e) Ratio of clamping length to distance between cutting and clamping points $\frac{l_z}{l_{sp}} \leq 3$ | ≥ 2.0 | ≥ 2.4 |
| $6 \geq \frac{l_z}{l_{sp}} \geq 3$ | $\geq 4.0^*$ | $\geq 4.8^*$ |

Table 5: Safety factor S_z (Reference value)

* Lower safety factors can be applied if the workpiece is supported in the tailstock or axially seated against the jaws.

Superimpositions of alternating forces are neglected because their influence is very small in comparison with the total clamping force required. The safety factors so determined are applicable if the following requirements are met:

Chuck in perfect condition, no damage, adequately lubricated (operating instructions followed to the letter).

No allowance has been made for the following loads acting on the chuck:

- Unbalanced forces and moments produced by unsymmetrical workpieces
- Weight of workpiece

For a precise calculation of the clamping force required for a given job, use VDI Recommendation 3106.

Available from: Beuth-Verlag GmbH, Kamekestraße 8, D-50672 Köln, Germany.

Re. b) (see **Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck [► 40]**)

At high speeds, the clamping force of the rotating lathe chuck is greatly influenced by the centrifugal forces of the jaws. These forces must be taken into account when determining the initial clamping force F_{spo} . The applicable formula is:

$$F_{\text{spo}} = S_{\text{sp}} \cdot (F_{\text{SPZ}} \pm F_{\text{c}})$$

The (+) sign applies to external clamping.

The (-) sign applies to internal clamping.

where:

F_{c} = experimentally determined total centrifugal force of the clamping jaws from the “clamping force-speed” diagram

The clamping force curves refer to the hard, stepped jaws of the chuck.

S_{sp} = safety factor for the initial clamping force in accordance with VDI Recommendation 3106 ≥ 1.5

If extremely heavy top jaws (special jaws) are used, the centrifugal forces F_{c} can be calculated with the following formula:

$$F_{\text{c}} = m \cdot r \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{900,000} \cdot \eta$$

where:

m = jaw mass in kg

r = the radius of the centre of gravity of the jaws in cm

n = speed rpm

F_{c} = centrifugal force at speed daN

η = efficiency

η can be roughly estimated as $0.4 \leq \eta \leq 0.6$

If the mass of all jaws (basic jaws with top jaws) is entered at “m”, the sum of the centrifugal forces is calculated.

Re. c) (see **Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck [► 40]**)

The actuating force bears a given relationship to the total clamping force, depending on the type of chuck employed. The values for the actuating force can be obtained from the clamping force/actuating force diagram.

In special cases where the centrifugal forces of the jaws are too high in comparison with the initial clamping force and power chucks with standard top jaws cannot be used, certain operations can be carried out with aluminium top jaws of special strength.

Calculation (example)

Having:

1. Workpiece and machining data:

| | | |
|---------------------------------|----------|-------------|
| Material | | = C 45 |
| Clamping diameter (roughed): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Machining diameter: | d_z | = 20 mm Ø |
| Feed: | s | = 0.5 mm |
| Depth of cut: | t | = 5 mm |
| Distance cutting/clamp. points: | l_z | = 50 mm |
| Speed: | n | = 3,000 rpm |

2. Chuck data

KFD 200 power chuck jaws with diamond style clamping surface. Condition of chuck: new (no special influencing parameters) External clamping with UB-538-04 top jaws at mid-position of clamping range.

Find:

- Required clamping force F_{spz} = total clamping force required (without the effect of turning speed)
- Initial clamping force F_{spo} = (total) initial clamping force with the chuck stationary
- Actuating force

Solution

- Main cutting force (Formula 2)

$s \cdot t$ = from Table 1

k_c = from Table 2

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c = 0.5 \cdot 5 \cdot 2.50 = 6.25 \text{ kN}$$

- Required clamping force (Formula 1)

$$F_{spz} = \frac{F_s \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{6.25 \text{ kN} \cdot 2.0 \cdot 0.33}{0.20} \approx 21.00 \text{ kN}$$

Safety factor S_z = from Table 5

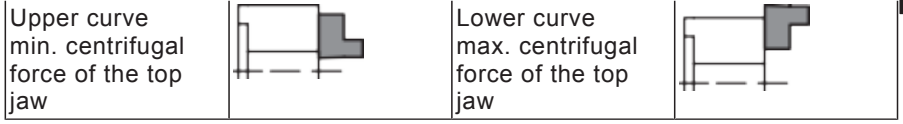
Clamping coefficient μ_{sp} = from Table 4

$\frac{d_z}{d_{sp}}$

Clamping ratio $\frac{d_z}{d_{sp}}$ = from Table 3

- Obtain the loss of the clamping force from the clamping force speed diagram for KFD 200 at a speed of 3,000 rpm: $F_c = 18 \text{ kN}$. For diagram, see next page.
- Initial clamping force $F_{spo} = S_{sp} \cdot (F_{spz} + F_c)$ (Formula 3) = $1.5 \cdot (21 \text{ kN} + 18 \text{ kN}) = 58.50 \text{ kN}$ S_{sp} as per VDI recommendation 3106 F_c . For diagram, see next page.

- Obtain actuating force from “clamping force/actuating force diagram” for KFD 200 for a clamping force of 58.50 kN ~ 29.00 kN actuating force.
For diagram, see next page.



EN

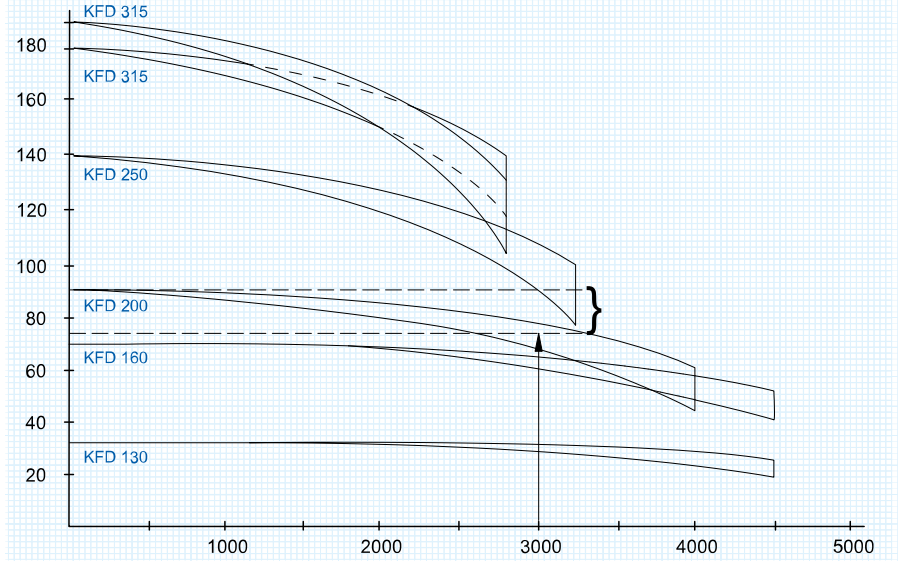


Fig. 2: Clamping force/speed diagram for KFD 3-jaw chucks

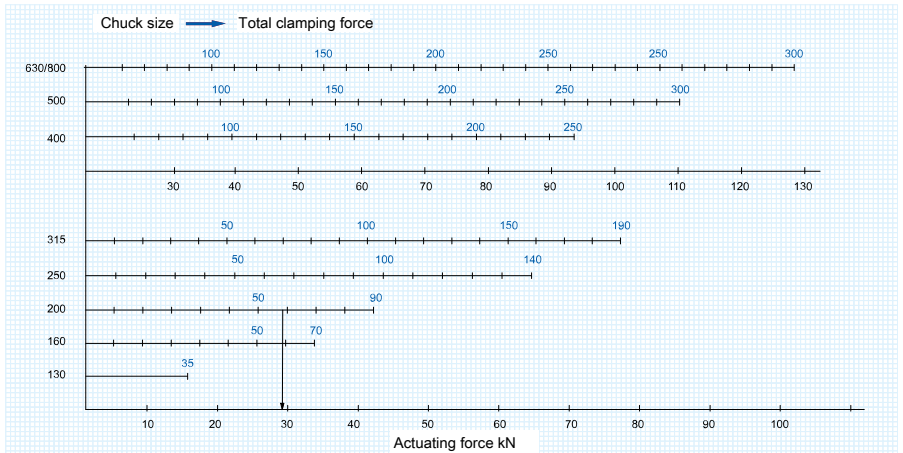


Fig. 3: Clamping force/actuating force diagram KFD 3-jaw chuck

2.1.4 Drilling

- Drilling in solid material (top lip twist drill - point angle $\geq 120^\circ$)

For a) (see **Determining the Required Clamping Force of a Power Chuck** [► 40])

The clamping force required is determined by the type of work to be performed. The calculation described below applies to freely chucked workpieces, i. e. workpieces which are not axially seated against the jaws. The components working on the workpiece here, cutting force F_{sBo} and feed force F_{vax} produce the resulting force F_R which defines the clamping force.

The cutting force F_{sBo} can be calculated from:

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c \quad (4)$$

where:

s = feed mm/rev.

t = depth of cut mm = $\frac{\text{bit diameter}}{2}$

k_c = specific cutting force kN/mm²

The Feed force F_{vax} bears a given relationship to the cutting force and can be directly obtained from Table 4.

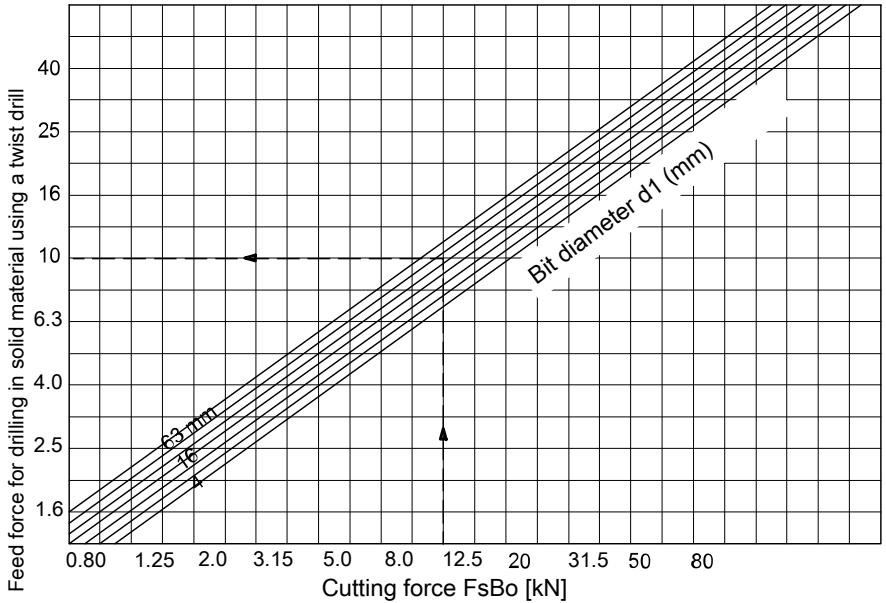


Fig. 4: Feed force F_{vax}

Both components F_{sBo} and F_{vax} produce the resultant force F_R

$$F_R = \sqrt{F_{sBo}^2 + F_{vax}^2}$$

The amount of the resultant force F_R is given in Figure 5. Intermediate values will have to be determined by interpolation.

EN

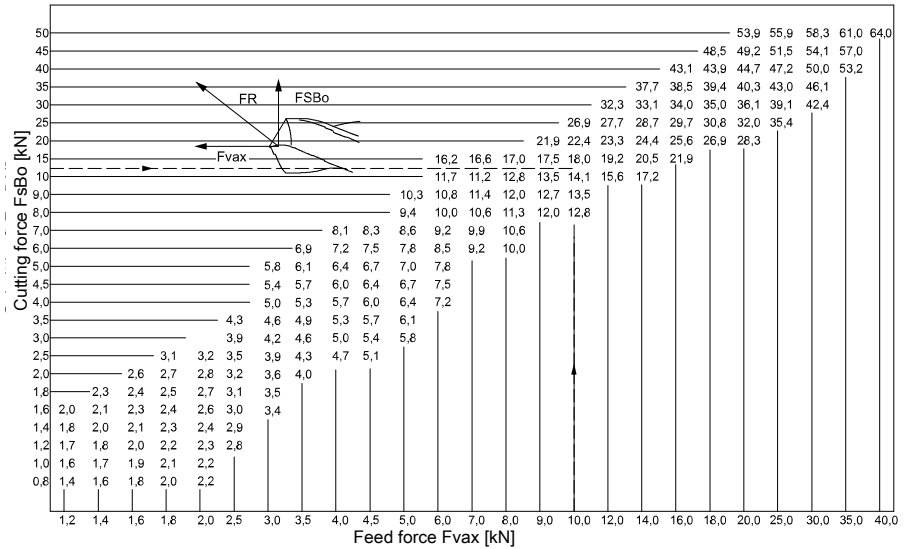


Fig. 5: Resultant force F_R kN

The resultant force F_R for drilling in solid material is inserted in the familiar formula for determining the required clamping force F_{spz} :

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}}$$

where:

F_{spz} = clamping force required for a specific job with the chuck stationary

F_R = resultant force of cutting force and feed force

$$\text{Clamping ratio } \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{machining } \varnothing}{\text{clamping } \varnothing} \quad \text{where} \quad d_z = \frac{\text{bit diameter}}{2}$$

μ_{sp} = clamping coefficient (friction between jaw and workpiece)

S_z = safety factor

Re. b) and c)

Continuation of the calculation to determine the initial clamping force F_{spo} to determination of actuating force and the pressure required - exactly as described in **Turning** [► 42], b) and c).

Calculation (example)

Having:

1. Workpiece and machining data:

| | | |
|---------------------------------------|----------|-----------|
| Material | | = C 45 |
| Clamping diameter d_{sp} (roughed): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Bit diameter (in solid material) | | = 30 mm Ø |
| Feed: | s | = 0.3 mm |
| Depth of cut: | t | = 15 mm |
| Speed: | n | = 200 rpm |

2. Chuck data

Power chuck KFD 200

Jaws with diamond style clamping surface

External clamping with UB 538-04 top jaws at mid position of clamping range

Chuck in new condition (no special influencing parameters)

Find

1. Required clamping force F_{spz}
2. Initial clamping force F_{spo}
3. Actuating force

Solution

1. Cutting force (Formula 4)

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c = 0.3 \cdot 15 \cdot 2.70 = 12.10 \text{ kN}$$

s · t from Table 1 (or calculated)

k_c from Table 2

2. Required clamping force

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{15.70 \cdot 2.0}{0.2} \cdot 0.25 = 39.25 \text{ kN}$$

Resultant force F_R from Table 7 (previously F_{vax} from Table 6, safety factor S_z from Table 5) Clamping coefficient μ_{sp} = from Table 4

d_z

Clamping ratio d_{sp} from Table 3 (or calculated)

3. Check whether effective centrifugal forces occur on the jaws at a speed of $n = 200$ rpm. As this is not the case in this example, we have:
4. Initial clamping force $F_{spo} = S_{sp} \cdot F_{spz} = 1.5 \cdot 39.25 \text{ kN}$
 S_{sp} from VDI recommendation 3106 = 59.00 kN
5. Obtain actuating force from the “clamping force/actuating force” diagram for KFD 200. For a clamping force of 59.00 kN the actuating force is 29 kN
6. **Counter-boring (drilling with the drill steel)**
The calculation described under “A. Turning” applies analogously.

List of Tables

| | | |
|---------|---|----|
| Table 1 | Determining the chip cross section (mm ²) | 43 |
| Table 2 | Specific cutting force k_c (kN/mm ²) | 43 |
| Table 3 | Clamping ratio | 44 |
| Table 4 | Clamping coefficient μ_{sp} for steel parts | 45 |
| Table 5 | Safety factor S_z (Reference value) | 46 |

EN

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Consignes de sécurité et directives | 56 |
| 1.1 | Qualifications requises à l'opérateur..... | 56 |
| 1.2 | Risque de blessures | 56 |
| 1.2.1 | Accumulateurs d'énergie intégrés | 56 |
| 1.2.2 | Vitesse de rotation admissible | 57 |
| 1.2.3 | Dépassement de la vitesse autorisée..... | 57 |
| 1.2.4 | Défaut d'équilibrage | 57 |
| 1.2.5 | Calcul des forces de serrage requises | 58 |
| 1.2.6 | Utilisation d'autres/plusieurs kits de serrage/pièces à usiner | 58 |
| 1.2.7 | Contrôle de la force de serrage/des dispositifs de serrage sans alimentation permanente en pression | 59 |
| 1.2.8 | Résistance de la pièce à usiner | 60 |
| 1.2.9 | Risque d'écrasement..... | 60 |
| 1.2.10 | Fixation et remplacement des vis..... | 61 |
| 1.2.11 | Travaux de maintenance | 62 |
| 1.2.12 | Collision..... | 62 |
| 1.2.13 | Remplacement des lardons | 62 |
| 1.3 | Risques pour l'environnement | 63 |
| 1.4 | Prescriptions de sécurité pour les dispositifs mécaniques de serrage..... | 63 |
| 2 | Calcul de la vitesse de rotation de référence et de la force de serrage | 66 |
| 2.1 | Dispositifs mécaniques de serrage | 66 |
| 2.1.1 | Vitesse de rotation de référence | 66 |
| 2.1.2 | Détermination de la force de serrage requise du mandrin..... | 67 |
| 2.1.3 | Tournage | 69 |
| 2.1.4 | Perçage | 78 |

1 Consignes de sécurité et directives

Ci-après vous trouvez des consignes de sécurité et des directives relatives à l'utilisation de dispositifs mécaniques de serrage.

1.1 Qualifications requises à l'opérateur

Les personnes ne possédant pas l'expérience requise dans la manipulation de dispositifs de serrage sont exposées à une risque accrue de blessure par une éventuelle attitude inappropriée, particulièrement lors des opérations de réglage, suite aux mouvements et aux forces de serrage mis en œuvre. C'est pour cette raison que, seules des personnes possédant les qualifications ou formations requises, ou disposant d'une longue expérience, sont habilitées utiliser les dispositifs de serrages et effectuer des opérations de réglage et de réparation. Après le montage du mandrin, on doit vérifier son bon fonctionnement avant de le mettre en service.

Deux points importants sont à vérifier :

- la force de serrage : à une force/pression de traction maximale, la force de serrage spécifiée pour le dispositif de serrage (+ 15%) doit être atteinte.
- la course : la course du piston de serrage doit comporter une zone de sécurité en fin de course avant et arrière. La broche de la machine ne peut pas démarrer avant que le piston de serrage ne soit passé par la zone de sécurité. Seuls les interrupteurs de fin de course répondant aux exigences des interrupteurs de fin de course de sécurité selon la VDE 0113 / 12.73, section 7.1.3, peuvent être utilisés pour le contrôle de la course de serrage.

1.2 Risque de blessures

Pour des raisons techniques, ce type d'outil peut être composé d'éléments à arêtes vives. Afin de prévenir toute blessure, le personnel doit faire preuve d'une grande prudence lorsqu'il manipule ces éléments !

1.2.1 Accumulateurs d'énergie intégrés

Les composants mobiles précontraints par des ressorts à pression, à traction ou d'autres éléments élastiques, représentent un danger potentiel en raison de l'énergie qu'ils accumulent. La sous-estimation de ce danger peut entraîner de graves blessures provoquées par l'éjection brutale et incontrôlée des composants. Il faut éliminer et maîtriser ces énergies accumulées avant de permettre la poursuite de travail. C'est pour cette raison que le personnel est tenu de consulter avec attention les plans d'ensemble correspondants aux dispositifs de serrage à démonter afin de détecter les sources de danger de ce type.

Si cette énergie accumulée ne peut être « désamorcée » sans danger, veuillez vous adresser au personnel compétant de l'entreprise RÖHM GmbH qui se chargera du démontage.

1.2.2 Vitesse de rotation admissible

La vitesse de rotation maximale autorisée ne peut être appliquée que lorsque la force de traction max. admissible a été introduite et sur des mandrins de serrage fonctionnant parfaitement. Le non-respect de ce principe peut entraîner une perte de la force de serrage restante, se traduisant par des pièces éjectées avec un risque de blessure correspondant. À haute vitesse, le dispositif de serrage ne doit être utilisé que sous un capot de protection suffisamment dimensionné.

FR

1.2.3 Dépassement de la vitesse autorisée

Ce dispositif est destiné à une utilisation rotative. Les forces centrifuges générées par des vitesses de rotation ou circonférentielles excessives peuvent provoquer le détachement des composants, et représenter ainsi une source de danger potentielle pour les personnes ou objets se trouvant à proximité. En outre, l'utilisation à grande vitesse de dispositifs de serrage conçus pour un travail à faible vitesse peut provoquer un déséquilibre qui réduit la sécurité et donne éventuellement de mauvais résultats d'usinage.

L'exploitation de ces dispositifs à une vitesse supérieure à la vitesse autorisée est donc interdite pour les raisons mentionnées ci-dessus. La vitesse de rotation et la force/pression d'action maximales sont gravées sur le corps du dispositif et ne doivent en aucun cas être dépassées. Cela signifie que la vitesse de rotation maximale de la machine à équiper avec ce dispositif de serrage ne doit pas non plus dépasser celle du dispositif de serrage, et qu'il faut la limiter en conséquence.

Un seul et unique dépassement des valeurs autorisées peut déjà suffire pour provoquer des dommages et représente une source de danger cachée, même si elle ne peut être identifiée immédiatement. Dans ce cas, signalez-le sans attendre au fabricant qui pourra ainsi vérifier la sécurité des fonctions et de l'exploitation. C'est le seul moyen de garantir la poursuite d'un bon fonctionnement et l'utilisation en toute sécurité du dispositif de serrage.

1.2.4 Défaut d'équilibrage

Des risques résiduels peuvent surgir en raison d'une compensation de rotation insuffisante, voir § 6.2 No. e) EN 1550. Ce qui est particulièrement le cas lors de vitesses de rotation élevées, d'usinage de pièces asymétriques, ou de l'utilisation de mors rapportés non identiques.

Pour éviter les dommages subséquents, équilibrer le mandrin avec la pièce à usiner, si possible de façon dynamique, conformément aux normes DIN ISO 21940.

1.2.5 Calcul des forces de serrage requises

Les forces de serrage requises, ou la vitesse de rotation maximale autorisée du mandrin pour un travail d'usinage bien défini doivent être déterminés conformément aux directives de l'équipement électrique de machines 3106 – Calcul de la vitesse de rotation autorisée de mandrins de tour (mandrins à mors). Si, pour des raisons de construction, il faut employer des kits de serrage spéciaux plus lourds ou plus grands que les kits conçus pour le système de serrage, il faudra prendre en compte des forces centrifuges plus élevées en conséquence lorsque vous déterminerez la force de serrage nécessaire et la vitesse de rotation autorisée. Voir aussi **Calcul de la vitesse de rotation de référence et de la force de serrage** [▶ 66].

1.2.6 Utilisation d'autres/plusieurs kits de serrage/pièces à usiner

Avant toute mise en place d'un kit de serrage ou d'une pièce à usiner, il faut impérativement consulter les directives de l'équipement électrique de machines 3106 : Calcul de la vitesse de rotation autorisée de mandrins de tour (mandrins à mors). Voir aussi **Calcul de la vitesse de rotation de référence et de la force de serrage** [▶ 66].

