

GEBRAUCHSANWEISUNG RÄNDELFORMWERKZEUG F751



Bitte lesen Sie sich die Gebrauchsanweisungen sorgfältig durch. Durch eine korrekte Montage des Werkzeugs sparen Sie Zeit beim Einrichten und erreichen schnell das optimale Ergebnis.

RÄNDELPROFILE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

Serie F751	
Bearbeitungsrichtung	Rändelprofile am Werkstück: RAA RBL RBR RGE
radial/ radial und axial	Auswahl Rändelräder: 2 x AA 2 x BR 2 x BL 1 x BR 1 x BL

Bestellung von Ersatzteilen:
Bitte Werkzeugnummer sowie die entsprechende Positionsnummer angeben (siehe Abbildung 1).

Tabelle 1: Rändelprofile

Rändelprofil	Herstellungsverfahren	Rändelprofil	Herstellungsverfahren
RAA-Rändel mit achsparallelen Riefen	Rändelung RAA Werkstück 2x Rändelrad AA	RBL-Linksrandel 30°/45°	Rändelung RBL Werkstück 2x Rändelrad BR
RGE-Links-Rechtsrandel, Spitzen erhöht, 30°/45°	Rändelung RGE Werkstück 1x Rändelrad BL 1x Rändelrad BR	RBR-Rechtsrandel 30°/45°	Rändelung RBR Werkstück 2x Rändelrad BL

Tabelle 2: Herstellungsverfahren

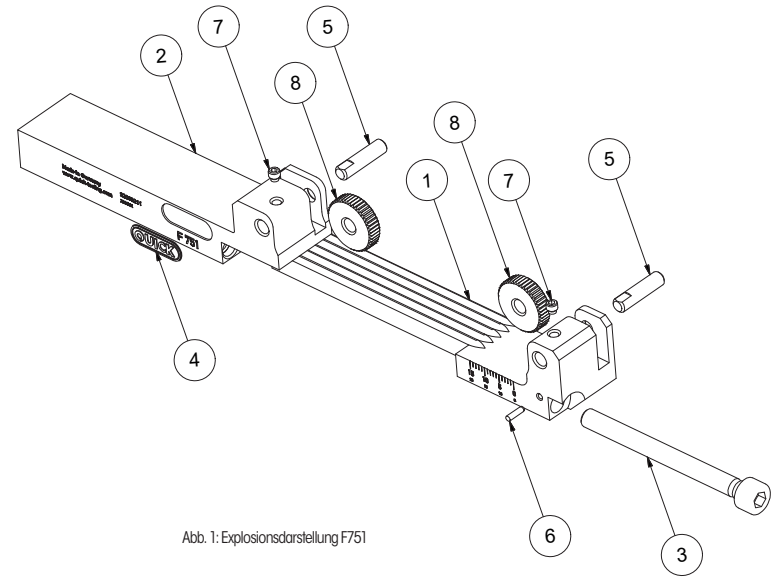


Abb. 1: Explosionsdarstellung F751

WERKZEUGEINSTELLUNG

1. Allgemeines

Dieses Werkzeug ist ausschließlich für den Einsatz in Langdrehautomaten konzipiert.

2. Montage Rändelräder

Für den Einbau oder das Wechseln der Rändelräder die beiden Gewindestifte (Abb. 1, Pos. 7) lösen und die Laufstifte (Abb. 1, Pos. 5) sowie Rändelräder (Abb. 1, Pos. 8) entnehmen. Anschließend die neuen Rändelräder mit den Laufstiften montieren und mittels Gewindestift spannen. Darauf achten, dass der Laufstift auf der Planfläche gespannt wird.

3. Werkzeugeinstellung

Einstellung Arbeitsbereich:

Zur Einstellung des Arbeitsbereiches muss zuerst das Abstandsmaß A festgelegt werden (Abb. 2). Dieser Wert ergibt sich durch folgende Berechnung:
Abstandsmaß A = Gewünschter Fertigdiameter des Werkstücks - Nennteilung des verwendeten Rändelrades

Beispiel: Gewünschter Fertigdiameter = 10 mm; Teilung 1,2 mm
Abstandsmaß A = 10 mm - 1,2 mm = 8,8 mm

Beachte: Diese Berechnung gilt nur für 90° Flankenwinkel

Um den Arbeitsbereich einstellen zu können, den vorderen Schieber samt Rändelrad durch drehen der Spindel (Abb. 1, Pos. 3) einstellen.

Zum Messen des Abstandes bietet sich die Verwendung eines Messschiebers an.

Hinweis: Beachte auftretendes Gewindespil!

4. Einspannposition des Werkzeuges

Die Festspannung des Werkzeuges findet durch das Einspannen in die Werkzeugaufnahme statt.