- a) Utilisation d'autres/plusieurs inserts de serrage
Si vous souhaitez utiliser d'autres inserts de serrage que ceux prévus pour ce dispositif de serrage, vous devez exclure tout risque d'explosion du mandrin avec une vitesse de rotation trop élevée et donc de trop grandes forces centrifuges. Sinon la pièce à usiner risque de ne pas être suffisamment serrée. D'une manière générale, consultez systématiquement le fabricant du mandrin ou le constructeur respectif.
- b) Dangers liés aux projections
Pour protéger l'opérateur contre la projection de pièces, la machine-outil doit être équipée d'un dispositif de protection de séparation conformément à la norme DIN EN ISO 23125. Sa résistance est indiquée en catégories de résistance. Lorsque vous souhaitez exploiter de nouveaux kits de serrage sur la machine, veuillez contrôler leur fiabilité avant utilisation. Cela concerne également les kits ou composants de serrage fabriqués par l'utilisateur. La fiabilité dépend de la catégorie de résistance du dispositif de protection, des poids des pièces risquant d'être projetées (déterminés par calcul ou pesage), du diamètre maximal possible du mandrin (le mesurer) et de la vitesse de rotation maximale possible de la machine. Pour réduire l'intensité possible du choc à la valeur autorisée, déterminer les poids et vitesses de rotation autorisées (p. ex. en les demandant au fabricant de la machine) et, le cas échéant, limiter la vitesse de rotation maximale de la machine. D'une manière générale toutefois, il faut construire les composants des kits de serrage (tels que les mors rapportés, les appuis de la pièce à usiner, les griffes de serrage, etc.) le plus léger possible.

- c) Serrage d'autres/plusieurs pièces à usiner
Si des kits de serrage spéciaux (mors, inserts de serrage, butées, pièces d'ajustage, fixations d'appui, pointes etc.) sont prévus pour ce dispositif de serrage, ne serrer que les pièces à usiner pour lesquelles ces kits de serrage ont été conçus, et ce de la manière préconisée. Le non-respect de ces conditions peut entraîner des dommages corporels et matériels en raison de forces de serrage insuffisantes ou d'un placement défavorable des points de serrage. En conséquence, si vous devez serrer d'autres pièces à usiner ou des pièces similaires avec le même kit de serrage, il vous faut une autorisation écrite du fabricant.

FR

1.2.7 Contrôle de la force de serrage/des dispositifs de serrage sans alimentation permanente en pression

- a) Contrôle de la force de serrage (généralités)
Selon le § 6.2 n° d) EN 1550, vous devez utiliser des dispositifs de mesure de la force de serrage statiques afin de contrôler à intervalles régulières l'état d'entretien conformément aux instructions d'entretien. Il faut ensuite contrôler la force de serrage au bout d'environ 40 heures de fonctionnement, indépendamment de la fréquence de serrage. Si nécessaire, utiliser pour ce faire des mors ou des dispositifs spéciaux de mesure de la force de serrage (boîtes dynamométriques).
- b) Contrôle de la force de serrage (spécifique)
Les alimentations hydrauliques, en particulier celles avec de grandes sections de conduites, présentent le danger que, du fait des effets dynamiques, la pression de crête et donc aussi la crête de la force de traction, soient considérablement plus élevées que la pression réglée. Cela peut entraîner une surcharge mécanique des composants. Par conséquent, le total des forces de serrage réellement obtenu doit être mesuré lors de la mise en service. La pression ne doit être réglée que si le total des forces de serrage maximum (à l'arrêt) indiqué sur le plan ou dans la notice d'utilisation n'est pas dépassé.
- c) Dispositifs de serrage sans alimentation permanente en pression
Il existe des dispositifs de serrage sur lesquels le raccord hydraulique ou pneumatique vers la source de pression peut être interrompu en cours de fonctionnement (p. ex. pour LVE / HVE). Ce qui peut provoquer une chute de pression progressive. La force de serrage peut alors tellement diminuer que la pièce à usiner n'est plus suffisamment serrée. Pour compenser cette perte de pression, il faut, pour des raisons de sécurité, activer toutes les 10 minutes la pression de serrage pendant au moins 10 secondes. Ceci est également recommandé après de longues périodes d'arrêt, p. ex. lorsque l'usinage est interrompu pendant la nuit et repris le lendemain matin seulement.

Système de mesure de la force de serrage F-SENSO-CHUCK recommandé (uniquement pour mesurer les forces de serrage extérieures)

| | | |
|----------------|-------|--------|
| F-SENSO CHUCK. | N° ID | 179800 |
|----------------|-------|--------|

1.2.8 Résistance de la pièce à usiner

Afin de garantir un serrage sûr de la pièce à usiner avec les forces d'usinage qui surgissent, le matériau serré doit avoir une résistance adaptée à la force de serrage et ne peut être que légèrement compressible.

Le serrage et l'usinage de matériaux qui ne sont pas en métal, comme p. ex. le plastique, le caoutchouc etc. n'est permis qu'avec autorisation écrite du fabricant !

1.2.9 Risque d'écrasement

Le dispositif de serrage effectue des mouvements **axiaux et/ou radiaux importants** brusques en un laps de temps très court allant de pair avec des forces partiellement élevées.

Il est donc impératif de mettre hors tension le système d'entraînement de l'actionnement du dispositif de serrage **lorsque vous réaliser des travaux de montage et de réglage ou lors du chargement manuel de pièces.**

Si toutefois un mouvement de déplacement s'avère impératif en mode de réglage, il faut, pour les courses de serrage **supérieures à 4 mm et/ou en présence de fentes les plus petites possibles inférieures à 25 mm**

- monter un système de support fixe ou provisoire de la pièce à usiner (p. ex. un prisme) sur le dispositif,

ou

- installer un système d'arrêt à actionnement indépendant (p. ex. des mors de centrage à actionnement manuel supplémentaires pour les mandrins de centrage et de placage),

ou

- prévoir un auxiliaire de chargement de la pièce à usiner,

ou

- régler un ralentissement du mouvement de déplacement (p. ex. en étranglant l'alimentation hydraulique) à des vitesses de déplacement **inférieures ou égales à 2 m/min (spécifications analogues à la norme DIN EN ISO 23125:2015-04).**

Le type de ce dispositif de réglage auxiliaire dépend en principe de la machine d'usinage utilisée, et vous devrez le cas échéant vous le procurer séparément !

L'opérateur de la machine est tenu de s'assurer que personne ne soit exposé aux risques de blessure par le mouvement de déplacement. Pour cela, il faut prévoir, soit des actionnements à 2 mains, soit, mieux encore, des dispositifs de protection de séparation respectifs.

1.2.10 Fixation et remplacement des vis

Si les vis sont remplacées ou desserrées, un remplacement ou une fixation incorrecte peut présenter un risque pour les personnes et les objets. C'est pourquoi, il faut toujours appliquer le couple de serrage recommandé par le fabricant des vis et adapté à la taille des vis. Ceci s'applique à toutes les vis de fixation.

Pour les **vis à têtes cylindriques** des tailles courantes M4 – M24 des classes de résistance 8.8, 10.9 et 12.9, le tableau des couples de serrage suivant s'applique :

Couple de serrage en Nm

| Classe de résistance | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|----------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 8.8 | 1,27 | 3,0 | 5,9 | 10,1 | 24,6 | 48 | 84 | 133 | 206 | 295 | 415 | 567 | 714 |
| 10.9 | 1,79 | 4,6 | 8,6 | 14,9 | 36,1 | 71 | 123 | 195 | 302 | 421 | 592 | 807 | 1017 |
| 12.9 | 2,14 | 5,1 | 10 | 17,4 | 42,2 | 83 | 144 | 229 | 354 | 492 | 692 | 945 | 1190 |

Les valeurs des tableaux **ne** s'appliquent **pas** aux couples de serrage indiqués ailleurs !

Lors du remplacement des vis d'origine, la classe de résistance à utiliser est celle spécifiée par le fabricant. Pour les vis de fixation des dispositifs de serrage, inserts de serrage, mors rapportés, systèmes fixes, couvercles précontraints, poids d'équilibrage et éléments équivalents, la classe de résistance 12.9 doit toujours être utilisée.

Toutes les vis de fixation, qui doivent souvent être desserrées en raison de leur utilisation, puis resserrées (p. ex. lors de travaux de réglage), doivent être enduites de lubrifiant (graisse) tous les six mois au niveau de la zone filetée et sur la surface de contact.

En raison d'influences extérieures, comme les vibrations, les vis serrées peuvent se desserrer dans des circonstances défavorables. Pour éviter cela, la bonne fixation de toutes les vis de sécurité (vis de fixation du dispositif de serrage, vis de serrage des kits de serrage, etc.) doit être vérifiée et les vis doivent être resserrées à intervalles réguliers si nécessaire. En cas de sollicitation mécanique importante, cela peut s'avérer nécessaire quotidiennement, voire plusieurs fois par semaine.

1.2.11 Travaux de maintenance

La fiabilité du dispositif de serrage ne peut être garantie que si les instructions d'entretien contenues dans la notice d'utilisation sont respectées à la lettre. Les points suivants doivent être particulièrement respectés :

- Pour le graissage, utilisez le lubrifiant recommandé dans la notice d'utilisation. (Un lubrifiant inadapté peut diminuer la force de serrage de plus de 50%).
- Lorsque le graissage est effectué de façon manuelle, veillez à atteindre toutes les surfaces à graisser. (l'étroitesse de l'espace entre les composants nécessite une forte pression de graissage. C'est pour cela qu'une pompe de graissage haute pression est vivement recommandée).
- Pour une répartition favorable de la graisse dans le cas du graissage manuel : faire aller et venir plusieurs fois les éléments mobiles internes jusqu'à leurs positions extrêmes, regraisser, puis contrôler la force de serrage.
- Pour une meilleure répartition de la graisse avec un graissage centralisé, les impulsions de graissage doivent intervenir lorsque le dispositif de serrage est en position ouverte.

Avant de reprendre un travail en série et entre les intervalles d'entretien, vérifier la force de serrage avec un système de mesure adéquat. « Seul le contrôle régulier garantit une sécurité optimale ». Il est recommandé d'amener plusieurs fois les pièces mobiles internes en fin de course après 500 courses de serrage maximum. (Ceci permet de ramener de nouveau le lubrifiant refoulé sur les faces utiles. Ainsi la force de serrage reste maintenue plus longtemps).

1.2.12 Collision

Après une collision du système de serrage, il faut le faire contrôler par un expert compétent et qualifié avant de le réutiliser afin de détecter les éventuelles fissures.

1.2.13 Remplacement des lardons

Si les mors rapportés sont reliés au mors de base par un lardon, ce dernier ne devra être remplacé que par un lardon ORIGINAL RÖHM. Voir également chapitre « Pièces de rechange ».

1.3 Risques pour l'environnement

1. Consommables

Pour faire fonctionner un dispositif de serrage, divers fluides pour le graissage, l'arrosage, le refroidissement sont utilisés. En général, tous les consommables sont amenés soit depuis l'intérieur via le système d'actionnement, soit depuis l'extérieur. Lorsque vous manipulez un système de serrage, faites particulièrement attention à ce que ces fluides ne puissent pas parvenir dans l'environnement. **Attention risque de pollution !**

Ceci est valable en particulier :

- pendant le montage et le démontage, en raison des quantités restantes accumulées dans les conduites, les chambres des pistons ou les bouchons de vidange,
- pour les joints poreux, défectueux ou mal montés,
- pour les consommables qui s'écoulent, sont projetés ou expulsés du système de serrage en cours de fonctionnement, pour des raisons de construction.

C'est pour éviter toute pollution qu'il faut recueillir ces substances et les recycler, ou les éliminer conformément aux directives en vigueur !

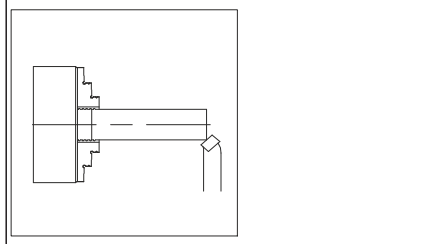
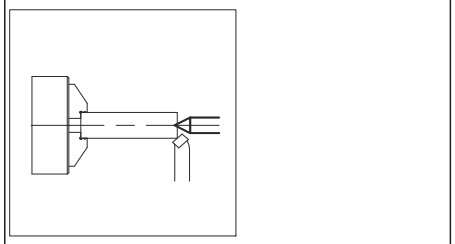
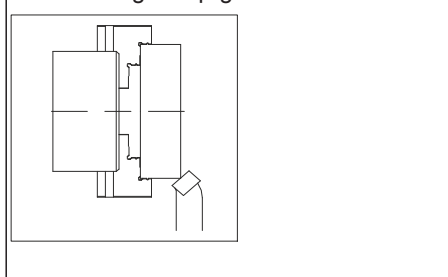
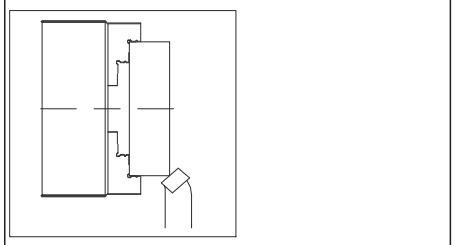
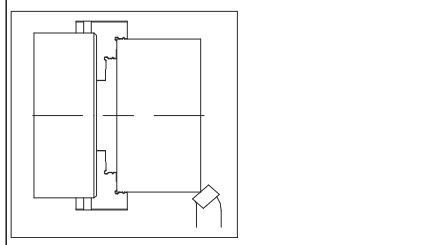
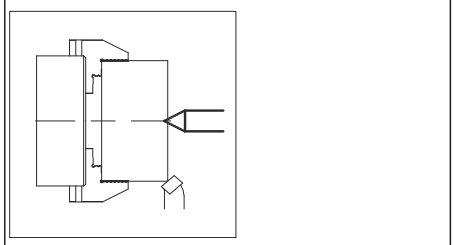
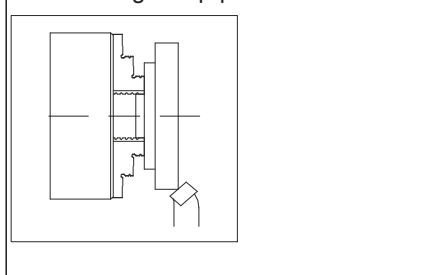
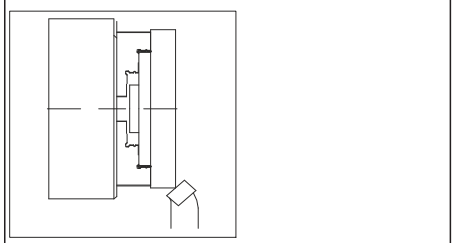
2. Niveau sonore

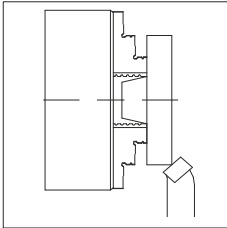
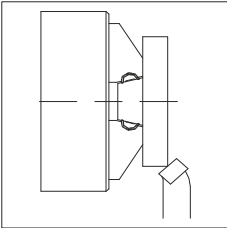
Il n'est pas exclu que le fonctionnement des ensembles en rotation produit des émissions sonores. Celles-ci peuvent généralement être déterminées pour la première fois lors de la mise en service.

Si ces émissions ne peuvent pas être éliminées par des mesures de construction sur le dispositif de serrage ou des mesures techniques de production, le fabricant ou l'utilisateur de la machine peut être amené à assurer une isolation acoustique appropriée de la machine.

1.4 Prescriptions de sécurité pour les dispositifs mécaniques de serrage

- a) La broche de la machine ne doit démarrer qu'une fois la pression de serrage établie dans le vérin de serrage, et que le serrage obtenu se situe dans la plage de travail autorisée.
- b) Le desserrage du dispositif ne doit être possible qu'avec la broche de la machine à l'arrêt. A l'exception des conditions suivantes : lorsque le déroulement complet d'un programme prévoit un chargement/déchargement en cours de marche et la construction du distributeur/vérin le permet.
- c) Dans le cas d'une défaillance de l'énergie de serrage, un signal doit immédiatement arrêter la broche de machine.
- d) Dans le cas d'une défaillance de l'énergie de serrage, la pièce à usiner doit rester bien serrée jusqu'à l'arrêt de la broche.
- e) Dans le cas d'une coupure puis d'un retour de courant, il est interdit de modifier les positions de commutation en cours.

| Incorrect | Correct |
|---|---|
| <p data-bbox="146 164 594 228">Longueur de serrage trop courte, porte-à-faux trop long</p>  | <p data-bbox="594 164 1049 228">Support additionnel au moyen de la pointe ou de la lunette</p>  |
| <p data-bbox="146 472 594 504">Ø de serrage trop grand</p>  | <p data-bbox="594 472 1049 536">Mettre en place un mandrin plus grand</p>  |
| <p data-bbox="146 782 594 845">Pièce à usiner trop lourde ou étage de serrage trop court</p>  | <p data-bbox="594 782 1049 845">Support moyennant pointe, étage de serrage plus long</p>  |
| <p data-bbox="146 1091 594 1123">Ø de serrage trop petit</p>  | <p data-bbox="594 1091 1049 1155">Serrage au Ø de serrage le plus grand possible</p>  |

| Incorrect | Correct |
|---|--|
| <p data-bbox="169 172 602 228">Pièces à usiner avec fonte et inclinaisons de forgeage</p>  | <p data-bbox="617 172 1050 201">Serrage avec des inserts pendulaires</p>  |

FR

2 Calcul de la vitesse de rotation de référence et de la force de serrage

2.1 Dispositifs mécaniques de serrage

2.1.1 Vitesse de rotation de référence

Lors de l'utilisation de mors de serrage, les règles suivantes doivent être observées :

- Les mors de serrage doivent être les plus légers et les plus bas possibles. Le point de serrage doit être aussi proche que possible de la face avant du mandrin (les points de serrage avec une plus grande distance engendrent une pression de surface supérieure dans le guide-mors et peuvent réduire considérablement la force de serrage).
- Si, pour des raisons de construction, il faut utiliser des mors spéciaux plus larges et/ou plus hauts que les mors étagés affectés au système de serrage, il faudra prendre en compte des forces centrifuges plus élevées lors de la détermination de la force de serrage requise et de la vitesse de rotation autorisée.

Pour déterminer la vitesse de rotation de référence pour une tâche d'usinage spécifique, la formule suivante s'applique :

$$n_{\max.} = \sqrt{\frac{F_{\text{s po}} - F_{\text{s pz}}}{m \cdot r_c \cdot a}} \cdot \frac{30}{\pi}$$

$F_{\text{s po}}$ = Force de serrage d'origine du mandrin à l'arrêt (N)

$F_{\text{s pz}}$ = Force de serrage requise du mandrin pour une tâche d'usinage spécifique (N)

$n_{\max.}$ = Vitesse de rotation max (min⁻¹)

m = Poids total de l'ensemble des mors (kg) (mors de base et mors rapporté)

r_c = Rayon du centre de gravité de l'ensemble des mors (m)

a = Nombre de mors

- Évitez les versions soudées dans la mesure du possible. Il faut éventuellement faire vérifier les soudures quant à la force centrifuge et la contrainte émanant de la force de serrage.
- Les vis de fixation doivent être disposées de manière à obtenir le plus grand couple d'action possible.

2.1.2 Détermination de la force de serrage requise du mandrin

Détermination de la force de serrage requise du mandrin de serrage de force pour l'usinage de pièces, et de la force de traction requise

- Calcul de la force de serrage requise F_{spz} (sans influence de la vitesse de rotation) sur la base de la tâche d'usinage (processus de travail).
- Détermination de la force de serrage d'origine F_{spo} du mandrin à l'arrêt de la broche (en tenant compte des forces centrifuges des mors).
- Détermination de la force de serrage d'origine F_{spo} pour la force de traction requise.

FR

Définition de la force de serrage

Pour des raisons de sécurité au travail, les progrès de la technologie d'usinage exigent de reconnaître et d'observer les modifications de la **force de serrage requise** et de la modifier à des vitesses croissantes.

Les forces et les couples surgissant lors de l'usinage doivent être correctement absorbés et transmis par le mandrin. Le mandrin effectue cette tâche principalement avec la **force de serrage qui y est générée** :

La force de serrage est la somme arithmétique des forces exercées radialement par les mors sur la pièce. La force de serrage d'origine F_{spo} générée à l'arrêt du mandrin peut être mesurée à tout moment et peut ainsi être contrôlée (sur les diagrammes de traction des forces de serrage, « Force de serrage totale »). Les informations indiquées dans le catalogue ne concernent que les mandrins impeccablement graissés et bien entretenus.

Au cours du processus d'usinage, de nombreux facteurs ont une influence sur le point de serrage. Une représentation précise de ces derniers sur les valeurs sur le tableau aux fins d'une application universelle n'est pas possible dans ce contexte.

Dans la plupart des cas, l'utilisation de formules simplifiées dans lesquelles les facteurs fondamentaux sont incorporés est suffisante dans la pratique (calcul approximatif).

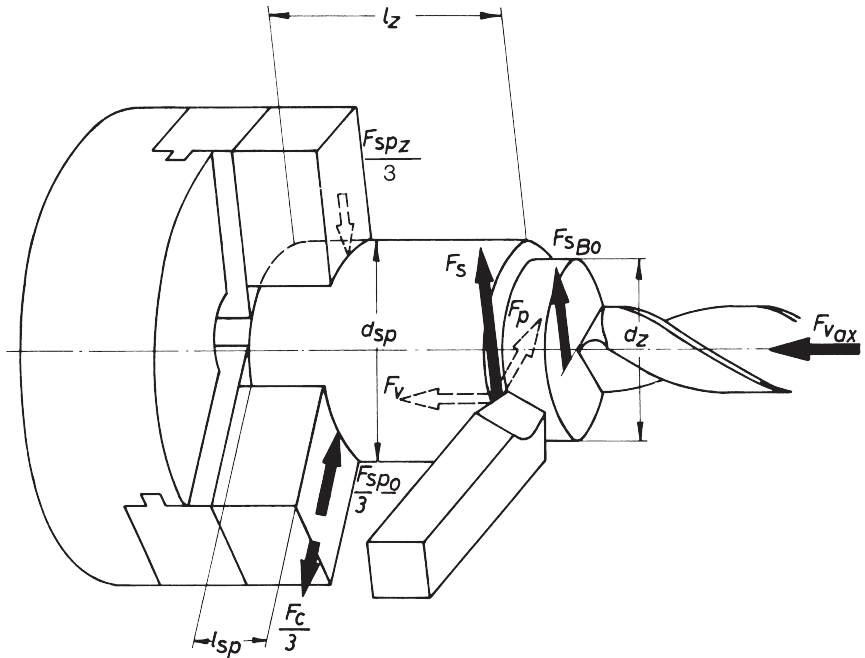


Fig. 1: Forces et couples au point d'usinage et de serrage

F_s = Force de coupe principale sur l'outil à attaque radiale

F_{sBo} = Force de coupe sur l'outil à attaque axiale (foret)

F_{vax} = Force d'avance sur l'outil à attaque axiale

F_{spz} = Force de serrage totale requise (sans influence de la vitesse de rotation)

F_c = Force centrifuge des mors / = perte de la force de serrage (voir diagramme Force de serrage/vitesse de rotation des différents types de mandrins)

F_{spo} = Force de serrage d'origine (totale) du mandrin à l'arrêt

l_z = Distance entre le point d'usinage et le point de serrage

d_z = Diamètre d'usinage

d_{sp} = Diamètre de serrage

l_{sp} = Longueur de serrage

2.1.3 Tournage

À propos de a) « Calcul de la force de serrage requise F_{spz} » (voir **Détermination de la force de serrage requise du mandrin** [► 67])

La force de serrage requise est déterminée par la tâche d'usinage.

La force de coupe de l'outil de tournage résulte en trois composants :

Force de coupe principale F_s - Force d'avance F_v - Force passive F_p .

Au cours du processus de tournage, la force d'avance F_v et la force passive F_p sont absorbées principalement par la pièce à usiner qui est en contact à plat sur les mors. La force de coupe principale restante engendre un couple lors de la rotation ($F_s \times d_z/2$), qui doit être absorbé et transmis par le mandrin par friction au point de serrage.

Le couple engendré par la force de coupe principale lors de la rotation, détermine la force de serrage requise.

$$F_{spz} = \frac{F_s - S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} \quad (1)$$

Ici :

F_{spz} = Force de serrage requise à l'arrêt du mandrin pour une tâche d'usinage spécifique

F_s = Force de coupe principale

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{Ø d'usinage} (\text{Ø d'usinage})}{\text{Ø de serrage}}$$

Rapport de serrage

μ_{sp} = Coefficient de serrage (coefficient de frottement mors - pièce à usiner)

S_z = Facteur de sécurité

Dans cette formule, les composants « Force d'avance F_v » et « Force passive F_p » ne sont pas saisis. Ils sont pris en compte dans le facteur de sécurité S_z dans des cas extrêmes si nécessaire.

La force de coupe principale F_s est calculée à partir de l'avance, de la profondeur de coupe et du matériau.

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c \quad (2)$$

Ici :

s = Avance en mm/trs.

t = Profondeur de coupe en mm

k_c = Force de coupe spéc. en kN/mm²

Le produit : $s \times t$ (avance x profondeur de coupe) = section de copeau (peut être tirée du tableau 1)

| Profondeur de coupe t (mm) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Avance (mm) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0,16 | | | | 0,8 | 0,96 | 1,12 | 1,28 | 1,44 | 1,6 | 1,92 | 0,16 |
| 0,20 | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 0,20 |
| 0,25 | | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 3,0 | 0,25 |
| 0,32 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,6 | 1,96 | 2,24 | 2,56 | 2,88 | 3,2 | 3,84 | 0,32 |
| 0,40 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,8 | 0,40 |
| 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 0,50 |
| 0,63 | 1,26 | 1,89 | 2,52 | 3,15 | 3,78 | 4,41 | 5,04 | 5,67 | 6,3 | 7,56 | 0,63 |
| 0,80 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,2 | 8,0 | 9,6 | 0,80 |
| 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 1,0 |
| 1,25 | 2,5 | 3,75 | 5,0 | 6,25 | 7,5 | 8,75 | 10,0 | 11,25 | 12,5 | 15,0 | 1,25 |
| 1,60 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8,0 | 9,6 | 11,2 | 12,8 | 14,4 | 16,0 | 19,2 | 1,60 |

Tab. 1: Détermination de la section de copeau (mm²)

La force de coupe spécifique k_c en fonction de la force d'avance est indiquée dans le tableau 2.

| Force de coupe spécifique k_c en cas d'avance s et d'angle de réglage 45° | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|
| Matériau | | Résistance B kN/mm ² | Avance s (mm) | | | | | |
| | | | 0,16 | 0,25 | 0,4 | 0,63 | 1,0 | 1,6 |
| Aciers | St 42 (1.0130) | sino 0,50 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | St 50-2 (1.0050) | 0,52 | 3,50 | 3,10 | 2,75 | 2,45 | 2,15 | 1,95 |
| | St 60-2 (1.0060) | 0,62 | 3,05 | 2,80 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 |
| | C 45 (1.0503) | 0,67 | | | | | | |
| | C 60 (1.0601) | 0,77 | | | | | | |
| | St 70-2 (1.0070) | 0,72 | 4,35 | 3,80 | 3,30 | 2,90 | 2,50 | 2,20 |
| | 18CrNi8 (1.5920) | 0,63 | | | | | | |
| | 42CrMo4 (1.7225) | 0,73 | 4,35 | 3,90 | 3,45 | 3,10 | 2,75 | 2,45 |
| | 16MnCr5 (1.7131) | 0,77 | 3,75 | 3,30 | 2,95 | 2,60 | 2,30 | 2,05 |
| | Mn, CrNi | 0,85-1,00 | 3,70 | 3,40 | 3,10 | 2,80 | 2,55 | 2,35 |
| Acier dur - manganèse | | 5,40 | 4,90 | 4,40 | 4,00 | 3,60 | 3,30 | |
| Matériau en fonte | GE 240 (GS-45) | 0,30-0,50 | 2,30 | 2,10 | 1,95 | 1,80 | 1,70 | 1,60 |
| | GE 260 (GS-52) | 0,50-0,70 | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | EN-GJL-160 (GG 16) | HB 2,00 | 1,50 | 1,35 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 |
| | EN-GJL-250 (GG 25) | HB 2,00-2,50 | 2,05 | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 | 1,15 |

| Force de coupe spécifique k_c en cas d'avance s et d'angle de réglage 45° | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| Métaux non ferreux | Bronze coulé | | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | Fonte rouge | | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |
| | Laiton | HB 0,80-1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| | Fonte d'aluminium | 0,30-0,422,60 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |

FR

 Tab. 2: Force de coupe spécifique k_c (kN/mm²)

$$\frac{d_z}{d_{sp}}$$

Le rapport de serrage d_{sp} doit être déterminé à partir des conditions de travail données. Le tableau 3 peut également être utilisé.

| Ø de serrage d_{sp} (mm) | Ø d'usinage d_z (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | |
| 20 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,8 | | | | | | | | | | |
| 60 | 0,33 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,5 | 3,3 | 4,2 | | | | | | | | |
| 80 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 2,5 | 3,1 | 3,8 | 4,4 | | | | | | |
| 100 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | | | | | |
| 150 | 0,13 | 0,27 | 0,4 | 0,53 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 1,3 | 2,7 | 3,3 | 4,0 | | | |
| 200 | | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | |
| 250 | | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | |
| 300 | | | 0,2 | 0,27 | 0,33 | 0,5 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | |
| 350 | | | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,43 | 0,57 | 0,72 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | |
| 400 | | | | 0,2 | 0,25 | 0,38 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | |
| 500 | | | | 0,16 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | |
| 600 | | | | | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | |
| 700 | | | | | | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,5 | 0,57 | 0,71 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | |
| 800 | | | | | | | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,44 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 |

Tab. 3: Rapport de serrage

Le coefficient de serrage μ_{sp} est le coefficient de frottement dans la zone de contact entre la surface de serrage des mors et la pièce à usiner. Il dépend de l'exécution

- de la surface de serrage du mors
- de la surface de la pièce à usiner
- du matériau.

Le coefficient de serrage est indiqué dans le tableau 4.



Pour ce qui est de la transmission des forces, l'ajustement forcé est meilleur que l'ajustement de bord ou de collerette.

| Surface des pièces à usiner | Lisse | Surface de serrage du mors denture en pavé | Dentelure |
|-----------------------------|---|--|-----------|
| Fini rectifié | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| Fini à ébauché | 0,10 | 0,20 | 0,35 |
| Brut voire non usiné | 0,15 | 0,30 | 0,45 |
| Valeurs de correction : | Al, alliages = 0,95, Ms = 0,90, GG = 0,80 | | |

Tab. 4: Coefficient de serrage μ_{sp} pour les pièces à usiner en acier

Facteur de sécurité S_z

L'importance du facteur de sécurité S_z dépend de la précision avec laquelle les variables déterminantes telles que la charge, le coefficient de serrage, etc., peuvent être déterminées, et du niveau de sécurité requis.

Il devrait être ≥ 2 dans tous les cas.

| Caractéristiques d'influence | Facteur de sécurité S_z | |
|---|---------------------------|--|
| | Nouveau mandrin | Ancien mandrin (entretenu régulièrement) |
| a) Serrage en porte à faux $l_z \leq dsp$ b) Pas de soutien latéral par la poupée mobile c) Attaque radiale de l'outil d) Pas de contact axial de la pièce à usiner au niveau des mors e) Rapport longueur de serrage et distance pointe d'usinage - point de serrage $\frac{l_z}{l_{sp}} \leq 3$ | $\geq 2,0$ | $\geq 2,4$ |
| $6 \geq \frac{l_z}{l_{sp}} \geq 3$ | $\geq 4,0^*$ | $\geq 4,8^*$ |

Tab. 5: Facteur de sécurité S_z (valeur indicative)

* Les facteurs de sécurité peuvent être réglés plus bas si la pièce est maintenue dans la poupée mobile ou est en contact axialement avec les mors.

Les superpositions de forces alternées sont négligées car leur influence, basée sur le besoin total, est très faible. Les exigences pour l'application des facteurs de sécurité sont les suivantes :

un mandrin impeccable, ne présentant aucun endommagement, suffisamment graissé (respect scrupuleux de la notice d'utilisation).

Les sollicitations suivantes sur le serrage de la pièce n'ont pas été mentionnées ici :

- a) les balourds et les couples de déséquilibre sur les pièces asymétriques
- b) le poids de la pièce

Selon les directives de l'équipement électrique de machines 3106, il est possible de calculer avec précision la force de serrage requise à partir de la tâche d'usinage.

À se procurer chez : Beuth-Verlag GmbH, Kamekestraße 8, 50672 Cologne

À propos de b) (voir **Détermination de la force de serrage requise du mandrin [► 67]**)

À des vitesses élevées, la force de serrage du mandrin en rotation est fortement influencée par les forces centrifuges des mors. Ces forces doivent déjà être prises en compte lors du réglage de la force de serrage initiale F_{spo} . Il en résulte la formule suivante :

$$F_{spo} = S_{sp} \cdot (F_{SPZ} \pm F_c)$$

Le signe (+) s'applique aux serrages de l'extérieur vers l'intérieur.

Le signe (-) s'applique aux serrages de l'intérieur vers l'extérieur.

Ici :

F_c = Détermination expérimentale de la force centrifuge totale des mors de serrage du diagramme « Force de serrage-vitesse »

Ici, les caractéristiques de la force de serrage se rapportent à chaque mors étagé dur appartenant au mandrin.

S_{sp} = Facteur de sécurité pour la force de serrage d'origine selon la directive VDI 3106 $\geq 1,5$

Lors de l'utilisation de mors hyper lourds (mors spéciaux), les forces centrifuges F_c peuvent être calculés à l'aide de la formule suivante :

$$F_c = m \cdot r \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{900.000} \cdot \eta$$

Ici :

m = Poids des mors en kg

r = Rayon du centre de gravité des mors en cm

n = Vitesse de rotation min.⁻¹

F_c = Force centrifuge à vitesse de rotation daN

η = Rendement

η peut être pris approximativement à $0,4 \leq \eta \leq 0,6$

Si pour « m », le poids de tous les mors (mors de base et mors rapportés) est utilisé, la somme des forces centrifuges est calculée.

À propos de c) (voir **Détermination de la force de serrage requise du mandrin [► 67]**)

Selon la construction du mandrin, la force de traction es proportionnelle par rapport à la force de serrage totale. Les valeurs de la force de traction peuvent être consultées sur le diagramme Forces de serrage/Forces de traction.

Dans les cas où les forces centrifuges des mors deviennent trop importantes et que les mandrins de serrage de force ne peuvent pas être utilisés avec les mors rapportés habituels, des mors rapportés en métal léger très résistants peuvent être utilisés pour certaines opérations.

Exemple de calcul

Si :

1. Données de la pièce à usiner et de l'usinage :

| | | |
|--|----------|--------------------------|
| Matériau | | = C 45 |
| Diamètre de serrage (ébauché) : | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diamètre d'usinage : | d_z | = 20 mm Ø |
| Avance : | s | = 0,5 mm |
| Profondeur de coupe : | t | = 5 mm |
| Distance entre le point d'usinage et le point de serrage : | l_z | = 50 mm |
| Vitesse de rotation : | n | = 3000 min ⁻¹ |

FR

2. Données du mandrin

Mandrin de serrage de force KFD 200, mors avec denture en pavé Etat du mandrin : neuf (aucunes caractéristiques d'influence particulières) Serrage depuis l'extérieur avec les mors rapportés UB-538-04 en position médiane de serrage.

On cherche :

- Force de serrage requise F_{spz} = Force de serrage totale requise (sans influence de la vitesse de rotation)
- Force de serrage d'origine F_{spo} = Force de serrage d'origine (totale) du mandrin à l'arrêt
- Force de traction

Calcul

- Force de coupe principale (formule 2)

$s \cdot t$ = du tableau 1

k_c = du tableau 2

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,50 = 6,25 \text{ kN}$$

- Force de serrage requise (formule 1)

$$F_{spz} = \frac{F_s \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{6,25 \text{ kN} \cdot 2,0 \cdot 0,33}{0,20} \approx 21,00 \text{ kN}$$

Facteur de sécurité S_z du tableau 5

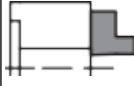
Coefficient de serrage μ_{sp} = du tableau 4

Rapport de serrage $\frac{d_z}{d_{sp}}$ = du tableau 3

- Consultation de la diminution de la force de serrage sur le « Diagramme des forces de serrage / vitesses » pour KFD 200, à une vitesse de rotation de 3 000 trs./min.⁻¹: $F_c = 18 \text{ kN}$. Diagramme, voir page suivante.

4. Force de serrage d'origine $F_{spo} = S_{sp} \cdot (F_{spz} + F_c)$ (formule 3) = $1,5 \cdot (21 \text{ kN} + 18 \text{ kN}) = 58,50 \text{ kN}$ S_{sp} Selon les directives sur l'équipement électrique de machines 3106 F_c . Diagramme, voir page suivante.
5. Consultation de la force de traction sur les « Diagramme des forces de traction / de serrage » pour KFD 200 à une force de serrage de 58,50 kN ~ 29,00 kN de force de traction. Diagramme, voir page suivante.

Courbe caractéristique supérieure plus petit couple centrifuge du mors rapporté



Courbe caractéristique inférieure plus grand couple centrifuge du mors rapporté

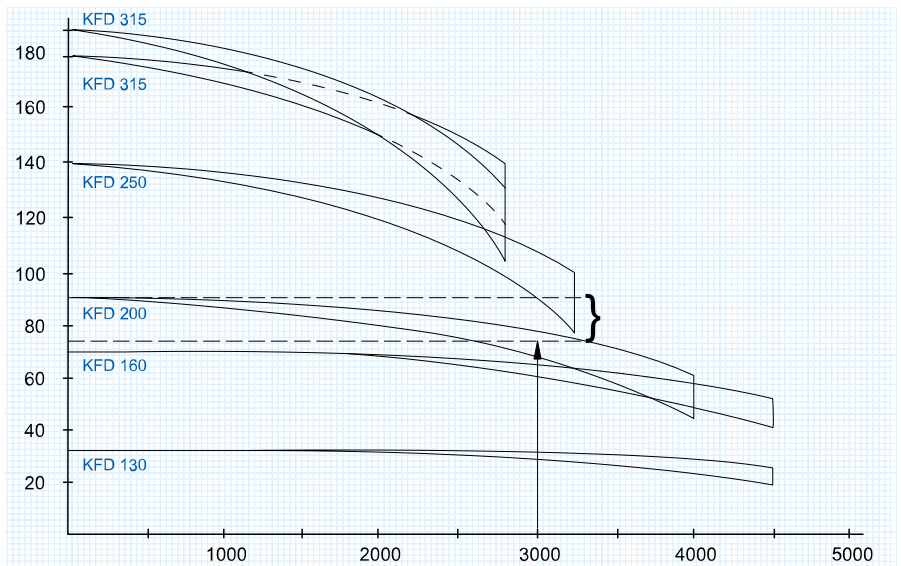
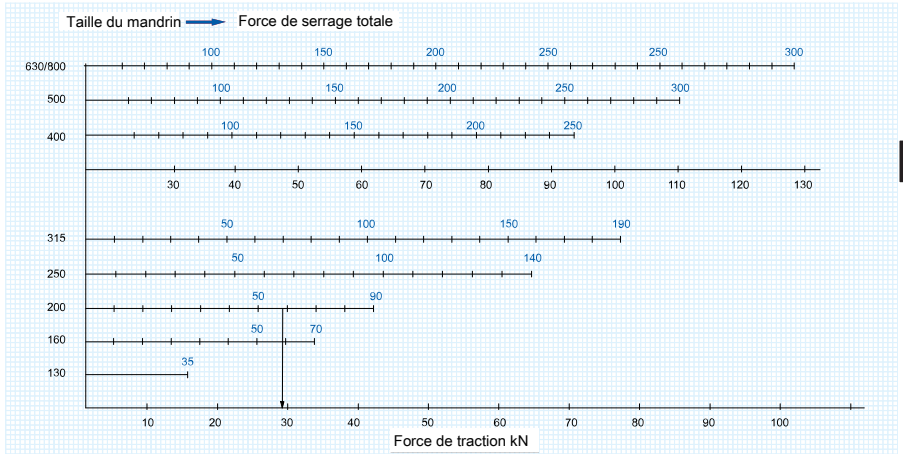


Fig. 2: Diagramme Force de serrage/vitesse de rotation pour mandrin à 3 mors KFD



FR

Fig. 3: Diagramme Force de serrage/force de traction pour exécution à 3 mors KFD

2.1.4 Perçage

- Perçage dans le plein (foret à deux tranchants, foret hélicoïdal, angle de pointe $\geq 120^\circ$)

À propos de a) (voir **Détermination de la force de serrage requise du mandrin** [► 67])

La force de serrage requise est déterminée par la tâche. L'option de calcul suivante s'applique à la pièce à usiner serré librement, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de contact plan de la pièce à usiner avec les mors. Les forces agissant sur les composants de la pièce, comme la force de coupe F_{sBo} et la force d'avance F_{vax} , donnent la force de serrage F_R .

La force de coupe F_{sBo} est calculée à partir de :

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c \quad (4)$$

Ici :

s = Avance en mm/trs.

t = Profondeur de coupe en mm = $\frac{\text{Ø du foret}}{2}$

k_c = Force de coupe spécifique kN/mm²

La force d'avance F_{vax} est proportionnelle à la force de coupe et peut être consultée directement sur la figure 4.

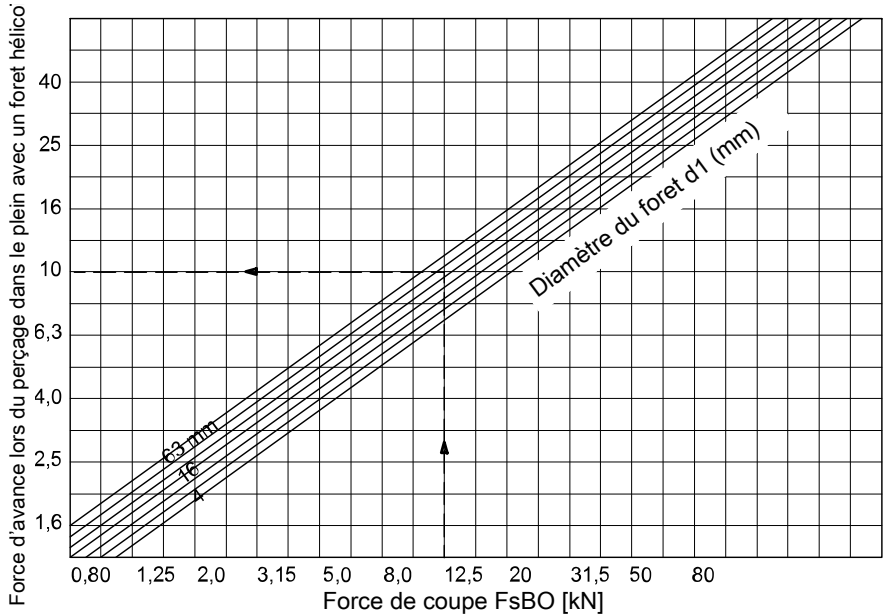


Fig. 4: Force d'avance F_{vax}

Les deux composants F_{SBo} et F_{vax} donnent la force F_R

$$F_R = \sqrt{F_{SBo}^2 + F_{vax}^2}$$

La grandeur de la force en résultant F_R peut directement être consultée sur la figure 5. Les valeurs intermédiaires résultantes doivent être transmises.

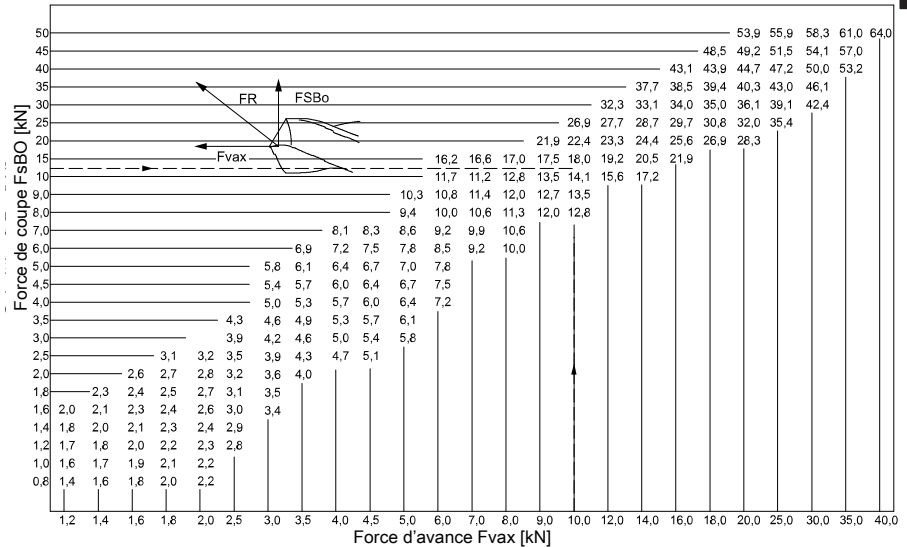


Fig. 5: Force F_R en résultant kN

La force F_R résultant du perçage dans le plein est utilisée dans la formule connue pour la force de serrage requise F_{spz} :

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}}$$

Ici :

F_{spz} = Force de serrage requise à l'arrêt du mandrin pour une tâche d'usinage spécifique

F_R = Force résultante de la force de coupe et de la force d'avance

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\varnothing \text{ d'usinage}}{\varnothing \text{ de serrage}} \quad \text{ici} \quad d_z = \frac{\varnothing \text{ du foret}}{2}$$

μ_{sp} = Coefficient de serrage (coefficient de frottement mors - pièce à usiner)

S_z = Facteur de sécurité

À propos de b) et c)

Suite du calcul pour déterminer la force de serrage d'origine F_{spo} jusqu'à détermination de la force de traction et de la pression requise exacte après le **Tournage** [► 69], à propos de b) et de c).