Ein zusätzliches Festspannen über eine Klemmschraube ist nicht notwendig.

Arbeitsbereich:

Rollen Ø10: 5 – 20 mm (Skala groß)

Rollen Ø15: 0 – 15 mm (Skala klein)

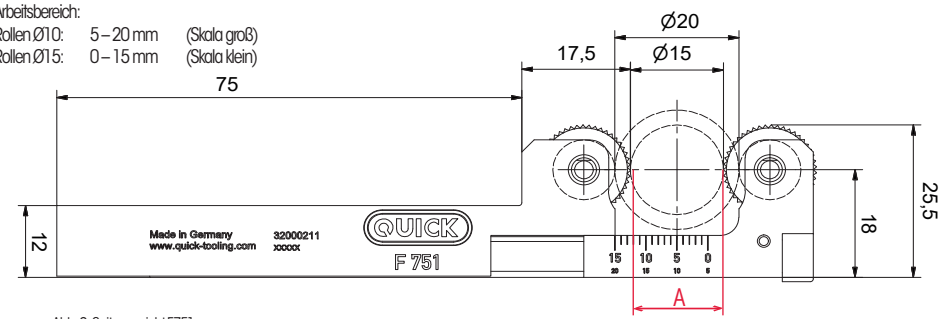


Abb. 2: Seitenansicht F751

Hinweis: Die Spitzenhöhe kann je nach Anwendung über den Wert 12, bzw. 18 erfasst werden (Abb. 2)

5. Anfahrposition des Werkzeuges

Nachdem das Werkzeug in der Werkzeugaufnahme gespannt wurde, kann mit dem Anfahren an das Werkstück begonnen werden.

Ein grober Richtwert für die Anfahrposition der Drehmitte in Y-Richtung hängt von den verwendeten Rändelrollen und des zu bearbeitenden Werkstückdurchmessers ab (Abb. 2).

Rollen Ø15 mm: 17,5 mm + Radius des Werkstücks

Rollen Ø10 mm: 15 mm + Radius des Werkstücks

ANWENDUNG

6. Vorschub in Werkstückrichtung

Nachdem der Arbeitsbereich eingestellt wurde, kann mit dem Werkzeug an das Werkstück angefahren werden. Durch den oben errechneten Wert (Kapitel 3), kann der Mittelpunkt des Werkstücks in Y-Richtung genau bestimmt werden. Für einen optimalen Prozess, leicht an das Werkstück anfahren und die Anfahrposition überprüfen.

Anschließend mit dem Werkzeug auf den Werkstücknullpunkt fahren, bis die beiden Rändelrollen mit dem Durchmesser des Werkstückes fluchten (Abb. 3).

Erst dann ist die Endposition der Zustellung erreicht. Währenddessen ist der Vorschub (Tab. 5, Kapitel 11) zu beachten. Nach Erreichen der Endposition sollte die Verweilzeit des Werkzeuges zwischen 3 und 10 Umdrehungen des Werkstücks betragen. Anschließend das Werkzeug bei drehender Spindel aus dem Eingriff fahren.

Hinweis: Achsenbezeichnung kann je nach Maschinenhersteller abweichen.

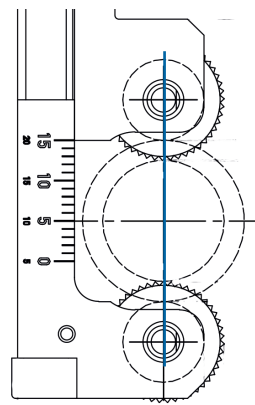


Abb. 3: Endposition während des Rändelns

7. Vorschub in Z-Richtung

Wird zusätzlich in axialer Richtung verfahren, zuerst auf den Werkstücknullpunkt fahren und nach Erreichen der Endposition eine Verweilzeit von 3 – 10 Umdrehungen einlegen (siehe Kapitel 6). Anschließend in Z-Richtung achsparallel verfahren, bis die gewünschte Rändelbreite erreicht ist. Auch hier sollte nach Erreichen der Endposition die Verweilzeit von 3 bis 10 Umdrehungen betragen. Anschließend das Werkzeug bei drehender Spindel aus dem Eingriff fahren. Richtwerte für Vorschub und Schnittgeschwindigkeit können aus Kapitel 12 entnommen werden.

8. Überprüfung der Profiltiefe

Das Profil ist vollständig ausgerändelt, wenn die Zahnschneidanten geschlossen sind (Abb. 4, Bezug 1). Bei nicht vollständig ausgerändeltem Profil (Abb. 4, Bezug 2) den Arbeitsbereich verringern und erneut über das Bauteil fahren. Ein erneutes Einfahren ist möglich, da sich die Rändelrollen in dem vorhandenen Profil fangen.