Exemple de calcul

Si :

1. Données de la pièce à usiner et de l'usinage :

| | | |
|--|----------|-------------------------|
| Matériau | | = C 45 |
| Diamètre de serrage d_{sp} (ébauché) : | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diamètre du foret (dans le plein) | | = 30 mm Ø |
| Avance : | s | = 0,3 mm |
| Profondeur de coupe : | t | = 15 mm |
| Vitesse de rotation : | n | = 200 min ⁻¹ |

2. Données du mandrin

Mandrin de serrage de force KFD 200

Mors à denture en pavés

Serrage depuis l'extérieur avec les mors rapportés UB-538-04 en position médiane de serrage. État du mandrin : neuf (aucunes caractéristiques d'influence particulières)

On cherche

1. Force de serrage requise F_{spz}
2. Force de serrage d'origine F_{spo}
3. Force de traction

Calcul

1. Force de coupe principale (formule 4)

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c = 0,3 \cdot 15 \cdot 2,70 = 12,10 \text{ kN}$$

s · t du tableau 1 (ou calculée)

k_c du tableau 2

2. Force de serrage requise

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{15,70 \cdot 2,0}{0,2} \cdot 0,25 = 39,25 \text{ kN}$$

Force F en résultant_R du tableau 7 (F auparavant v_{ax} du tableau 6, facteur de sécurité S_z du tableau 5) Coefficient de serrage μ_{sp} du tableau 4

$\frac{d_z}{d_{sp}}$
Rapport de serrage $\frac{d_z}{d_{sp}}$ du tableau 3 (ou calculée)

3. Vérifier, si à une vitesse de rotation $n = 200 \text{ trs./min}^{-1}$, des forces centrifuges effectives surgissent au niveau des mors. Ce n'est pas le cas dans cet exemple, donc :

4. Force de serrage d'origine $F_{sp0} = S_{sp} \cdot F_{spz} = 1,5 \cdot 39,25 \text{ kN}$
 S_{sp} Selon les directives sur l'équipement électrique de machines 3106
= 59,00 kN
5. Consultation de la force de traction sur les « Diagramme des forces de traction / de serrage » pour KFD 200. À une force de serrage de 59,00 kN = force de traction de 29,00 kN
6. **Perçage (perçage avec un fleuret)**
A cette fin, le calcul « Tourner A » s'applique en conséquence.

Liste des tableaux

| | | |
|--------|--|----|
| Tab. 1 | Détermination de la section de copeau (mm ²) | 70 |
| Tab. 2 | Force de coupe spécifique kc (kN/mm ²)..... | 70 |
| Tab. 3 | Rapport de serrage | 71 |
| Tab. 4 | Coefficient de serrage μ_{sp} pour les pièces à usiner en acier..... | 72 |
| Tab. 5 | Facteur de sécurité Sz (valeur indicative) | 73 |

Sommario

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Avvertenze di sicurezza e direttive | 84 |
| 1.1 | Qualifica dell'operatore | 84 |
| 1.2 | Pericoli di lesioni..... | 84 |
| 1.2.1 | Accumulatori di energia installati | 84 |
| 1.2.2 | Il regime di rotazione massimo consentito..... | 85 |
| 1.2.3 | Superamento del regime di rotazione consentito | 85 |
| 1.2.4 | Squilibrio..... | 85 |
| 1.2.5 | Calcolo delle necessarie forze di serraggio | 86 |
| 1.2.6 | Impiego di diversi / ulteriori elementi di serraggio / pezzi..... | 86 |
| 1.2.7 | Controllo della forza di serraggio / attrezzature di serraggio senza alimentazione permanente della pressione | 87 |
| 1.2.8 | Resistenza del pezzo da serrare..... | 88 |
| 1.2.9 | Pericolo di schiacciamento | 88 |
| 1.2.10 | Fissaggio e sostituzione delle viti..... | 89 |
| 1.2.11 | Lavori di manutenzione e riparazione..... | 90 |
| 1.2.12 | Collisione | 90 |
| 1.2.13 | Sostituzione dei nottolini..... | 90 |
| 1.3 | Pericoli per l'ambiente..... | 91 |
| 1.4 | Requisiti tecnici di sicurezza per l'utilizzo di attrezzature di serraggio azionate automaticamente | 92 |
| 2 | Numero di giri di riferimento e calcolo della forza di bloccaggio | 94 |
| 2.1 | Attrezzature di serraggio ad azionamento meccanico | 94 |
| 2.1.1 | Numero di giri di riferimento | 94 |
| 2.1.2 | Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante | 95 |
| 2.1.3 | Tornitura | 97 |
| 2.1.4 | Foratura | 106 |

1 Avvertenze di sicurezza e direttive

Di seguito vengono descritte le avvertenze di sicurezza e le norme per l'impiego di attrezzature di serraggio ad azionamento meccanico.

1.1 Qualifica dell'operatore

Le persone che non dispongono di esperienza nell'impiego delle attrezzature di serraggio sono esposte, in seguito a comportamenti inadeguati, a particolari pericoli di lesioni, soprattutto durante i lavori di messa a punto, a causa dei movimenti e delle forze di serraggio che si presentano. Per questo motivo le attrezzature di serraggio possono essere utilizzate, messe a punto e riparate solo da persone qualificate e addestrate o che dispongano di una pluriennale esperienza. La funzione dell'autocentrante deve essere verificata dopo il suo montaggio e prima della messa in funzione.

Due punti importanti sono:

- Forza di serraggio: con la massima forza / pressione di azionamento deve essere raggiunta la forza di serraggio indicata (+15%) per l'attrezzatura di serraggio.
- Controllo della corsa: la corsa del pistone di serraggio deve disporre di un settore di sicurezza nella posizione finale anteriore e posteriore. Il mandrino della macchina deve potersi avviare solo quando il pistone di serraggio ha percorso l'intero settore di sicurezza. Per il controllo delle corse di serraggio devono essere impiegati solo finecorsa che rispondono ai profili richiesti per i finecorsa di sicurezza conformi alle norme VDE 0113 / 12.73 capitolo 7.1.3.

1.2 Pericoli di lesioni

Per motivi tecnici, questa attrezzatura può presentare alcuni componenti a spigolo vivo. Per evitare pericoli di lesioni, usate particolare cautela nelle attività che eseguite!

1.2.1 Accumulatori di energia installati

Gli elementi mobili, che sono caricati in pressione, trazione, con particolari molle o con elementi elastici, rappresentano un potenziale pericolo a causa dell'energia che hanno accumulato. La mancata valutazione di questo pericolo può condurre a gravi lesioni, dovute all'incontrollabile espulsione dei singoli elementi. L'energia accumulata deve venire scaricata prima di poter eseguire altri lavori. Per questo motivo le attrezzature di serraggio che devono essere smontate nei loro singoli componenti, devono prima essere esaminate con l'aiuto dei relativi schemi di montaggio per quanto riguarda la presenza di questi tipi di pericoli.

Se il «disinnesco» di questa energia accumulata non dovesse essere possibile senza pericoli, lo smontaggio deve essere eseguito da parte di collaboratori autorizzati della ditta RÖHM GmbH.

1.2.2 Il regime di rotazione massimo consentito

Il regime di rotazione massimo consentito deve essere applicato solo con l'introduzione della forza di azionamento massima consentita e con autocentranti perfettamente funzionanti. Il mancato rispetto di questo presupposto fondamentale può condurre alla perdita della forza residua di serraggio e di conseguenza all'espulsione dei pezzi con il relativo rischio di lesioni. Ad elevati regimi di rotazione, l'attrezzatura di serraggio deve essere utilizzata solo in presenza di una cupola di protezione sufficientemente dimensionata.

IT

1.2.3 Superamento del regime di rotazione consentito

Questo è un attrezzo rotante. Le forze centrifughe - prodotte dagli eccessivi regimi di rotazione ovvero dalle velocità periferiche - possono far sì che singoli elementi si possano staccare e diventino potenziali fonti di pericolo per le persone o gli oggetti che si trovano nelle vicinanze. Si possono presentare inoltre degli squilibri per quelle attrezzature di serraggio che sono omologate solo per bassi regimi di rotazione, ma che sono movimentate a regimi più elevati, cosa che agisce negativamente sulla sicurezza ed eventualmente sul risultato della lavorazione.

Per i motivi sopra citati non è permesso l'esercizio a regimi di rotazione maggiori di quelli previsti per questa attrezzatura. Il regime massimo di rotazione e la forza / pressione di azionamento massimi sono incisi sul corpo e non devono essere superati. Questo significa che anche il regime di rotazione massimo della macchina non deve essere maggiore di quello dell'attrezzatura di serraggio e quindi va limitato.

Anche un momentaneo superamento dei valori consentiti può condurre a dei danneggiamenti e può rappresentare una fonte occulta di pericolo, anche se non immediatamente riconoscibile. In questo caso deve essere immediatamente informato il fabbricante, che può eseguire così un collaudo della sicurezza funzionale e operativa. Solo in questo modo può essere assicurato un funzionamento sicuro dell'attrezzatura di serraggio.

1.2.4 Squilibrio

Rischi residui si possono presentare a causa di una insufficiente compensazione della rotazione, vedi § 6.2 n. e) EN 1550. Questo vale in particolare modo per gli elevati regimi di rotazione, per la lavorazione di pezzi asimmetrici o per l'impiego di ganasce riportate diverse.

Per impedirne i conseguenti danneggiamenti, l'autocentrante deve essere equilibrato dinamicamente insieme al pezzo in conformità alle norme DIN ISO 21940.

1.2.5 Calcolo delle necessarie forze di serraggio

Le forze di serraggio oppure il regime di rotazione massimo consentito per il mandrino, necessari per un particolare utilizzo, devono essere calcolati in base alla direttiva VDI 3106 - Calcolo del regime di rotazione ammesso per mandrini rotanti (autocentranti). Se, per motivi costruttivi, gli speciali elementi di serraggio necessari dovessero avere una massa maggiore di quelli assegnati all'attrezzatura di serraggio, devono essere tenute in considerazione le relative forze centrifughe più elevate quando viene definita la forza di serraggio necessaria ed il regime di rotazione consentito. Vedi anche **Numero di giri di riferimento e calcolo della forza di bloccaggio** [► 94].

1.2.6 Impiego di diversi / ulteriori elementi di serraggio / pezzi

Per l'impiego di diversi / ulteriori elementi di serraggio oppure di pezzi, deve essere tenuta in considerazione la direttiva VDI 3106 - Calcolo del regime di rotazione consentito per mandrini rotanti (autocentranti). Vedi anche **Numero di giri di riferimento e calcolo della forza di bloccaggio** [► 94].

- a) Impiego di diversi / ulteriori elementi di serraggio
Se dovessero venire impiegati ulteriori elementi di serraggio, oltre a quelli previsti per questa attrezzatura di serraggio, deve poter essere escluso che l'autocentrante venga messo in funzione con un regime di rotazione troppo elevato e quindi con forze centrifughe troppo elevate. In caso contrario sussiste il pericolo, che il pezzo venga serrato con una forza insufficiente. Per questo motivo è necessario prendere sempre contatto con il fabbricante del mandrino.
- b) Pericolo dovuto ad eventuali espulsioni
Per proteggere l'operatore dai pezzi espulsi, deve essere presente sulla macchina utensile una barriera di protezione conforme alla norma DIN EN ISO 23125, la cui capacità di resistenza viene indicata in classi di resistenza. Se sulla macchina dovessero venire applicati nuovi elementi (pinze) di serraggio, deve essere controllata in primo luogo la loro compatibilità. Questo riguarda anche gli elementi (pinze) di serraggio o le parti di elemento di serraggio costruiti dall'utente medesimo. La classe di resistenza del dispositivo di protezione, le masse dei pezzi a rischio di espulsione (rilevate tramite calcolo o pesatura), il diametro di mandrino massimo possibile (misurare), come anche il regime di rotazione massimo raggiungibile da parte della macchina, influiscono sulla compatibilità degli elementi (pinze) di serraggio. Per ridurre ad un valore ammesso la possibile energia di collisione, è necessario rilevare le masse ed i regimi di rotazione permessi (p.e. chiedendo al fabbricante della macchina) e nell'eventualità deve essere ridotto il regime di rotazione massimo della macchina. Fondamentalmente però, le parti degli elementi di serraggio (p.e. ganasce riportate, appoggi del pezzo, staffe di serraggio ecc.) devono essere costruite con le masse più leggere possibili.

- c) Serraggio di diversi / ulteriori pezzi
Se per questa attrezzatura di serraggio sono previsti speciali elementi di serraggio (ganasce, elementi (pinze) di serraggio, impianti, elementi di allineamento, fissatori di posizione, punte ecc.), con questi elementi di serraggio devono venire serrati esclusivamente e nel modo previsto, quei pezzi, per i quali sono stati costruiti gli elementi di serraggio. Se questo presupposto non viene rispettato, le insufficienti forze di serraggio oppure i posizionamenti poco favorevoli dei punti di serraggio possono causare danni alle cose e alle persone. Per questo motivo, se con il medesimo elemento di serraggio dovessero venire serrati ulteriori pezzi o pezzi simili, è necessario il permesso scritto del fabbricante.

IT

1.2.7 Controllo della forza di serraggio / attrezzature di serraggio senza alimentazione permanente della pressione

- a) Controllo della forza di serraggio (in generale)
Lo stato di manutenzione va controllato ad intervalli di tempo regolari, in conformità alle istruzioni per la manutenzione, utilizzando dispositivi statichi di misurazione della forza di serraggio, come previsto dal § 6.2 n. d) EN 1550. Inoltre, dopo circa 40 ore di lavoro - indipendentemente dalla frequenza di serraggio - deve essere effettuato un controllo della forza di serraggio. Se necessario, devono essere utilizzate al riguardo delle speciali ganasce o dispositivi (capsula dinamometrica).
- b) Controllo della forza di serraggio (specifico)
Alimentazioni idrauliche, specialmente quelle con grandi sezioni tubo, comportano il rischio che la pressione di picco - e quindi anche la forza di azionamento di picco - a causa di effetti dinamici sia notevolmente superiore alla pressione impostata. Ciò può causare un sovraccarico meccanico delle componenti. Perciò, la somma della forza di serraggio totale effettivamente raggiunta deve essere misurata durante la messa in funzione. La pressione può essere impostata così alta, solo in modo che la somma massima della forza di serraggio (a riposo) indicata nel disegno o nel manuale operativo non venga superata.
- c) La pressione può essere impostata così alta, solo in modo che la somma massima della forza di serraggio (a riposo) indicata nel disegno o nel manuale operativo non venga superata.
Durante il funzionamento di particolari dispositivi di serraggio viene interrotto il collegamento idraulico o pneumatico della fonte di pressione (p.e. attrezzature LVE / HVE). In questo modo può conseguire una graduale caduta di pressione. La forza di serraggio può diminuire al punto che il pezzo non venga più bloccato sufficientemente. Per compensare questa perdita di pressione, per motivi di sicurezza, ogni 10 minuti deve essere attivata la pressione di serraggio, per almeno 10 secondi. Questo vale anche dopo lunghe pause di lavoro, p.e. quando la lavorazione viene interrotta durante la notte e viene proseguita solo al mattino successivo.

Sistema di misurazione della forza di serraggio consigliato F-SENSO CHUCK (solo per la misurazione della forza di serraggio esterna)

F-SENSO CHUCK. N. Id. 179800

1.2.8 Resistenza del pezzo da serrare

Per garantire un bloccaggio sicuro del pezzo in funzione delle forze di lavorazione che si verificano, il materiale serrato deve avere una resistenza adeguata alla forza di serraggio e deve essere comprimibile solo in minima entità. Il serraggio e la lavorazione di materiali non metallici, come p.e. plastiche, gomme ecc. devono essere autorizzati per iscritto dal fabbricante!

1.2.9 Pericolo di schiacciamento

L'attrezzatura di serraggio esegue movimenti **assiali e/o radiali** improvvisi e talvolta notevoli in tempi brevi con forze parzialmente elevate.

Per questo motivo, durante i **lavori di montaggio e di messa a punto o al caricamento manuale dei pezzi**, i dispositivi di trazione previsti per l'azionamento dell'attrezzatura di serraggio devono tassativamente essere disinseriti.

Se durante la messa a punto non si dovesse poter rinunciare al movimento di serraggio, per corse di serraggio **maggiori di 4 mm e/o per fessure più piccole possibili inferiori a 25 mm** bisogna prevedere quanto segue:

- sull'attrezzatura deve essere installato un dispositivo di fissaggio pezzo (p.e. un prisma) montato in modo definitivo o provvisorio,

oppure

- deve essere a disposizione un dispositivo di fissaggio azionato in modo indipendente (p.e. ganasce di centratura per quanto riguarda mandrini di bloccaggio di centratura e mandrini di bloccaggio planare),

oppure

- deve venire previsto un dispositivo ausiliario di caricamento pezzo (p.e. una barra per il caricamento),

oppure

- rallentando la velocità del movimento di bloccaggio (p.e. riducendo l'alimentazione idraulica) a velocità di serraggio **non più di 2 m/min (prescrizione analoga alla norma DIN EN ISO 23125:2015-04)**.

Il tipo di dispositivo ausiliario per la messa a punto dipende fondamentalmente dalla macchina di lavoro utilizzata e deve eventualmente essere acquistato a parte!

Il gestore della macchina deve fare in modo che siano esclusi pericoli alle persone dovuti ai movimenti delle attrezzature di serraggio. A questo scopo possono essere previsti anche azionamenti a 2 mani per l'avvio del serraggio o - ancora meglio - degli adeguati dispositivi di protezione.

1.2.10 Fissaggio e sostituzione delle viti

Se le viti vengono sostituite o allentate, una sostituzione inadeguata o un fissaggio carente può comportare rischi per le persone e gli oggetti. Per questo motivo, a tutte le viti di fissaggio deve essere assolutamente applicata la coppia di serraggio raccomandata dal produttore della vite e corrispondente alla coppia di serraggio corrispondente alla grandezza della vite.

Per **viti a testa cilindrica** di uso comune M4 – M24 delle classi di resistenza 8.8, 10.9 e 12.9 vale la seguente tabella delle coppie di serraggio:

IT

Coppie di serraggio in Nm

| Classe di resistenza | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|----------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 8.8 | 1,27 | 3,0 | 5,9 | 10,1 | 24,6 | 48 | 84 | 133 | 206 | 295 | 415 | 567 | 714 |
| 10.9 | 1,79 | 4,6 | 8,6 | 14,9 | 36,1 | 71 | 123 | 195 | 302 | 421 | 592 | 807 | 1017 |
| 12.9 | 2,14 | 5,1 | 10 | 17,4 | 42,2 | 83 | 144 | 229 | 354 | 492 | 692 | 945 | 1190 |



I valori della tabella **non** valgono se altrove vengono espressamente indicate altre coppie di serraggio!

Per la sostituzione delle viti originali, utilizzare assolutamente la classe di resistenza specificata dal fabbricante. Nel caso di viti di fissaggio per attrezzatura di serraggio, elementi di serraggio, ganasce riportate, impianti fissi, coperci precaricati, blocchetti di compensazione ed elementi simili deve essere utilizzata principalmente la classe di qualità 12.9.

Tutte le viti di fissaggio, che per il loro scopo d'impiego devono essere spesso allentate e poi serrate di nuovo (p.e. per lavori di riallestimento), devono essere rivestite (spalmate) con lubrificanti (pasta di grasso) a intervallo di ogni sei mesi in zona della filettatura e sulla superficie di contatto della testa.

A causa degli influssi esterni, come p.e. vibrazioni, si possono sbloccare, in situazioni poco favorevoli, anche delle viti bloccate molto bene. Per impedire questo, tutte le viti che sono rilevanti per la sicurezza (viti di fissaggio dell'attrezzatura di serraggio, viti di fissaggio di elementi di bloccaggio e simili) devono essere controllate ed eventualmente serrate ad intervalli di tempo regolari. In caso di notevoli sollecitazioni meccaniche, questo può essere necessario quotidianamente oppure più volte alla settimana.

1.2.11 Lavori di manutenzione e riparazione

L'affidabilità dell'attrezzatura di serraggio può essere garantita solo se vengono rispettate in modo esatto le norme di manutenzione. In particolare deve essere prestata attenzione ai seguenti punti:

- Per la lubrificazione dovrebbe essere utilizzato il lubrificante consigliato nel manuale operativo. (Un lubrificante non adeguato può ridurre la forza di serraggio di oltre il 50%).
- La lubrificazione manuale dovrebbe raggiungere tutte le superfici da lubrificare. (Gli stretti accoppiamenti delle componenti installate richiedono una forte pressione. Per questo motivo deve essere eventualmente utilizzato un pressagrasso ad alta pressione).
- Per una buona distribuzione del grasso con la lubrificazione manuale: muovere le componenti interne mobili fino alle loro posizioni finali, lubrificare ancora, controllare poi la forza di serraggio.
- Per una buona distribuzione del grasso con la lubrificazione centrale, gli impulsi di lubrificazione dovrebbero pervenire nella fase di apertura dell'attrezzatura di serraggio.

La forza di serraggio deve essere controllata con un dispositivo di misurazione della forza di serraggio, prima di un nuovo inizio di un lavoro in serie e tra gli intervalli di manutenzione. «Solo un regolare e periodico controllo garantisce una sicurezza ottimale». È di vantaggio muovere le componenti interne mobili più volte fino alla loro posizione finale ed al più tardi dopo 500 corse di bloccaggio. (Il lubrificante espulso viene in questo modo riportato sulle superfici di pressione. La forza di serraggio si conserva quindi per un periodo di tempo più lungo).

1.2.12 Collisione

Prima di un nuovo impiego successivo ad una collisione, l'attrezzatura di serraggio deve essere sottoposta ad un controllo da parte di un perito qualificato, per escludere la presenza di eventuali incrinature.

1.2.13 Sostituzione dei nottolini

Se le ganasce riportate sono collegate alla ganascia base tramite un nottolino, questo può essere sostituito solo con un nottolino ORIGINALE RÖHM.

1.3 Pericoli per l'ambiente

1. Sostanze

Per il funzionamento di un dispositivo di bloccaggio sono necessari a volte diversi fluidi per la lubrificazione, il raffreddamento ecc. Tutte le sostanze operative vengono addotte di regola nell'attrezzatura di serraggio o internamente attraverso l'elemento di azionamento oppure dall'esterno. Utilizzando l'attrezzatura di serraggio deve essere prestata particolare attenzione a questi fluidi, per fare in modo che non possano essere dispersi nell'ambiente; **Attenzione pericolo di inquinamento dell'ambiente!**

Questo vale in particolare

- durante l'operazione di montaggio / smontaggio, poiché nelle tubature, nei vani dei pistoni o viti di scarico dell'olio si trovano ancora dei residui,
- in caso di presenza di guarnizioni porose, difettose o montate non correttamente,
- per le sostanze operative, che per motivi costruttivi fuoriescono e/o vengono espulsi o sciacquati via dal mezzo di bloccaggio durante il funzionamento.

Le sostanze che fuoriescono dovrebbero essere raccolte e riutilizzate oppure essere smaltite in conformità alle normative di legge!

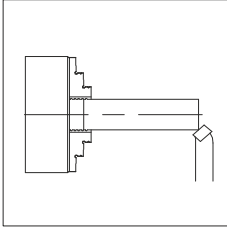
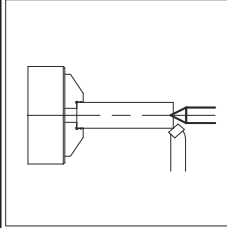
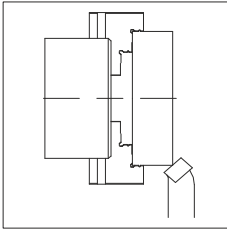
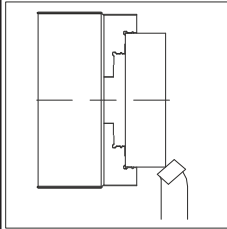
2. Rumore

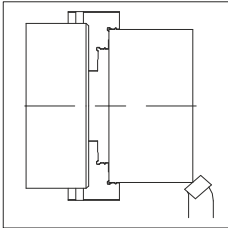
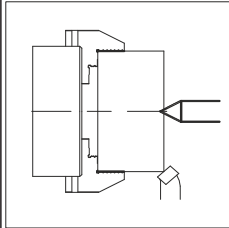
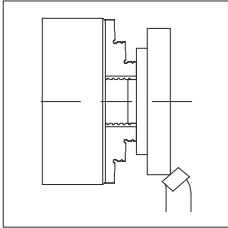
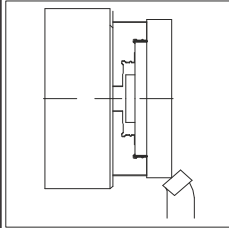
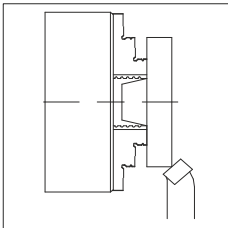
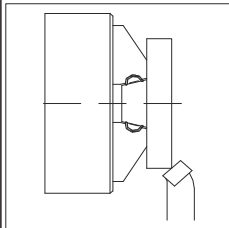
Il funzionamento di gruppi rotanti non esclude che questi possano rilasciare emissioni sonore. Di regola, queste emissioni possono essere rilevate per la prima volta durante la messa in funzione.

Se queste emissioni non possono essere eliminate mediante misure costruttive sull'attrezzatura di serraggio o misure tecniche di lavorazione, il fabbricante o il gestore della macchina deve, eventualmente, prevedere un adeguato isolamento acustico sulla macchina.

1.4 Requisiti tecnici di sicurezza per l'utilizzo di attrezzature di serraggio azionate automaticamente

- Il mandrino della macchina deve essere avviato solo se la pressione nel cilindro di serraggio ha raggiunto il valore richiesto ed il serraggio è avvenuto nel settore di lavoro permesso.
- Lo sbloccaggio deve poter avvenire esclusivamente in condizione di arresto del mandrino della macchina. Una eccezione è concessa solo se il procedimento complessivo prevede una operazione di carico / scarico in movimento e nel caso in cui la costruzione del distributore / cilindro lo permetta.
- Nel caso di interruzione dell'energia di serraggio, un segnale deve fermare immediatamente il mandrino della macchina.
- Nel caso di interruzione dell'energia di serraggio, il pezzo deve rimanere bloccato in modo fisso fino al momento dell'arresto del mandrino.
- Nel caso di interruzione della tensione elettrica e di un suo successivo ripristino, non deve poter avvenire alcuna modifica della momentanea impostazione di comando.

| Sbagliato | Corretto |
|---|---|
| <p>Lunghezza di serraggio troppo corta, sporgenza del pezzo troppo lunga</p>  | <p>Appoggio supplementare su punta o lunetta</p>  |
| <p>Ø di serraggio troppo grande</p>  | <p>Impiegare un mandrino più grande</p>  |

| Sbagliato | Corretto |
|---|--|
| <p data-bbox="169 172 565 225">Pezzo troppo pesante e gradino di serraggio troppo corto</p>  | <p data-bbox="613 172 975 225">Appoggio punto e su gradino di serraggio prolungato</p>  |
| <p data-bbox="169 480 501 507">Ø di serraggio troppo piccolo</p>  | <p data-bbox="613 480 1005 507">Serraggio sul maggior Ø possibile</p>  |
| <p data-bbox="169 761 557 813">Pezzi con fusioni o inclinazioni da fucinatura</p>  | <p data-bbox="613 761 968 788">Serraggio con inserti pendolari</p>  |

2 Numero di giri di riferimento e calcolo della forza di bloccaggio

2.1 Attrezzature di serraggio ad azionamento meccanico

2.1.1 Numero di giri di riferimento

Per l'utilizzo delle griffe di bloccaggio devono essere osservate e rispettate le seguenti regole:

- Le griffe di bloccaggio devono essere configurate in modo leggero e base possibile. Il punto di bloccaggio deve essere il più vicino possibile al lato frontale dell'autocentrante (punti di bloccaggio con una distanza maggiore causano una maggiore pressione superficiale nella guida delle griffe e possono ridurre notevolmente la forza di serraggio).
- Se, per motivi costruttivi, le griffe speciali dovessero essere più larghe e/o più alte delle griffe gradinate assegnate all'attrezzatura di serraggio, devono essere tenute in considerazione le relative forze centrifughe più elevate quando viene definita la forza di serraggio necessaria ed il numero di giri di riferimento consentito.

Per il rilevamento del numero di giri di riferimento per un determinato compito di lavorazione vale la seguente formula:

$$n_{\max.} = \sqrt{\frac{F_{\text{spo}} - F_{\text{spz}}}{m \cdot r_c \cdot a}} \cdot \frac{30}{\pi}$$

F_{spo} = forza di serraggio iniziale dell'autocentrante a fermo (N)

F_{spz} = forza di serraggio necessaria dell'autocentrante per un determinato compito di lavorazione (N)

$n_{\max.}$ = numero max. di giri (min^{-1})

m = massa della completa unità di ganasce (kg) (ganasce di base e riportata)

r_c = raggio baricentrico della completa unità di ganasce (m)

a = numero di griffe

- Evitare possibilmente versioni saldate. Eventualmente verificare le saldature per quanto riguarda la forza centrifuga e il carico della forza di bloccaggio.
- Le viti di fissaggio devono essere disposte in modo tale da ottenere la massima coppia effettiva possibile.

2.1.2 Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante

Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante per la lavorazione di pezzi e della rispettiva forza di azionamento necessaria

- a) Calcolo della forza di serraggio F_{spz} necessaria (senza influenza del numero di giri) in considerazione del compito di lavorazione (operazione di lavoro).
- b) Definizione della forza di serraggio iniziale F_{spo} dell'autocentrante con mandrino fermo (tenendo conto delle forze centrifughe delle griffe).
- c) Definizione della forza di azionamento necessaria per la forza di serraggio iniziale F_{spo} .

Definizione della forza di serraggio

Il progressivo sviluppo della tecnologia di truciolatura rende necessario, per motivi della sicurezza sul lavoro, non solo determinare la **forza di serraggio necessaria**, ma anche rilevare e tenere conto delle variazioni di tale forza all'aumentare del numero di giri.

Le forze e le coppie che si verificano durante la truciolatura devono essere assorbite e trasmesse perfettamente dall'autocentrante. L'autocentrante assume questo compito principalmente con la **forza di serraggio generata** in esso:

La forza di serraggio è la somma aritmetica di tutte le forze delle griffe che agiscono radialmente sul pezzo. La forza di serraggio iniziale F_{spo} generata con autocentrante fermo può essere misurata in qualsiasi momento ed è quindi controllabile (nei diagrammi di azionamento della forza di serraggio tale forza è denominata «Forza totale di serraggio»). I dati riportati nel catalogo si riferiscono solo ad autocentranti in uno stato completamente perfetto, lubrificati e mantenuti.

Durante la lavorazione, nel punto di bloccaggio si verificano molti fattori di interferenza. In questo contesto non è possibile registrare precisamente gli stessi in valori di tabella vincolanti ai fini di un'applicazione universale.

Nella maggior parte dei casi, nella pratica è sufficiente applicare formule semplificate in cui sono incorporati i fattori determinanti fondamentali (calcolo approssimativo).

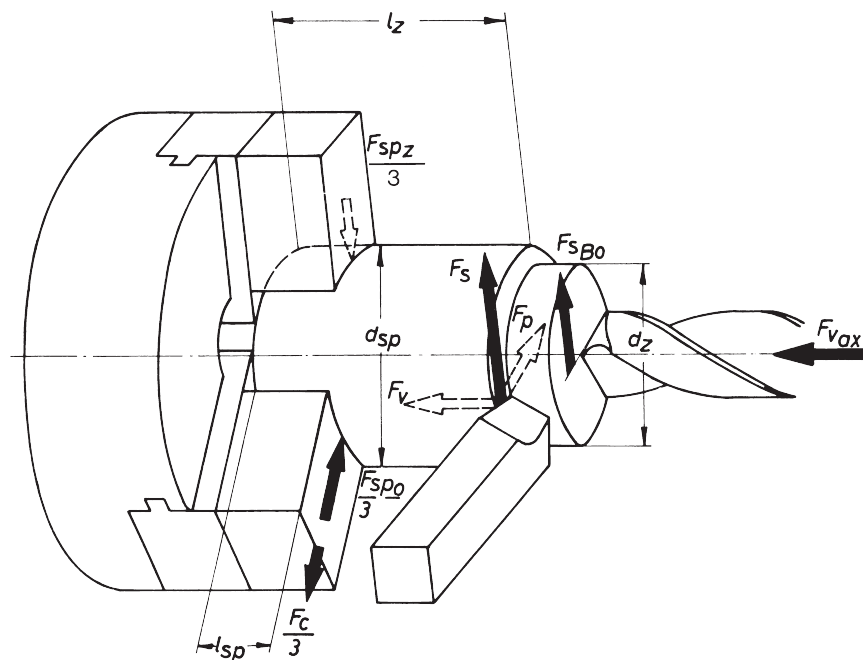


Fig. 1: Forze e coppie al punto di lavorazione e di serraggio

F_s = forza di taglio principale sul pezzo che agisce radialmente

F_{sBo} = forza di taglio sull'utensile (punta) che agisce assialmente

F_{vax} = forza di avanzamento sull'utensile che agisce assialmente

F_{spz} = forza totale di serraggio necessaria (senza influenza del numero di giri)

F_c = forza centrifuga delle griffe / = perdita di forza di serraggio (visibile dal diagramma «Forza di serraggio – Numero di giri» dei singoli tipi di autocentranti)

F_{spo} = forza di serraggio iniziale (totale) a fermo dell'autocentrante

l_z = distanza punto di truciolatura–punto di serraggio

d_z = diametro di truciolatura

d_{sp} = diametro di serraggio

l_{sp} = lunghezza di bloccaggio

2.1.3 Tornitura

Riguardo a) «Calcolo della forza di serraggio F_{spz} necessaria» (vedi **Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante [95]**)

La forza di serraggio necessaria è determinata dal compito di lavorazione.

La forza di taglio dell'utensile di tornitura si articola in tre componenti:

Forza di taglio principale F_s – Forza di avanzamento F_v – Forza passiva F_p . Durante la tornitura, la forza di avanzamento F_v e la forza passiva F_p sono assorbite principalmente dalla superficie di accoppiamento del pezzo sulle griffe. La restante forza di taglio principale genera alla tornitura un momento ($F_s \times d_z/2$), il quale deve essere assorbito e trasmesso dall'autocentrante attraverso l'attrito nel punto di serraggio.

Il momento generato alla tornitura attraverso la forza di taglio principale determina la forza di serraggio necessaria.

$$F_{spz} = \frac{F_s - S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} \quad (1)$$

Per ciò:

F_{spz} = forza di serraggio necessaria dell'autocentrante a fermo per un determinato compito di lavorazione

F_s = forza di taglio principale

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{Ø di truciolatura (Ø di lavorazione)}}{\text{Ø di serraggio}}$$

Rapporto di serraggio

μ_{sp} = coefficiente di serraggio (valore di attrito griffa-pezzo)

S_z = fattore di sicurezza

In questa formula, le componenti «Forza di avanzamento F_v » e «Forza passiva F_p » non sono immesse. Se in casi estremi ciò è necessario, queste forze vengono considerate nel «Fattore di sicurezza S_z ».

La «Forza di taglio principale F_s » si calcola da avanzamento, profondità di taglio e materiale.

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c \quad (2)$$

Per ciò:

s = avanzamento mm/giro

t = profondità di taglio mm

k_c = forza di taglio specifica kN/mm²

Il prodotto: $s \times t$ (avanzamento x profondità di taglio) = sezione truciolo (riportato in Tabella 1)

| Profondità di taglio t (mm) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Avanzamento (mm) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0,16 | | | | 0,8 | 0,96 | 1,12 | 1,28 | 1,44 | 1,6 | 1,92 | 0,16 |
| 0,20 | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 0,20 |
| 0,25 | | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 3,0 | 0,25 |
| 0,32 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,6 | 1,96 | 2,24 | 2,56 | 2,88 | 3,2 | 3,84 | 0,32 |
| 0,40 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,8 | 0,40 |
| 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 0,50 |
| 0,63 | 1,26 | 1,89 | 2,52 | 3,15 | 3,78 | 4,41 | 5,04 | 5,67 | 6,3 | 7,56 | 0,63 |
| 0,80 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,2 | 8,0 | 9,6 | 0,80 |
| 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 1,0 |
| 1,25 | 2,5 | 3,75 | 5,0 | 6,25 | 7,5 | 8,75 | 10,0 | 11,25 | 12,5 | 15,0 | 1,25 |
| 1,60 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8,0 | 9,6 | 11,2 | 12,8 | 14,4 | 16,0 | 19,2 | 1,60 |

Tab. 1: Determinazione della sezione truciolo (mm²)

La «Forza di taglio specifica k_c » in funzione dell'avanzamento è riportata in Tabella 2.

| Forza di taglio specifica k_c con avanzamento s e angolo di incidenza 45° | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Materiale | | Resistenza B kN/mm ² | Avanzamento s (mm) | | | | | |
| | | | 0,16 | 0,25 | 0,4 | 0,63 | 1,0 | 1,6 |
| Acciai | St 42 (1.0130) | fino a 0,50 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | St 50-2 (1.0050) | 0,52 | 3,50 | 3,10 | 2,75 | 2,45 | 2,15 | 1,95 |
| | St 60-2 (1.0060) | 0,62 | 3,05 | 2,80 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 |
| | C 45 (1.0503) | 0,67 | | | | | | |
| | C 60 (1.0601) | 0,77 | | | | | | |
| | St 70-2 (1.0070) | 0,72 | 4,35 | 3,80 | 3,30 | 2,90 | 2,50 | 2,20 |
| | 18CrNi8 (1.5920) | 0,63 | | | | | | |
| | 42CrMo4 (1.7225) | 0,73 | 4,35 | 3,90 | 3,45 | 3,10 | 2,75 | 2,45 |
| | 16MnCr5 (1.7131) | 0,77 | 3,75 | 3,30 | 2,95 | 2,60 | 2,30 | 2,05 |
| | Mn, CrNi | 0,85-1,00 | 3,70 | 3,40 | 3,10 | 2,80 | 2,55 | 2,35 |
| Mn-acciaio duro | | 5,40 | 4,90 | 4,40 | 4,00 | 3,60 | 3,30 | |
| Materiale in ghisa | GE 240 (GS-45) | 0,30-0,50 | 2,30 | 2,10 | 1,95 | 1,80 | 1,70 | 1,60 |
| | GE 260 (GS-52) | 0,50-0,70 | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | EN-GJL-160 (GG 16) | HB 2,00 | 1,50 | 1,35 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 |
| | EN-GJL-250 (GG 25) | HB 2,00-2,50 | 2,05 | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 | 1,15 |

| Forza di taglio specifica k_c con avanzamento s e angolo di incidenza 45° | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| Metalli non ferrosi | Bronzo in ghisa | | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | Bronzo duro | | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |
| | Ottone | HB 0,80-1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| | Alluminio fuso | 0,30-0,422,60 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |

 Tab. 2: Forza di taglio specifica k_c (kN/mm²)

IT

$\frac{d_z}{d_{sp}}$

Il rapporto di serraggio $\frac{d_z}{d_{sp}}$ va determinato dalle condizioni di lavoro stesse esistenti. Può essere utilizzata anche Tabella 3.

| Ø di serraggio d_{sp} (mm) | Ø di truciolatura d_z (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| 20 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | | | | | | | | | | | |
| 40 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,8 | | | | | | | | | |
| 60 | 0,33 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,5 | 3,3 | 4,2 | | | | | | | |
| 80 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 2,5 | 3,1 | 3,8 | 4,4 | | | | | |
| 100 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | | | | |
| 150 | 0,13 | 0,27 | 0,4 | 0,53 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 1,3 | 2,7 | 3,3 | 4,0 | | |
| 200 | | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 250 | | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 |
| 300 | | | 0,2 | 0,27 | 0,33 | 0,5 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,7 |
| 350 | | | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,43 | 0,57 | 0,72 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,3 |
| 400 | | | | 0,2 | 0,25 | 0,38 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 |
| 500 | | | | 0,16 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| 600 | | | | | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 |
| 700 | | | | | | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,5 | 0,57 | 0,71 | 0,86 | 1,0 | 1,1 |
| 800 | | | | | | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,44 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 |

Tab. 3: Rapporto di serraggio

Il coefficiente di serraggio μ_{sp} è il coefficiente di attrito nella zona di contatto tra la superficie di accoppiamento delle griffe e il pezzo. Questo coefficiente dipende dall'esecuzione

- della superficie di accoppiamento delle griffe
- della superficie del pezzo
- del materiale.

Il coefficiente di serraggio è riportato in Tabella 4.



La cosiddetta sede di accoppiamento è più adatta alla trasmissione delle forze rispetto alla sede bordata o a sella.

| Superficie del pezzo | Liscia | Superficie di accoppiamento delle griffe Dentatura a blocchetto | Dentatura acuta |
|-----------------------------|--|--|------------------------|
| Rettificata liscia fine | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| Lisciata fino a sgrossata | 0,10 | 0,20 | 0,35 |
| Grezza, ovvero non lavorata | 0,15 | 0,30 | 0,45 |
| Valori di correzione: | Al, leghe = 0,95, Ms = 0,90, GG = 0,80 | | |

Tab. 4: Coefficiente di serraggio μ_{sp} per pezzi in acciaio

Fattore di sicurezza S_z

La grandezza del fattore di sicurezza S_z dipende dalla precisione con cui possono essere determinate le interferenze quali carico, coefficiente di serraggio ecc. e dal livello di sicurezza richiesto.

In ogni caso deve essere possibilmente ≥ 2 .

| Fattori di influenza | Fattore di sicurezza S_z | |
|--|----------------------------|--|
| | Autocentranti nuovi | Autocentranti più vecchi (con manutenzione regolare) |
| a) bloccaggio al volo $l_z \leq dsp$ b) nessun supporto radiale dalla contropunta c) utensile attacca radialmente d) nessun accoppiamento assiale del pezzo alle griffe e) rapporto lunghezza di bloccaggio rispetto alla «Distanza punto di truciolatura–punto di serraggio» $\frac{l_z}{l_{sp}} \leq 3$ | $\geq 2,0$ | $\geq 2,4$ |
| $6 \geq \frac{l_z}{l_{sp}} \geq 3$ | $\geq 4,0^*$ | $\geq 4,8^*$ |

Tab. 5: Fattore di sicurezza S_z (valore di riferimento)

* I fattori di sicurezza possono essere più bassi se il pezzo è supportato nella contropunta o se accoppiato assialmente alle griffe.

Le sovrapposizioni di forze alternate sono trascurate perché la loro influenza, riferita al fabbisogno totale, è molto ridotta. Presupposti per l'applicazione dei fattori di sicurezza sono:

Uno stato perfetto dell'autocentrante, nessun danneggiamento, autocentrante sufficientemente ingrassato (osservare esattamente il manuale operativo).

I carichi seguenti del bloccaggio pezzo non sono stati registrati qui:

- a) Forze e coppie di squilibrio con pezzi asimmetrici
- b) Forza peso del pezzo

Secondo la direttiva VDI 3106 è possibile calcolare con esattezza la forza di serraggio necessaria dal compito di truciolatura.

Disponibile presso: Beuth-Verlag GmbH, Kamekestraße 8, 50672 Colonia

Riguardo b) (vedi **Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante [► 95]**)

La forza di serraggio dell'autocentrante per torni rotante è fortemente influenzata, con alti numeri di giri, dalle forze centrifughe delle griffe. Queste forze devono già essere prese in considerazione nel determinare la forza di serraggio iniziale F_{spo} . Ne risulta pertanto la seguente formula:

$$F_{spo} = S_{SP} \cdot (F_{SPZ} \pm F_C)$$

Il segno (+) vale per il serraggio dall'esterno verso l'interno.

Il segno (-) vale per il serraggio dall'interno verso l'esterno.

Per ciò:

F_C = forza centrifuga totale delle griffe di bloccaggio determinata sperimentalmente riportata nel diagramma «Forza di serraggio – Numero di giri».

Qui le curve caratteristiche della forza di serraggio si riferiscono alle rispettive griffe gradinate dure dell'autocentrante.

S_{sp} = fattore di sicurezza per la forza di serraggio iniziale secondo la direttiva VDI 3106 $\geq 1,5$

All'impiego di ganasce riportate molto pesanti (ganasce speciali), le forze centrifughe F_C possono essere calcolate secondo la seguente formula:

$$F_C = m \cdot r \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{900.000} \cdot \eta$$

Per ciò:

m = massa delle griffe kg

r = raggio baricentrico delle griffe cm

n = numero di giri min^{-1}

F_C = forza centrifuga con numero di giri daN

η = rendimento

η può essere stimato approssimativamente con $0,4 \leq \eta \leq 0,6$

Se per «m» viene impiegata la massa di tutte le griffe (ganasce di base e riportate), allora si calcola la somma delle forze centrifughe.

Riguardo c) (vedi **Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante [► 95]**)

La forza di azionamento è in un determinato rapporto, a seconda della costruzione dell'autocentrante, rispetto alla forza totale di serraggio. I valori della forza di azionamento sono riportati nel diagramma «Forza di serraggio – Forza di azionamento».

Nei casi in cui le forze centrifughe delle griffe diventano troppo grandi e gli autocentranti non possono essere utilizzati con le solite ganasce riportate, per determinate operazioni di lavoro possono essere impiegate anche ganasce riportate in metallo leggero con particolare resistenza.

Esempio di calcolo

Dato:

1. Dati del pezzo e truciolatura:

| | | |
|---|----------|--------------------------|
| Materiale | | = C 45 |
| Diametro di serraggio (sgrossato): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diametro di truciolatura: | d_z | = 20 mm Ø |
| Avanzamento: | s | = 0,5 mm |
| Profondità di taglio: | t | = 5 mm |
| Distanza punto di truciolatura-serraggio: | l_z | = 50 mm |
| Numero di giri: | n | = 3000 min ⁻¹ |

2. Dati mandrino

Autocentrante KFD 200, griffe con dentatura a blocchetto, stato dell'autocentrante: nuovo (nessun fattore di influenza particolare), serraggio dall'esterno con ganasce riportate UB-538-04 nella posizione del campo mediano di serraggio.

Si cerca:

- Forza di serraggio necessaria F_{spz} = forza totale di serraggio necessaria (senza influenza del numero di giri)
- Forza di serraggio iniziale F_{spo} = forza di serraggio iniziale (totale) a fermo dell'autocentrante
- Forza di azionamento

Operazione di calcolo

- Forza di taglio principale (Formula 2)

$$s \cdot t = \text{da Tabella 1}$$

$$k_c = \text{da Tabella 2}$$

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,50 = 6,25 \text{ kN}$$

- Forza di serraggio necessaria (Formula 1)

$$F_{spz} = \frac{F_s \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{6,25 \text{ kN} \cdot 2,0 \cdot 0,33}{0,20} \approx 21,00 \text{ kN}$$


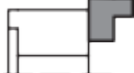
Fattore di sicurezza S_z da Tabella 5

Coefficiente di serraggio $\mu_{sp} = \frac{d_z}{d_{sp}}$ = da Tabella 4

Rapporto di serraggio $\frac{d_z}{d_{sp}}$ = da Tabella 3

- Letture della riduzione della forza di serraggio dal diagramma «Forza di serraggio – Numero di giri» per KFD 200, con numero di giri 3000 min⁻¹: $F_c = 18 \text{ kN}$. Per il diagramma vedi la pagina seguente.
- Forza di serraggio iniziale $F_{spo} = S_{sp} \cdot (F_{spz} + F_c)$ (Formula 3)
 $= 1,5 \cdot (21 \text{ kN} + 18 \text{ kN}) = 58,50 \text{ kN}$ S_{sp} secondo direttiva VDI 3106 F_c . Per il diagramma vedi la pagina seguente.

5. Lettura della forza di azionamento dal diagramma «Forza di serraggio – Forza di azionamento» per KFD 200 con forza di serraggio 58,50 kN ~ 29,00 kN della forza di azionamento. Per il diagramma vedi la pagina seguente.

| | | | |
|---|---|--|---|
| Caratteristica superiore momento centrifugo più piccolo della ganascia riportata |  | Caratteristica inferiore momento centrifugo più grande della ganascia riportata |  |
|---|---|--|---|

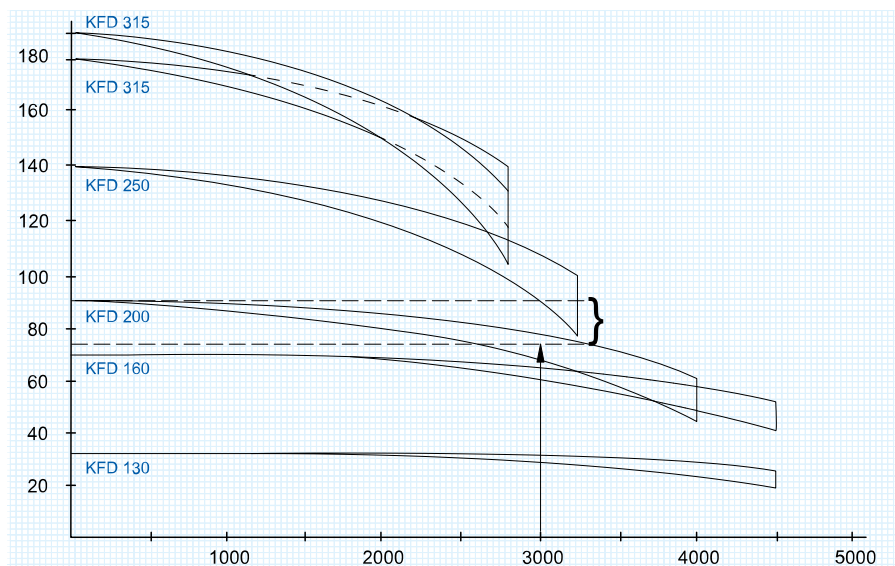


Fig. 2: Diagramma «Forza di serraggio – Numero di giri» per KFD autocentrante a 3 griffe

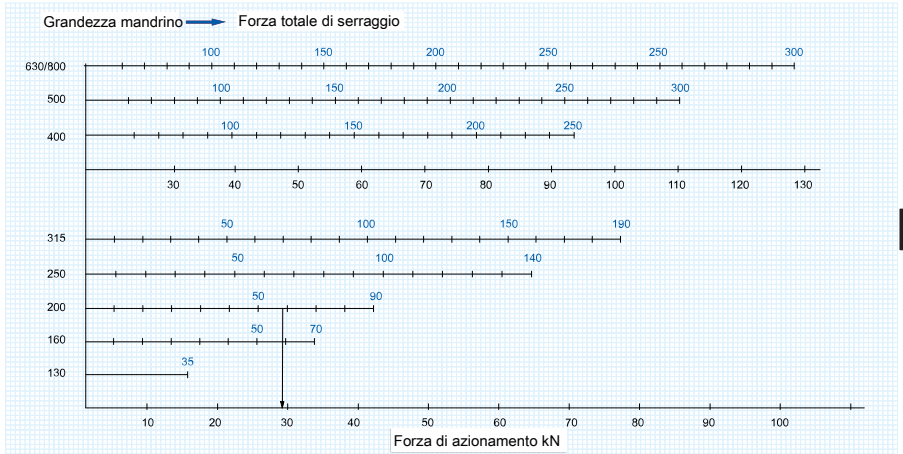


Fig. 3: Diagramma «Forza di serraggio – Forza di azionamento» per KFD autocentrante a 3 griffe

2.1.4 Foratura

- Foratura nel solido (punta a spirale a doppio tagliente, angolo acuto $\geq 120^\circ$)

Riguardo a) (vedi **Determinazione della forza di serraggio necessaria dell'autocentrante** [► 95])

La forza di serraggio necessaria è determinata dal compito di lavoro. La possibilità di calcolo di seguito riportata si applica al pezzo a serraggio libero, cioè senza contatto della superficie di accoppiamento del pezzo alle griffe. Le componenti che agiscono sul pezzo, Forza di taglio F_{sBo} e Forza di avanzamento F_{vax} , danno la risultante F_R .

La forza di taglio F_{sBo} si calcola da:

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c \quad (4)$$

Per ciò:

s = avanzamento mm/giro

t = profondità di taglio mm = $\frac{\varnothing \text{ punta}}{2}$

k_c = forza di taglio specifica kN/mm²

La forza di avanzamento F_{vax} è in un determinato rapporto rispetto alla forza di taglio e può essere letta direttamente dalla Figura 4.

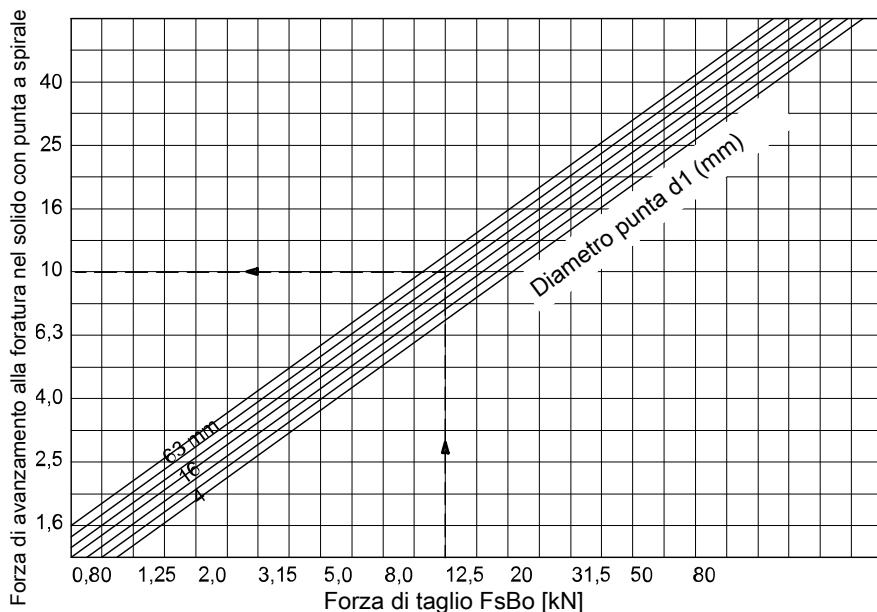


Fig. 4: Forza di avanzamento F_{vax}

Entrambe le componenti F_{sBo} e F_{vax} danno la forza risultante F_R

$$F_R = \sqrt{F_{sBo}^2 + F_{vax}^2}$$

La grandezza della forza risultante F_R può essere letta direttamente dalla Figura 5. I valori intermedi che ne risultano devono essere mediati.

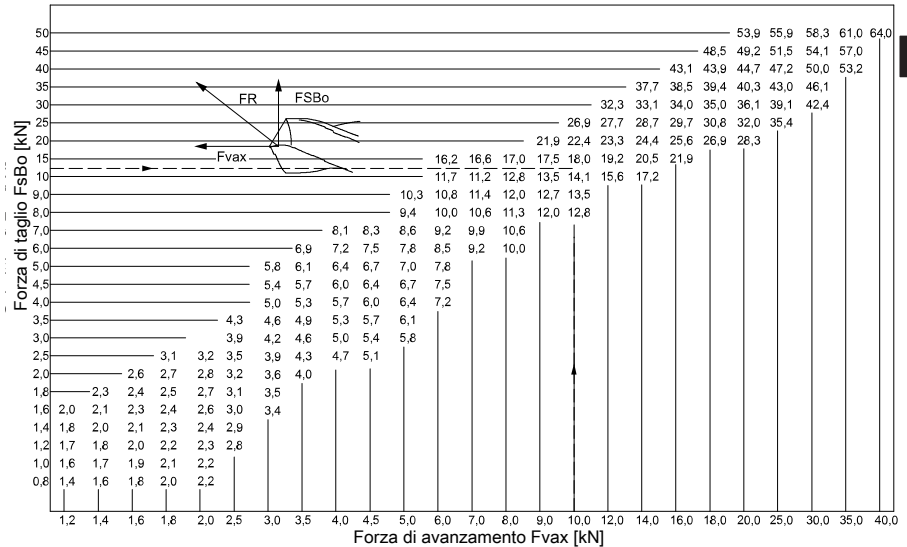


Fig. 5: Forza risultante F_R kN

La forza risultante F_R data alla foratura nel solido viene inserita nella conosciuta formula della forza di serraggio necessaria F_{spz} :

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}}$$

Per ciò:

F_{spz} = forza di serraggio necessaria dell'autocentrante a fermo per un determinato compito di lavorazione

F_R = forza risultante dalla forza di taglio e forza di avanzamento

Rapporto di serraggio

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{\textcircled{O}} \text{ di truciolatura}}{\text{\textcircled{O}} \text{ di serraggio}} \quad \text{dove} \quad d_z = \frac{\text{\textcircled{O}} \text{ punta}}{2}$$

μ_{sp} = coefficiente di serraggio (valore di attrito griffa-pezzo)

S_z = fattore di sicurezza

Riguardo b) e c)

Proseguire il calcolo per la determinazione della forza di serraggio iniziale F_{spo} fino alla determinazione della forza di azionamento e della pressione necessaria esattamente secondo **Tornitura [► 97]**, riguardo b) e c).

Esempio di calcolo

Dato:

1. Dati del pezzo e truciolatura:

| | | |
|---|----------|-------------------------|
| Materiale | | = C 45 |
| Diametro di serraggio d_{sp} (sgrossato): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diametro punta (nel solido) | | = 30 mm Ø |
| Avanzamento: | s | = 0,3 mm |
| Profondità di taglio: | t | = 15 mm |
| Numero di giri: | n | = 200 min ⁻¹ |

2. Dati mandrino

Autocentrante KFD 200

griffe con dentatura a blocchetto,

serraggio dall'esterno con ganasce riportate UB-538-04 nella posizione del campo mediano di serraggio, stato dell'autocentrante: nuovo (nessun fattore di influenza particolare)

Si cerca

1. Forza di serraggio necessaria F_{spz}
2. Forza di serraggio iniziale F_{spo}
3. Forza di azionamento

Operazione di calcolo

1. Forza di taglio (Formola 4)

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c = 0,3 \cdot 15 \cdot 2,70 = 12,10 \text{ kN}$$

s · t da Tabella 1 (o calcolato)

k_c da Tabella 2

2. Forza di serraggio necessaria

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{15,70 \cdot 2,0}{0,2} \cdot 0,25 = 39,25 \text{ kN}$$

Forza risultante F_R da Tabella 7 (prima F_{vax} da Tabella 6, Fattore di sicurezza S_z da Tabella 5) Coefficiente di serraggio μ_{sp} da Tabella 4

Rapporto di serraggio $\frac{d_z}{d_{sp}}$ da Tabella 3 (o calcolato)

3. Verificare se con numero di giri di $n = 200 \text{ min}^{-1}$ si verificano forze centrifughe efficaci delle griffe. Non è il caso in questo esempio, perciò:
4. Forza di serraggio iniziale $F_{spo} = S_{sp} \cdot F_{spz} = 1,5 \cdot 39,25 \text{ kN}$
 S_{sp} dalla direttiva VDI 3106 = 59,00 kN

5. Lettura della forza di azionamento dal diagramma «Forza di serraggio – Forza di azionamento» per KFD 200. Con forza di serraggio 59,00 kN = 29 kN della forza di azionamento.
6. **Alesatura (foratura con punta da trapano)**
A tale scopo va applicata la stessa operazione di calcolo «A. Tornitura».

Indice delle tabelle

| | | |
|--------|---|-----|
| Tab. 1 | Determinazione della sezione truciolo (mm ²) | 98 |
| Tab. 2 | Forza di taglio specifica kc (kN/mm ²) | 98 |
| Tab. 3 | Rapporto di serraggio | 99 |
| Tab. 4 | Coefficiente di serraggio μ_{sp} per pezzi in acciaio | 100 |
| Tab. 5 | Fattore di sicurezza Sz (valore di riferimento) | 101 |

Índice de contenido

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | Observaciones de seguridad y directivas | 112 |
| 1.1 | Cualificación del operador | 112 |
| 1.2 | Peligros de lesión | 112 |
| 1.2.1 | Acumuladores de energía integrados | 112 |
| 1.2.2 | La velocidad máxima admisible | 113 |
| 1.2.3 | Exceso de la velocidad admisible | 113 |
| 1.2.4 | Desequilibrio | 113 |
| 1.2.5 | Cálculo de las fuerzas de sujeción necesarias | 114 |
| 1.2.6 | Empleo de otros/adicionales juegos de sujeción/piezas a trabajar | 114 |
| 1.2.7 | Control de la fuerza de sujeción / Instalaciones de sujeción sin abasteci- miento permanente de presión | 115 |
| 1.2.8 | Resistencia mecánica de la pieza a trabajar que se ha de sujetar | 116 |
| 1.2.9 | Peligro de aplastamiento | 116 |
| 1.2.10 | Fijación y sustitución de tornillos | 117 |
| 1.2.11 | Trabajos de mantenimiento | 118 |
| 1.2.12 | Colisión | 118 |
| 1.2.13 | Cambio de tuercas correderas en ranura en T | 118 |
| 1.3 | Riesgos ambientales | 119 |
| 1.4 | Especificaciones en razón de la seguridad en dispositivos de sujeción acciona- dos por fuerza (mecánicamente) | 119 |
| 2 | Velocidad de referencia y cálculo de la fuerza de sujeción..... | 122 |
| 2.1 | Dispositivos de sujeción accionados por fuerza | 122 |
| 2.1.1 | Velocidad de referencia | 122 |
| 2.1.2 | Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato..... | 123 |
| 2.1.3 | Tornear | 125 |
| 2.1.4 | Taladrado..... | 134 |

1 Observaciones de seguridad y directivas

A continuación, se va a proceder a explicar las observaciones de seguridad y directivas para el empleo de instalaciones de sujeción accionadas por fuerza.

1.1 Cualificación del operador

Aquel personal que no tenga experiencia en el modo de tratar dispositivos de sujeción, se encuentra particularmente expuesto a peligros de lesión, sobre todo durante los trabajos de ajuste, debido a movimientos y fuerzas de sujeción producidos en los dispositivos de sujeción. Por este motivo, las instalaciones de sujeción deberán usarse, ajustarse o repararse únicamente por parte de personas, que tengan la formación o cualificación apropiada o experiencia de muchos años, resp. En el montaje del plato, se ha de comprobar el buen funcionamiento del plato antes de proceder a la puesta en marcha.

Dos puntos son importantes:

- Fuerza de sujeción: Para la fuerza de accionamiento/presión máx. se ha de alcanzar la fuerza de sujeción indicada para el medio de sujeción (+15 %).
- Control de carrera: La carrera del émbolo de sujeción tiene que presentar un área de seguridad en la posición final delantera y trasera. El husillo de la máquina no deberá ponerse en marcha, hasta que el émbolo de sujeción haya pasado el área de seguridad. Para el control del recorrido de sujeción sólo se pueden emplear interruptores de límite que cumplen con los requisitos impuestos a los interruptores de límite de seguridad según la Federación Alemana de Industrias Electrotécnicas VDE 0113 / 12.73 apartado 7.1.3.

1.2 Peligros de lesión

Por razones técnicas, en este grupo constructivo puede haber piezas de aristas vivas. ¡Para prevenir peligros de lesiones se deberá tener un cuidado especial al proceder con trabajos en el mismo!

1.2.1 Acumuladores de energía integrados

Las piezas móviles pretensadas con muelles de presión, de tracción u otros muelles, o con otros elementos elásticos, representan un potencial de peligro a causa de la energía que acumulan. Si no se les da la debida importancia, se pueden producir heridas graves causadas por elementos volando incontroladamente a manera de proyectil de un lado a otro. Se deberá reducir esta energía acumulada antes de proceder a realizar otros trabajos. En los dispositivos de sujeción, que se tengan que desmontar, se deberá, con ayuda del dibujo de conjunto, averiguar en que posiciones hay tales fuentes de peligro.

De no ser posible «desactivar» estas energías sin peligro, el desmontaje de tal elemento deberá ser realizado por colaboradores autorizados de la empresa RÖHM GmbH.

1.2.2 La velocidad máxima admisible

La velocidad máx. admisible únicamente deberá aplicarse habiéndose iniciado la fuerza de accionamiento máx. admisible y con platos que funcionen impecablemente. El hecho de no observar este principio puede resultar en la pérdida de la fuerza de sujeción restante y como consecuencia de esto, pieza a trabajar expulsadas con el correspondiente riesgo de lesiones. Con velocidades elevadas, el plato únicamente deberá utilizarse bajo una cubierta protectora de dimensiones apropiadas.

1.2.3 Exceso de la velocidad admisible

ES

Este dispositivo está previsto para la aplicación giratoria. Las fuerzas centrífugas causadas por frecuencias de giro o velocidades periféricas demasiado altas, pueden provocar que se suelten componentes, los cuales representan un potencial de peligro para personas u objetos que se encuentren cerca. Además, en medios de sujeción que únicamente admiten velocidades bajas, pero que se operan con velocidades más altas, se puede originar un desequilibrio, el cual tiene un efecto negativo en lo que se refiere a la seguridad y eventualmente en el resultado del mecanizado.

La operación de este dispositivo con velocidades más altas que las admisibles no está permitido por las razones arriba mencionadas. La velocidad y la fuerza/presión de accionamiento máximas están grabadas en el cuerpo y no deberán excederse. Es decir, la velocidad máxima de la máquina prevista no deberá exceder la velocidad máxima del dispositivo de sujeción y por esto deberá limitarse.

Ya una sola situación de exceso de los valores admisibles puede causar daños y representar una fuente de peligro oculta, aunque esto por lo pronto no se pueda ver. En este caso, se deberá informar al fabricante, para que éste pueda realizar una comprobación de la seguridad de funcionamiento y de operación. Únicamente así se puede garantizar la operación segura del dispositivo de sujeción.

1.2.4 Desequilibrio

Una compensación de rotación insuficiente puede conllevar riegos inevitables, véase § 6.2 No. e) EN 1550. Esto es especialmente importante con velocidades elevadas, con el mecanizado de piezas a trabajar asimétricas o con el empleo de diferentes garras intercambiables.

Para evitar daños que puedan originarse de esto, se habrá de hacer lo posible para equilibrar dinámicamente el plato con la pieza a trabajar conforme la DIN ISO 21940.

1.2.5 Cálculo de las fuerzas de sujeción necesarias

Las fuerzas de sujeción necesarias para la velocidad máx. admisible del plato para una tarea de mecanizado específica, se deberán determinar conforme a la directriz VDI 3106 - Determinación de la velocidad admisible para platos de torno (platos de garras). Si los insertos de sujeción especiales necesarios son, por motivos constructivos, más pesados o más grandes que los insertos de sujeción asignados al medio de sujeción, se deberán tener en cuenta en este caso las fuerzas centrífugas más elevadas producidas por este motivo en el momento de determinar la fuerza de sujeción necesaria y la velocidad admisible. Véase también **Velocidad de referencia y cálculo de la fuerza de sujeción** [▶ 122].

1.2.6 Empleo de otros/adicionales juegos de sujeción/piezas a trabajar

Para el empleo de insertos de sujeción en las piezas a trabajar, por principio, se tendrá que consultar la directriz VDI 3106 - Determinación de la velocidad admisible para platos de torno (platos de garras). Véase también **Velocidad de referencia y cálculo de la fuerza de sujeción** [▶ 122].

- a) Utilización de otros / adicionales insertos de sujeción
En caso de que se vayan a emplear insertos de sujeción que no sean los previstos para este dispositivo de sujeción, se deberá procurar que el plato no se opere con una velocidad demasiado elevada y con esto con fuerzas centrífugas demasiado elevadas. De otra manera se presenta el riesgo de que la sujeción de la pieza a trabajar no sea suficiente. Por esto, por principio es necesaria realizar una consulta al fabricante del plato y al constructor respectivo.
- b) Riesgo por eyección
Conforme a la normativa DIN EN ISO 23125 deberá existir una instalación protectora de separación en la máquina-herramienta para proteger al operador de piezas eyectadas. La resistencia de ésta se indica con la llamada clase de resistencia. De tenerse que poner en funcionamiento juegos de sujeción nuevos en la máquina, se deberá comprobar la admisibilidad previo a ello. Entre esto también cuentan juegos de sujeción y piezas de juego de sujeción fabricados por el usuario. Los puntos que influyen en la admisibilidad son: la clase de resistencia de la instalación protectora, las masas de las piezas eventualmente eyectadas (determinadas mediante calculación o pesándolas), el diámetro del plato máx. posible, al igual que la velocidad máx. alcanzable de la máquina. Para reducir la posible energía de impacto a una dimensión admisible deberán determinarse las masas y las velocidades admisibles (p. ej. consultando al fabricante de la máquina) y, en caso dado, limitar la velocidad máx. de la máquina. Sin embargo, las piezas de los juegos de sujeción (p. ej. las garras intercambiables, los alojamientos de pieza a trabajar, las garras de sujeción frontal, etc.) deberán construirse lo más ligeras posibles por principio.

- c) Sujeción de otras/adicionales piezas a trabajar
Si para este dispositivo de sujeción se han previsto juegos de sujeción especiales (garras, insertos de sujeción, asientos, elementos de alineación, fijaciones de posición, puntas, etc.), única y exclusivamente se deberán sujetar las piezas para las que fueron dimensionados estos juegos de sujeción. De no observar esto, se podrán originar daños a personas u objetos a causa de fuerzas de sujeción insuficientes o posicionamientos de sujeción desfavorables. Si se planea sujetar otras piezas distintas a trabajar con el mismo juego de sujeción, es necesaria la autorización por escrito del fabricante.

1.2.7 Control de la fuerza de sujeción / Instalaciones de sujeción sin abastecimiento permanente de presión

ES

- a) Control de la fuerza de sujeción (en general)
Conforme al § 6.2 N° d) EN 1550, se deberán usar dispositivos de medición de la fuerza de sujeción estáticos, para controlar el estado de mantenimiento a intervalos de tiempo regulares, según las instrucciones de mantenimiento. Después de aprox. 40 horas de servicio - independientemente de la frecuencia de sujeciones - efectuar un control de la fuerza de sujeción. De ser necesario, para esto se tendrán que usar garras o dispositivos especiales de medición de la fuerza de sujeción.
- b) Control de la fuerza de sujeción (en especial)
Los sistemas hidráulicos de abastecimiento, sobre todo con grandes secciones de conducción, conllevan el peligro de que, debido a los efectos dinámicos, la presión máxima - y por ello también el máximo de fuerza de accionamiento, - sea mayor que la presión ajustada. Lo que puede producir la sobrecarga mecánica de los componentes. Por ello, se deberá medir la suma de fuerzas de sujeción realmente conseguida en el momento de la puesta en marcha. La presión sólo se deberá ajustar tan alta, de tal manera que la suma de fuerzas de sujeción (durante la parada) máx. indicada en el plano en las instrucciones de empleo no se sobrepase.
- c) Dispositivos de sujeción sin abastecimiento permanente de presión
Existen dispositivos de sujeción, para los cuales se interrumpe durante la operación la conexión hidráulica o neumática con la fuente de presión (p. ej. para LVE / HVE). Por este motivo, se puede producir una caída de presión gradual. La fuerza de sujeción se puede reducir de tal manera que la pieza a trabajar no siga estando tensada suficientemente. A fin de compensar esta pérdida de presión, hay que activar, por motivos de seguridad, cada 10 minutos la presión de sujeción por lo menos durante 10 segundos. Lo que se deberá hacer igualmente después de largas pausas de operación, p. ej., cuando se interrumpe el mecanizado durante la noche y se continua a la mañana siguiente.

Sistema de medición de la fuerza de sujeción recomendado F-SENSO CHUCK (sólo para medición de fuerzas de sujeción externas)

| | | |
|----------------|-----------|--------|
| F-SENSO CHUCK. | Nº Ident. | 179800 |
|----------------|-----------|--------|

1.2.8 Resistencia mecánica de la pieza a trabajar que se ha de sujetar

A fin de garantizar una sujeción segura de la pieza a trabajar durante las fuerzas de mecanizados producidas, el material sujetado deberá presentar una solidez en función de la fuerza de sujeción y sólo podrá ser compresible de modo insignificante.

¡Materiales no metálicos, como p. e. plásticos, goma, etc. sólo deberán sujetarse y trabajarse con la autorización por escrito del fabricante!

1.2.9 Peligro de aplastamiento

El dispositivo de sujeción realiza movimientos considerables **axiales y/o radiales**, a veces con fuerzas enormes y en tiempos cortos.

Por esto, **durante los trabajos de montaje y de ajuste, o para la carga manual de piezas a trabajar**, se deberá desconectar por principio y en todo caso la unidad de accionamiento del dispositivo de sujeción prevista para activar el plato.

Sin embargo, si en la operación de ajuste no se puede prescindir de movimientos de sujeción, con caminos de sujeción **mayores de 4 mm y/o con hendiduras mínimas por debajo de 25 mm** deberá

- encontrarse montado en el dispositivo de sujeción un dispositivo portador de la pieza a trabajar (p. ej. prisma), fijo o provisional,
- o
- existir un dispositivo portador montado, de accionamiento independiente (p. ej. garras de centraje accionadas adicionalmente a mano en platos de centraje y platos de torno),
- o
- prever una ayuda de carga de la pieza a trabajar (p. ej. palo cargador),
- o
- ajustar una ralentización del camino (p. ej. mediante estrangulación del suministro hidráulico) a velocidades de marcha que **no son superiores a 2 m/min (especificación como en DIN EN ISO 23125:2015-04)**.

¡La forma del dispositivo de ajuste auxiliar depende por regla general de la máquina de mecanización empleada, y en caso dado deberá suministrarse por separado!

El operador de la máquina deberá cuidar de que, durante el procedimiento completo de ajuste, no se pueda producir riesgo alguno para personas debido a los movimientos de sujeción. Para este fin, se deberá prever el montaje de accionamientos a 2 manos (protegemanos) o, mejor aún, los correspondientes dispositivos de seguridad separadores.

1.2.10 Fijación y sustitución de tornillos

Si se sustituyen o aflojan tornillos, se deberá tener en cuenta que una sustitución o una fijación deficientes puede poner en peligro a personas. Por este motivo, en todos los tornillos de fijación se deberá aplicar por regla general el par de apriete correspondiente a la calidad del tornillo y recomendada por el fabricante del tornillo.

Para los **tornillos de cabeza cilíndrica** de los tamaños convencionales M4 - M24 de las clases de resistencia 8.8, 10.9 y 12.9 se ha de aplicar la tabla de pares de apriete:

Par de apriete en Nm

ES

| Clase de resistencia | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|----------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 8.8 | 1,27 | 3,0 | 5,9 | 10,1 | 24,6 | 48 | 84 | 133 | 206 | 295 | 415 | 567 | 714 |
| 10.9 | 1,79 | 4,6 | 8,6 | 14,9 | 36,1 | 71 | 123 | 195 | 302 | 421 | 592 | 807 | 1017 |
| 12.9 | 2,14 | 5,1 | 10 | 17,4 | 42,2 | 83 | 144 | 229 | 354 | 492 | 692 | 945 | 1190 |



¡Los valores de la tabla **no** se aplicarán en caso de haberse indicado expresamente otros pares de apriete!

Si se sustituyen los tornillos originales, la clase de resistencia se deberá aplicar según especificación del fabricante. En el caso de tornillos de fijación para medios de sujeción, inserciones de sujeción, garras intercambiables, instalaciones fijas, tapas pretensadas, masas de compensación y elementos comparables se deberá aplicar por principio la calidad 12.9.

Todos los tornillos de fijación, que por su uso se aflojen con frecuencia y se tengan que volver a continuación a apretar (p. ej., a causa de trabajos de modificación), se deberán revestir con una capa de agente deslizante (pasta de grasa) en el área de la rosca y en la superficie de apoyo de la cabeza.

Debido a factores externos, como p. ej., vibraciones, es posible que se puedan aflojar, bajo determinadas circunstancias desfavorables, incluso tornillos bien apretados. Para evitarlo se deberán controlar a intervalos regulares de tiempo todos los tornillos importantes en razón de la seguridad (tornillos de fijación de medios de sujeción, tornillos de fijación de juegos de sujeción, entre otros) y, dado a caso, reapretar en caso necesario. En caso de una carga mecánica considerable, es posible que sea necesario realizar este control hasta una vez al día o varias veces a la semana.

1.2.11 Trabajos de mantenimiento

La fiabilidad del dispositivo de sujeción se puede garantizar únicamente si se observan con precisión las instrucciones de mantenimiento indicadas en este manual. En especial se habrá de observar lo siguiente:

- Para la lubricación se habrá de utilizar el lubricante recomendado en las instrucciones de servicio. (Un lubricante inapropiado puede reducir la fuerza de sujeción por más del 50 %).
- Al lubricar manualmente se deberán alcanzar todas las superficies que han de ser lubricadas. (Los ajustes estrechos de las piezas incorporadas requieren una elevada presión de introducción. Por lo que, en caso dado, se deberá utilizar un engrasador de alta presión).
- Para la distribución de grasa favorable en la lubricación manual: dejar pasar las piezas internas móviles varias veces por sus posiciones finales, volver a lubricar, a continuación, controlar la fuerza de sujeción.
- Para la mejor distribución de lubricante en la lubricación central, los impulsos de lubricación deberían ocurrir en la fase de posición abierta del medio de sujeción.

La fuerza de sujeción se deberá controlar antes de comenzar con un nuevo trabajo de serie y, entre los intervalos de mantenimiento, con un dispositivo de medición de la fuerza de sujeción. «Únicamente un control regular garantiza un seguridad óptima». A más tardar después de 500 carreras de sujeción es ventajoso accionar las piezas internas móviles varias veces hasta sus posiciones finales. (Con ello se vuelve a conducir la grasa empujada a un lado a las superficies de presión. La fuerza de sujeción se conserva por más tiempo).

1.2.12 Colisión

Tras una colisión del medio de sujeción, se deberá efectuar un control de fijas competente y cualificado del mismo antes de volverlo a aplicar.

1.2.13 Cambio de tuercas correderas en ranura en T

Si las garras intercambiables están unidas con la garra base mediante una tuerca corredera en ranura en T, ésta se deberá sustituir únicamente por una tuerca corredera en ranura en T ORIGINAL de RÖHM.

1.3 Riesgos ambientales

1. Materiales

Para la operación de un dispositivo de sujeción, en parte se requieren los medios más diversos para lubricación, refrigeración, etc. Por regla general, todos los medios de servicio se alimentan bien internamente a través del elemento de accionamiento o bien desde fuera. Al manejar el medio de sujeción, se deberá poner un cuidado especial en estos medios, para que no lleguen al medio ambiente **¡Atención: amenaza del medio ambiente!**

Esto es válido especialmente

- durante el montaje/desmontaje, ya que se encuentran residuos en las líneas, en los espacios de los émbolos resp. en los tornillos purgadores de aceite,
- para obturaciones porosas, defectuosas o no montadas reglamentariamente,
- para medios de servicio que, por razones del diseño, durante la operación salen o se eyectan o lavan del medio de sujeción.

ES

¡Por este motivo, estas sustancias que salen se deberán recuperar y reutilizar o bien desechar conforme a las especificaciones correspondientes!

2. Ruido

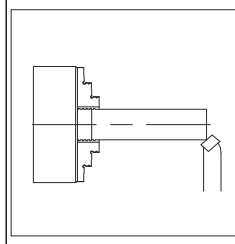
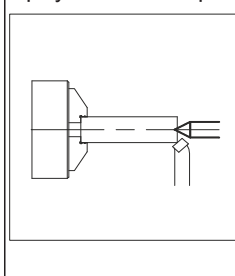
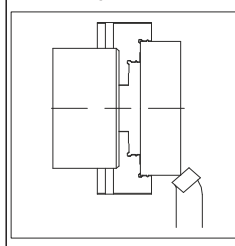
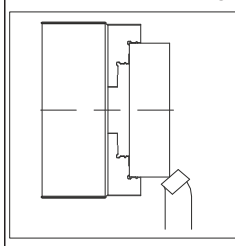
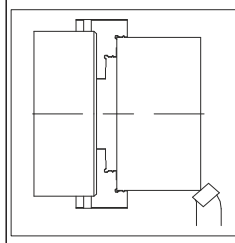
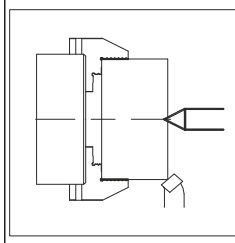
No se puede evitar que el funcionamiento de componentes giratorios emita ruido. Este ruido se puede constatar por regla general por primera vez durante la puesta en marcha.

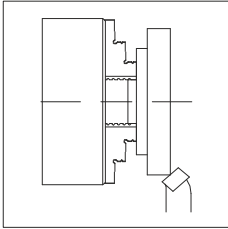
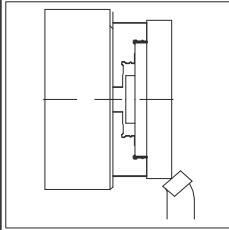
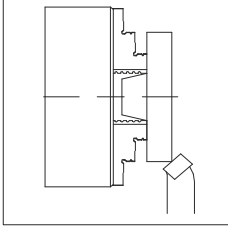
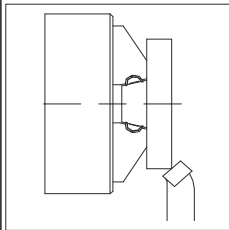
Si estas emisiones no se pueden eliminar adoptando medidas constructivas en el dispositivo de sujeción o medidas en razón de la técnica de producción, el fabricante o el propietario de la máquina deberá prever, dado el caso, una insonorización apropiada en la máquina.

1.4 Especificaciones en razón de la seguridad en dispositivos de sujeción accionados por fuerza (mecánicamente)

- a) El husillo de la máquina no puede ponerse en marcha hasta que se haya formado la presión de sujeción en el cilindro de sujeción y se haya efectuado la sujeción en la gama de trabajo admisible.
- b) Aflojar la sujeción sólo se puede efectuar mientras el husillo de la máquina está parado. Se admite la excepción de cuando todo el ciclo tiene prevista una carga/descarga durante la marcha y si la construcción del distribuidor/cilindro lo permite.
- c) Si falla la energía de sujeción, se ha de emitir una señal para detener de inmediato el husillo de la máquina.
- d) Si falla la energía de sujeción, la pieza a trabajar tiene que mantenerse sujeta fija hasta que el husillo se detenga.

- e) Si falla la corriente y a continuación vuelve la corriente, se deberá garantizar que no se produzca ningún cambio en la posición momentánea de conmutación.

| Falso | Correcto |
|--|--|
| <p data-bbox="146 261 594 327">Longitud de sujeción demasiado corta, longitud saliente demasiado larga</p>  | <p data-bbox="594 261 1048 295">Apoyo adicional por punta o luneta</p>  |
| <p data-bbox="146 571 594 606">Ø de sujeción demasiado grande</p>  | <p data-bbox="594 571 1048 606">Montar plato más grande</p>  |
| <p data-bbox="146 852 594 917">Pieza a trabajar demasiado pesada y nivel de sujeción demasiado corto</p>  | <p data-bbox="594 852 1048 917">Apoyo por punta, nivel de sujeción prolongado</p>  |

| Falso | Correcto |
|---|--|
| <p data-bbox="169 172 431 199">Ø demasiado pequeño</p>  | <p data-bbox="613 172 985 231">Sujetar en el Ø de sujeción más grande posible</p>  |
| <p data-bbox="169 480 543 539">Piezas a trabajar con fundición o tendencias a forjado</p>  | <p data-bbox="613 480 1024 539">Sujeción con inserciones oscilantes (pendulares)</p>  |

ES

2 Velocidad de referencia y cálculo de la fuerza de sujeción

2.1 Dispositivos de sujeción accionados por fuerza

2.1.1 Velocidad de referencia

Si se emplean garras de sujeción se deberán observar las siguientes reglas:

- Las garras de sujeción deben ser lo más ligeras y bajas posibles. El punto de incidencia de la presión de sujeción debe encontrarse lo más cerca posible de la parte frontal del plato (puntos de incidencia a mayor distancia causan una mayor presión en las garras y pueden disminuir considerablemente la presión de sujeción).
- Si las garras especiales son, por motivos constructivos, más pesadas o más grandes que las garras de sujeción asignadas al medio de sujeción, se deberán tener en cuenta en este caso las fuerzas centrífugas más elevadas producidas por este motivo en el momento de determinar la fuerza de sujeción necesaria y la velocidad de referencia admisible.

Para determinar la velocidad admisible para una tarea determinada de mecanizado se aplica la siguiente fórmula:

$$n_{\max.} = \sqrt{\frac{F_{\text{sps}} - F_{\text{spz}}}{m \cdot r_c \cdot a}} \cdot \frac{30}{\pi}$$

F_{sps} = Fuerza total de sujeción del plato parado (en N)

F_{spz} = Fuerza de sujeción necesaria para cumplir una tarea determinada (en N)

$n_{\max.}$ = Velocidad máx. (en min^{-1})

m = Masa de la unidad completa de garra (en kg) (incluye garra base y sobrepuesta)

r_c = Radio del centro de masa de la unidad completa de garras (en m)

a = Número de las garras

- Deben evitarse en lo posible los equipos soldados. Si fuera necesario, debe controlarse en qué medida las soldaduras son capaces de resistir la fuerzas centrífugas y de sujeción.
- Los tornillos de fijación deben colocarse de tal manera que se alcance un par de fuerzas lo más efectivo posible.

2.1.2 Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato

Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato mecánico para el mecanizado de piezas a trabajar y de la fuerza de accionamiento necesaria para este fin

- Cálculo de la fuerza de sujeción necesaria F_{spz} (sin influencia de la velocidad) tomando como base la tarea de mecanizado (proceso de trabajo).
- Determinación de la fuerza total de sujeción F_{spo} del plato con el husillo parado (teniendo en cuenta las fuerzas centrífugas de las garras).
- Determinación de la fuerza de accionamiento necesaria para la fuerza F_{spo} total de sujeción.

ES

Definición de fuerza de sujeción

El desarrollo avanzado en la tecnología de arranque de viruta requiere, por motivos de seguridad laboral, que, además de la determinación de la **fuerza de sujeción necesaria**, también se detecten y observen los cambios de los mismos ante el aumento de las velocidades de giro.

Las fuerzas producidas durante el arranque de viruta y los momentos tienen que ser absorbidos y transferidos perfectamente por el plato. El plato asume esta tarea principalmente con la **fuerza de sujeción generada en él**:

La fuerza de sujeción es la suma aritmética de las fuerzas ejercidas por las garras radialmente sobre la pieza a trabajar. La fuerza de sujeción de salida F_{spo} generada durante la parada del plato se puede medir en todo momento y es por lo tanto controlable (en los diagramas de accionamiento de la fuerza de sujeción se designa con «Fuerza de sujeción total»). Los datos indicados en el catálogo se refieren sólo al plato en estado lubricado y mantenido perfecto por completo.

Durante el proceso de mecanizado aparecen muchos factores en el punto de sujeción. Al efecto, no es posible un registro preciso de los mismos en valores firmes originales (de tabla) para su aplicación universal.

En la mayoría de los casos, en la práctica es suficiente con aplicar fórmulas simplificadas, en las cuales se han integrado los factores determinantes por principio.

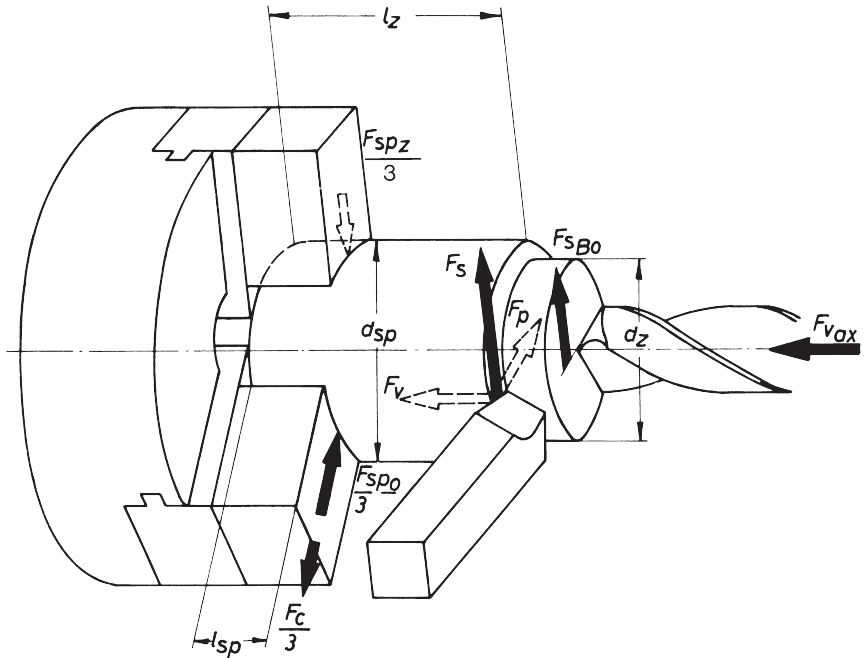


Fig. 1: Fuerzas y momentos en el punto de mecanizado y punto de sujeción

F_s = Fuerza de corte principal en la herramienta atacante radialmente

F_{sb0} = Fuerza de corte en la herramienta atacante axialmente (broca)

F_{vax} = Fuerza de avance en la herramienta atacante axialmente

F_{spz} = Fuerza de sujeción total necesaria (sin influencia de la velocidad)

F_c = Fuerza centrífuga de las garras / = Pérdida de la fuerza de sujeción (consultable en el diagrama de velocidad-fuerza de sujeción de los diversos tipos de platos).

F_{sp0} = Fuerza de sujeción de salida (total) del plato parado

l_z = Distancia punto de arranque de viruta - punto de sujeción

d_z = Diámetro de arranque de viruta

d_{sp} = Diámetro de sujeción

l_{sp} = Longitud de fijación

2.1.3 Tornear

Para a) «Cálculo de la fuerza de sujeción necesaria F_{spz} » (véase **Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato [▶ 123]**)

La fuerza de sujeción necesaria se determina de la tarea de mecanizado.

La fuerza de corte en la cuchilla de torneado resulta en tres componentes:

Fuerza media principal F_s - Fuerza de avance F_v - Fuerza pasiva F_p .

Durante el proceso de giro se absorbe la fuerza de avance F_v y la fuerza pasiva F_p principalmente por la posición plana de la pieza a trabajar en las garras. La fuerza de corte principal restante genera durante el giro un momento ($F_s \times d_z/2$) que se tiene que absorber y transferir por el plato mediante el efecto de fricción en el punto de sujeción.

ES

El momento generado durante el giro por la fuerza de corte principal determina la fuerza de sujeción necesaria.

$$F_{spz} = \frac{F_s - S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} \quad (1)$$

Aquí se encuentra:

F_{spz} = Fuerza de sujeción necesaria para cumplir una tarea determinada

F_s = Fuerza media principal

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{Ø arranque viruta (Ø de mecanizado)}}{\text{Ø de sujeción}}$$

Relación de sujeción

μ_{sp} = Coeficiente de sujeción (valor de fricción garra - pieza a trabajar)

S_z = Factor de seguridad

En esta fórmula no se han indicado los componentes «Fuerza de avance F_v » y «Fuerza pasiva F_p ». Si fuera necesario en casos extremos se considerarán en el factor de seguridad S_z .

Fuerza de corte principal F_s se calcula de avance, profundidad de corte y material.

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c \quad (2)$$

Aquí se encuentra:

s = Avance mm/rev.

t = Profundidad de corte mm

k_c = Fuerza de corte específica kN/mm²

El producto: $s \times t$ (avance x profundidad de corte) = sección de viruta (se indica en tabla 1)

| Profundidad de corte t (mm) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Avance (mm) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0,16 | | | | 0,8 | 0,96 | 1,12 | 1,28 | 1,44 | 1,6 | 1,92 | 0,16 |
| 0,20 | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 0,20 |
| 0,25 | | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 3,0 | 0,25 |
| 0,32 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,6 | 1,96 | 2,24 | 2,56 | 2,88 | 3,2 | 3,84 | 0,32 |
| 0,40 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,8 | 0,40 |
| 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 0,50 |
| 0,63 | 1,26 | 1,89 | 2,52 | 3,15 | 3,78 | 4,41 | 5,04 | 5,67 | 6,3 | 7,56 | 0,63 |
| 0,80 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,2 | 8,0 | 9,6 | 0,80 |
| 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 12,0 | 1,0 |
| 1,25 | 2,5 | 3,75 | 5,0 | 6,25 | 7,5 | 8,75 | 10,0 | 11,25 | 12,5 | 15,0 | 1,25 |
| 1,60 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8,0 | 9,6 | 11,2 | 12,8 | 14,4 | 16,0 | 19,2 | 1,60 |

Tab. 1: Determinación de la sección de viruta (mm²)

La fuerza de corte específica k_c en función del avance está indicada en tabla 2.

| Fuerza de corte específica k_c para avance s y ángulo de ajuste de 45 ° | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|
| Material | | Solidez B kN/mm ² | Avance s (mm) | | | | | |
| | | | 0,16 | 0,25 | 0,4 | 0,63 | 1,0 | 1,6 |
| Aceros | St 42 (1.0130) | sino 0,50 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | St 50-2 (1.0050) | 0,52 | 3,50 | 3,10 | 2,75 | 2,45 | 2,15 | 1,95 |
| | St 60-2 (1.0060) | 0,62 | 3,05 | 2,80 | 2,60 | 2,40 | 2,20 | 2,05 |
| | C 45 (1.0503) | 0,67 | | | | | | |
| | C 60 (1.0601) | 0,77 | | | | | | |
| | St 70-2 (1.0070) | 0,72 | 4,35 | 3,80 | 3,30 | 2,90 | 2,50 | 2,20 |
| | 18CrNi8 (1.5920) | 0,63 | | | | | | |
| | 42CrMo4 (1.7225) | 0,73 | 4,35 | 3,90 | 3,45 | 3,10 | 2,75 | 2,45 |
| | 16MnCr5 (1.7131) | 0,77 | 3,75 | 3,30 | 2,95 | 2,60 | 2,30 | 2,05 |
| | Mn, CrNi | 0,85-1,00 | 3,70 | 3,40 | 3,10 | 2,80 | 2,55 | 2,35 |
| | Acero duro Mn | | 5,40 | 4,90 | 4,40 | 4,00 | 3,60 | 3,30 |
| Material de hierro fundido | GE 240 (GS-45) | 0,30-0,50 | 2,30 | 2,10 | 1,95 | 1,80 | 1,70 | 1,60 |
| | GE 260 (GS-52) | 0,50-0,70 | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | EN-GJL-160 (GG 16) | HB 2,00 | 1,50 | 1,35 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 |
| | EN-GJL-250 (GG 25) | HB 2,00-2,50 | 2,05 | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 | 1,15 |

| Fuerza de corte específica k_c para avances s y ángulo de ajuste de 45° | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| Metales no ferrosos | Bronce fundido | | 2,55 | 2,35 | 2,20 | 2,05 | 1,90 | 1,80 |
| | Fundición roja | | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |
| | Latón | HB 0,80-1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| | Fundición de Al | 0,30-0,422,60 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,65 |

Tab. 2: Fuerza de corte específica k_c (kN/mm²)

$$\frac{d_z}{d_{sp}}$$

La relación de sujeción $\frac{d_z}{d_{sp}}$ se deberá determinar partiendo de las condiciones mismas de trabajo existentes. Se puede utilizar también tabla 3.

ES

| | Ø d de arranque de viruta _z (mm) | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--|
| Ø de sujeción d_{sp} (mm) | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | |
| 20 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,8 | | | | | | | | | | |
| 60 | 0,33 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,5 | 3,3 | 4,2 | | | | | | | | |
| 80 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 2,5 | 3,1 | 3,8 | 4,4 | | | | | | |
| 100 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | | | | | |
| 150 | 0,13 | 0,27 | 0,4 | 0,53 | 0,67 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 1,3 | 2,7 | 3,3 | 4,0 | | | |
| 200 | | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | |
| 250 | | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | |
| 300 | | | 0,2 | 0,27 | 0,33 | 0,5 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | |
| 350 | | | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,43 | 0,57 | 0,72 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | |
| 400 | | | | 0,2 | 0,25 | 0,38 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | |
| 500 | | | | 0,16 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | |
| 600 | | | | | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,67 | 0,83 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | |
| 700 | | | | | | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,5 | 0,57 | 0,71 | 0,86 | 1,0 | 1,1 | |
| 800 | | | | | | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,44 | 0,5 | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1,0 | |

Tab. 3: Relación de sujeción

El coeficiente de sujeción μ_{sp} es el valor de fricción en la zona de contacto entre la superficie de sujeción de las garras y el material. Depende de la versión

- de la superficie de sujeción de las garras
- de la superficie de la pieza a trabajar
- del material.

El coeficiente de sujeción puede consultarse en tabla 4.



Para transferir fuerzas, el denominado ajuste fino es más idóneo que el ajuste de cantos o soporte.

| Superficie de la pieza a trabajar | Lisa | Superficie de sujeción de garras serrado de diamante | Dentado agudo |
|-----------------------------------|---|--|---------------|
| Rectificado repasado fino | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| Repasado a desbastado | 0,10 | 0,20 | 0,35 |
| Bruto, o sin tratar | 0,15 | 0,30 | 0,45 |
| Valores de corrección: | Al, aleaciones = 0,95, Ms = 0,90, GG = 0,80 | | |

Tab. 4: Coeficiente de sujeción μ_{sp} para piezas a trabajar de acero

Factor de seguridad S_z

El tamaño del factor de seguridad S_z se orienta por la precisión, con la que se pueden calcular los parámetros de influencia como carga, coeficiente de sujeción, etc. y por el nivel de la seguridad requerida.

En todo caso tiene que ser a ser posible ≥ 2 .

| Características de influencia | Factor de seguridad S_z | |
|---|---------------------------|--|
| | platos nuevos | platos antiguos (mantenimiento realizado regularmente) |
| a) Sujeción volante $l_z \leq d_{sp}$ b) Sin apoyo radial por el cabezal móvil c) Herramienta ataca radialmente d) Sin apoyo axial del material en las garras e) Relación longitud de sujeción con distancia punto de arranque de viruta - punto de sujeción $\frac{l_z}{l_{sp}} \leq 3$ | $\geq 2,0$ | $\geq 2,4$ |
| $6 \geq \frac{l_z}{l_{sp}} \geq 3$ | $\geq 4,0^*$ | $\geq 4,8^*$ |

ES

Tab. 5: Factor de seguridad S_z (valor de referencia)

* Los factores de seguridad pueden aplicarse más bajos si la pieza a trabajar está apoyada en el cabezal móvil o en las garras axialmente.

No se tienen en cuenta superposiciones de fuerzas de cambio, porque su influencia es muy pequeña con referencia a la necesidad total. Los requisitos para la aplicación de los factores de seguridad son:

Un estado del plato perfecto, sin daños, plato engrasado suficientemente (observación estricta de las instrucciones de servicio).

Las siguientes cargas de la sujeción de la pieza a trabajar no se han registrado aquí:

- a) Fuerzas y momentos de desequilibrio con piezas a trabajar asimétricas
- b) Fuerza de peso de la pieza a trabajar

Un cálculo exacto de la fuerza de sujeción necesaria derivada de la tarea de arranque de viruta es posible según los datos de la directiva VDI 3106.

Que se puede adquirir en: Beuth-Verlag GmbH, Kamekestraße 8, 50672 Colonia

Para b) (véase **Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato** [► 123])

A velocidades altas, las fuerzas centrífugas de las garras influyen muy fuertemente en la fuerza de sujeción del plato de torno circundante. Estas fuerzas se han de considerar ya en el momento de determinar la fuerza de sujeción de salida F_{spo} . De lo que se deriva la siguiente fórmula:

$$F_{\text{spo}} = S_{\text{SP}} \cdot (F_{\text{SPZ}} \pm F_{\text{C}})$$

El símbolo (+) es válido para sujetar desde fuera hacia dentro.

El símbolo (-) es válido para sujetar desde dentro hacia fuera.

Aquí se encuentra:

F_{c} = Fuerza centrífuga total calculada experimentalmente de las garras de sujeción derivada del diagrama de la «Velocidad de la fuerza de sujeción».

Aquí se refieren las curvas de la fuerza de sujeción a las garras escalonadas duras pertenecientes al plato en cada caso.

S_{sp} = Factor de seguridad para la fuerza de sujeción de salida según la directriz VDI 3106 $\geq 1,5$

En caso de empleo de garras intercambiables sobrepesadas (garras especiales) se pueden calcular las fuerzas centrífugas F_{c} según la fórmula siguiente:

$$F_{\text{c}} = m \cdot r \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{900.000} \cdot \eta$$

Aquí se encuentra:

m = masa de garra kg

r = de radio del punto de gravedad de las garras cm

n = velocidad min^{-1}

F_{c} = fuerza centrífuga a velocidad daN

η = eficiencia

η se puede aplicar de modo aproximado con $0,4 \leq \eta \leq 0,6$

Si en « m » se aplica la masa de todas las garras (garras base con garras intercambiables), se obtiene por cálculo la suma de las fuerzas centrífugas.

Para c) (véase **Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato** [► 123])

La fuerza de accionamiento está en una determinada relación con la fuerza de sujeción total en función de la construcción del plato. Los valores de la fuerza de accionamiento se pueden consultar en el diagrama de la fuerza de accionamiento-fuerza de sujeción.

En aquellos casos, en los que las fuerzas centrífugas de las garras son relativamente demasiado grandes y el plato de sujeción por fuerza (mecánico) no se puede utilizar con las garras intercambiables convencionales, se pueden emplear también, en determinadas operaciones de trabajo, garras intercambiables de metal ligero con una solidez específica.

Ejemplo de cálculo

Dato existente:

1. Pieza a trabajar y datos de arranque de viruta:

| | | |
|---|----------|--------------------------|
| Material | | = C 45 |
| Diámetro de sujeción (desbastado): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diámetro de arranque de viruta: | d_z | = 20 mm Ø |
| Avance: | s | = 0,5 mm |
| Profundidad de corte: | t | = 5 mm |
| Distancia punto de sujeción-arranque de viruta: | l_z | = 50 mm |
| Velocidad: | n | = 3000 min ⁻¹ |

ES

2. Datos del plato

Plato de sujeción por fuerza KFD 200 garras con dentado adoquín estado del plato: nuevo (sin marcas específicas) Sujeción desde fuera con garras intercambiables UB-538-04 en posición de la capacidad media de sujeción.

Se busca:

- Fuerza de sujeción necesaria F_{spz} = Fuerza de sujeción total necesaria (sin influencia de la velocidad)
- Fuerza de sujeción de salida F_{spo} = Fuerza de sujeción de salida (total) del plato parado
- Fuerza de accionamiento

Cálculo

- Fuerza de corte principal (fórmula 2)

$$s \cdot t = \text{de tabla 1}$$

$$k_c = \text{de tabla 2}$$

$$F_s = s \cdot t \cdot k_c = 0,5 \cdot 5 \cdot 2,50 = 6,25 \text{ kN}$$

- Fuerza de sujeción necesaria (fórmula 1)

$$F_{spz} = \frac{F_s \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{6,25 \text{ kN} \cdot 2,0 \cdot 0,33}{0,20} \approx 21,00 \text{ kN}$$

Factor de seguridad S_z de tabla 5

Coefficiente de sujeción μ_{sp} = de tabla 4

$$\frac{d_z}{d_{sp}}$$

Relación de sujeción d_{sp} = de tabla 3

- Lectura de la disminución de la fuerza de sujeción derivada del «Diagrama de velocidad - fuerza de sujeción» para KFD 200, a una velocidad de 3000 min⁻¹: $F_c = 18 \text{ kN}$. Véase la siguiente página para el diagrama.
- Fuerza de sujeción de salida $F_{spo} = S_{sp} \cdot (F_{spz} + F_c)$ (fórmula 3)
 $= 1,5 \cdot (21 \text{ kN} + 18 \text{ kN}) = 58,50 \text{ kN}$ S_{sp} según la directriz VDI 3106 F_c .
 Véase la siguiente página para el diagrama.

5. Lectura de la fuerza de accionamiento derivada del «Diagrama de la fuerza de accionamiento - fuerza de sujeción» para KFD 200 para una fuerza de sujeción de 58,50 kN ~ 29,00 kN de fuerza de accionamiento. Véase la siguiente página para el diagrama.

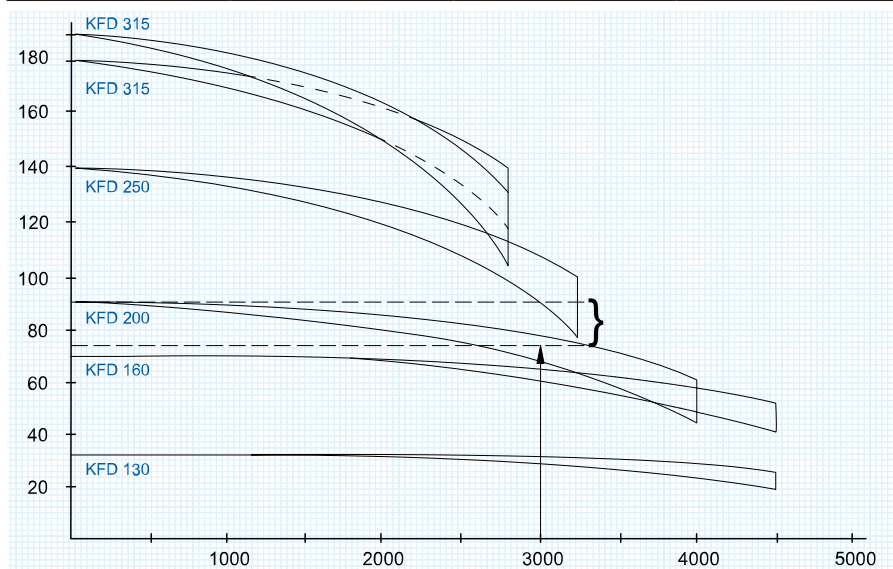
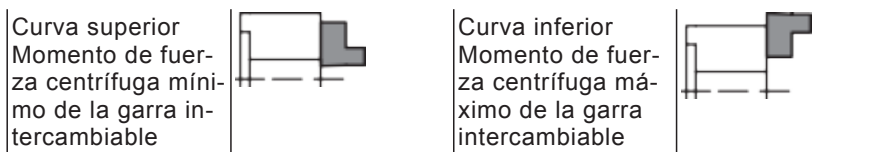


Fig. 2: Diagrama fuerza de sujeción/velocidad para plato KFD de 3 garras

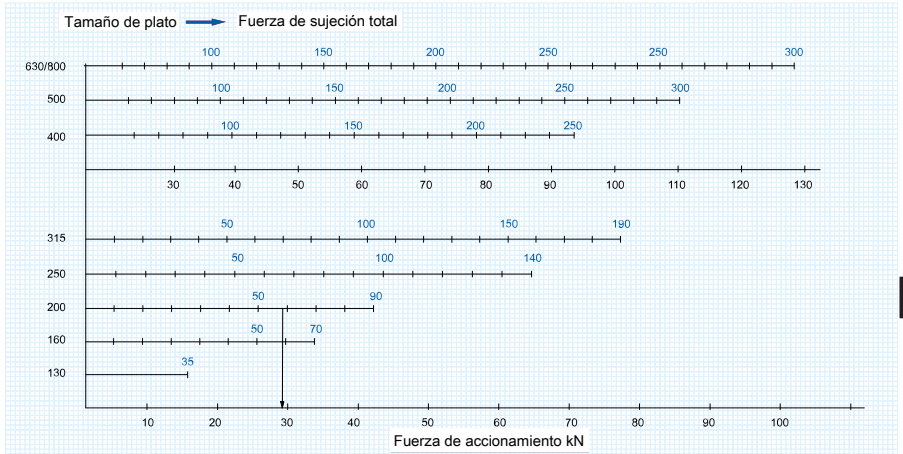


Fig. 3: Diagrama fuerza de sujeción/fuerza de accionamiento plato KFD versión de 3 garras

ES

2.1.4 Taladrado

- Taladro por completo (broca con dos filos cortantes - broca espiral, ángulo máximo $\geq 120^\circ$)

para a) (véase **Determinación de la fuerza de sujeción necesaria del plato** [► 123])

La fuerza de sujeción necesaria resulta de la tarea de mecanizado. La opción de cálculo indicada a continuación es válida para la pieza a trabajar sujeta libre, es decir, sin apoyo plano de la pieza a trabajar en las garras. Los componentes actuantes para este fin en la pieza a trabajar fuerza de corte F_{sBo} y fuerza de avance F_{vax} tiene como resultado la fuerza resultante determinante de la fuerza de sujeción F_R .

La fuerza de corte F_{sBo} resulta de:

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c \quad (4)$$

Aquí se encuentra:

s = Avance mm/rev.

$$t = \text{Profundidad de corte mm} = \frac{\text{Ø broca}}{2}$$

k_c = Fuerza de corte específica kN/mm²

La fuerza de avance F_{vax} está en una relación determinada con la fuerza de corte y se puede leer directamente en la figura 4.

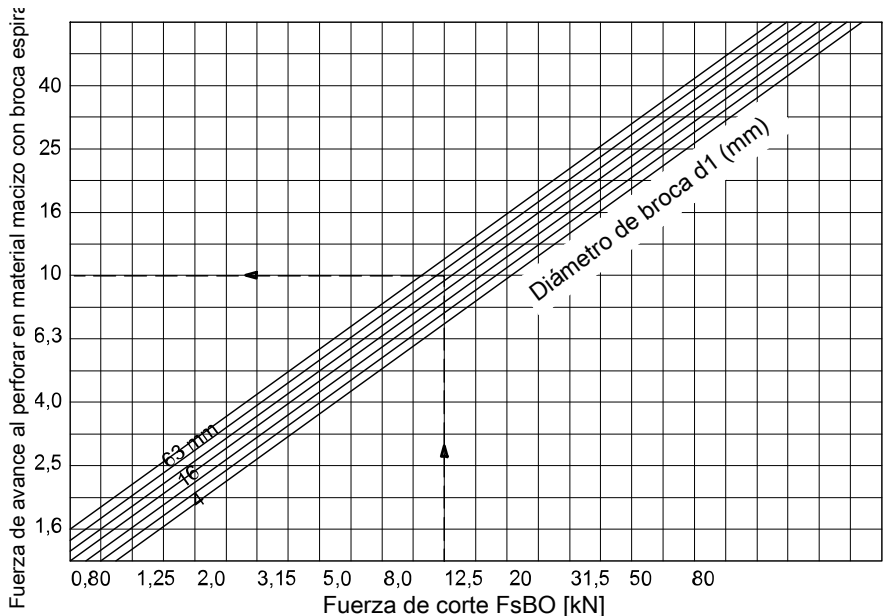


Fig. 4: Fuerza de avance F_{vax}

Ambos componentes F_{sBo} y F_{vax} tienen como resultado la fuerza resultante F_R

$$F_R = \sqrt{F_{sBo}^2 + F_{vax}^2}$$

La magnitud de la fuerza resultante F_R se puede leer directamente en la figura 5. Se deberán determinar los valores intermedios resultantes.

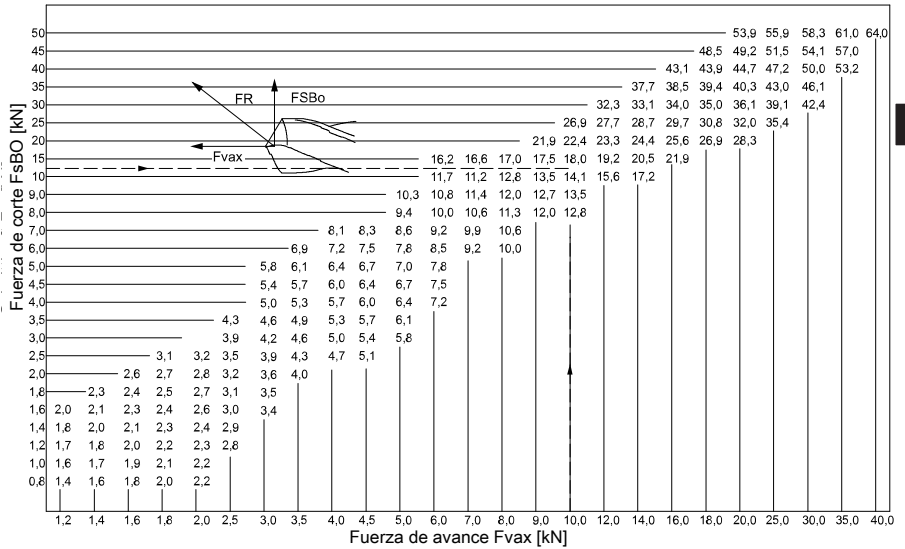


Fig. 5: Fuerza resultante F_R kN

La fuerza resultante F_R obtenida al perforar en material macizo se aplica en la fórmula conocida sobre la fuerza de sujeción necesaria F_{spz} :

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}}$$

Aquí se encuentra:

F_{spz} = Fuerza de sujeción necesaria para cumplir una tarea determinada

F_R = Fuerza resultante de la fuerza de corte y la fuerza de avance

Relación de sujeción

$$\frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{\text{Ø arranque viruta}}{\text{Ø de sujeción}} \text{ para lo que } d_z = \frac{\text{Ø broca}}{2}$$

μ_{sp} = Coeficiente de sujeción (valor de fricción garra - pieza a trabajar)

S_z = Factor de seguridad

Para b) y c)

Continuación del cálculo para determinar la fuerza de sujeción de salida F_{spo} hasta la determinación de la fuerza de accionamiento y de la presión requerida justo después de **Tornear** [► 125], para b) y c).

Ejemplo de cálculo

Dato existente:

1. Pieza a trabajar y datos de arranque de viruta:

| | | |
|---|----------|-------------------------|
| Material | | = C 45 |
| Diámetro de sujeción d_{sp} (desbastado): | d_{sp} | = 60 mm Ø |
| Diámetro de broca (en material macizo) | | = 30 mm Ø |
| Avance: | s | = 0,3 mm |
| Profundidad de corte: | t | = 15 mm |
| Velocidad: | n | = 200 min ⁻¹ |

2. Datos del plato

Plato de sujeción de fuerza KFD 200

Garra con serrado de diamante

Sujeción desde fuera con garras intercambiables UB-538-04 en posición de la capacidad media de sujeción Estado de plato nuevo (sin marcas específicas)

Se busca

1. Fuerza de sujeción necesaria F_{spz}
2. Fuerza de sujeción de salida F_{spo}
3. Fuerza de accionamiento

Cálculo

1. Fuerza de corte (fórmula 4)

$$F_{sBo} = s \cdot t \cdot k_c = 0,3 \cdot 15 \cdot 2,70 = 12,10 \text{ kN}$$

s · t de tabla 1 (o calculado)

k_c de Tabla 2

2. Fuerza de sujeción necesaria

$$F_{spz} = \frac{F_R \cdot S_z}{\mu_{sp}} \cdot \frac{d_z}{d_{sp}} = \frac{15,70 \cdot 2,0}{0,2} \cdot 0,25 = 39,25 \text{ kN}$$

Fuerza resultante F_R de tabla 7 (antes F_{vax} de tabla 6, factor de seguridad S_z de tabla 5) coeficiente de sujeción μ_{sp} de tabla 4

$\frac{d_z}{d_{sp}}$
Relación de sujeción $\frac{d_z}{d_{sp}}$ de tabla 3 (o calculado)

3. Comprobar si a la velocidad de $n = 200 \text{ min}^{-1}$ aparecen fuerzas centrífugas de las garras efectivas. Lo que en este ejemplo no es el caso, por eso:

4. Fuerza de sujeción de salida $F_{s_{po}} = S_{sp} \cdot F_{spz} = 1,5 \cdot 39,25 \text{ kN}$
 S_{sp} según la directriz VDI 3106 = 59,00 kN
5. Lectura de la fuerza de accionamiento derivada del «Diagrama de la fuerza de accionamiento - fuerza de sujeción» para KFD 200. Para una fuerza de sujeción 59,00 kN = 29 kN de fuerza de accionamiento
6. **Taladrado (taladrar con herramienta de corte)**
Para este fin es útil aplicar el cálculo «A. Tornear».

Lista de tablas

| | | |
|--------|--|-----|
| Tab. 1 | Determinación de la sección de viruta (mm ²)..... | 126 |
| Tab. 2 | Fuerza de corte específica kc (kN/mm ²)..... | 126 |
| Tab. 3 | Relación de sujeción | 127 |
| Tab. 4 | Coefficiente de sujeción μ_{sp} para piezas a trabajar de acero..... | 128 |
| Tab. 5 | Factor de seguridad Sz (valor de referencia) | 129 |