Hinweis: Ein Richtwert für die Berechnung des Materialaufwufes kann unter Kapitel 12 den Tabellen 6 – 8 entnommen werden.

Dieser ist von Rändelprofil, Werkstückdurchmesser und Teilung abhängig.

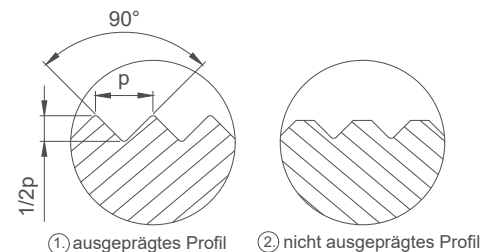


Abb. 4: Unterschiedliche Profilausprägung

9. Empfehlung des Herstellers

Laufstifte (Abb. 1, Pos. 5) sowie Rändelräder (Abb. 1, Pos. 8) sollten nach angemessenen Zyklen, spätestens bei erheblichem Verschleiß oder abweichenden Prozessparametern, gewechselt werden. Ebenfalls ist der Schlitz der Backen auf Verschleiß oder Ausweitung zu untersuchen.

Ein ausreichender Zufluss von Kühlmittel oder Schneidöl wird empfohlen!

Hinweis: Immer Rändelräder mit der gleichen Teilung verwenden!

Bezeichnung	Drehmoment	Pos. Nr.
Gewindestift M3	1,5 Nm	Abb. 1, Pos. 7

Tabelle 3: Drehmomentangaben

10. Fehlerbehebung

Problem:	Ursache / Grund:	Behebung:
Rändelprofil ist nicht vollständig ausgeprägt, Fläche auf der Zahnschneidanten	– Zustellung der Profiltiefe ist nicht korrekt – radiale Zustellung nicht bis Endtiefe	– Abstandsmaß A nach Kapitel 3 anpassen – In Werkstückrichtung auf Werkstücknullpunkt fahren (siehe Kapitel 6)
Profil weist eine Doppelrändelung auf	– Vorschub stimmt nicht – Profiltiefe ist zu hoch – Verweilzeit im Eingriff zu lang	– Vorschub nach Kapitel 11 anpassen (siehe Tabelle 5) – Abstandsmaß A nach Kapitel 3 korrigieren – Verweilzeit sollte zwischen 3 und 10 Umdrehungen des Werkstücks betragen
Flechterbildung auf dem Profil	Verweilzeit des Werkzeuges im Eingriff zu lang	Verweilzeit soll zwischen 3 und 10 Umdrehungen des Werkstücks betragen
Starker Materialaufwurf am Rändelende (axial)	– Vorschubwert stimmt nicht – Profiltiefe ist nicht korrekt	– Vorschub nach Kapitel 11 anpassen – Abstandsmaß A nach Kapitel 3 anpassen
Fertigdiameter des Werkstücks ist zu klein	– Zustelltiefe wurde zu hoch gewählt, – Überdrücktes Profil	– Abstandsmaß A nach Kapitel 3 anpassen – Werkstoffaufwurf nach Kapitel 12 beachten
Profil ist überdrückt	Zustelltiefe wurde zu groß gewählt	Abstandsmaß A nach Kapitel 3 korrigieren

Tabelle 4: Fehlerbehebung

11. Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit u. Vorschub

Werkstoff	Werkstück Ø [mm]	Rändelrad Ø [mm]	Vc [m/min]	f [mm/U]										
				Radial		Axial		Teilung [mm]						
				von	bis	von	bis	> 0,3 < 0,5	> 0,5 < 1,0	> 1,0 < 1,5	> 1,5 < 2,0			
Automatenstahl	< 10	10/15	20	50	0,04	0,08	0,14	0,09	0,06	0,05				
	10-40	15/20	25	55	0,05	0,10	0,20	0,13	0,10	0,07				
	40-100	20/25	30	60	0,05	0,10	0,25	0,18	0,12	0,08				
	100-250	20/25	30	60	0,05	0,10	0,30	0,20	0,13	0,09				
	> 250	25	30	60	0,05	0,10	0,32	0,21	0,14	0,10				
Roßfreier Stahl	< 10	10/15	15	40	0,04	0,08	0,12	0,08	0,05	0,04				
	10-40	15/20	20	50	0,05	0,10	0,17	0,11	0,09	0,06				
	40-100	20/25	25	50	0,05	0,10	0,21	0,15	0,10	0,07				
	100-250	20/25	25	50	0,05	0,10	0,26	0,17	0,11	0,08				
	> 250	25	25	50	0,05	0,10	0,27	0,18	0,12	0,09				
Messing	< 10	10/15	30	75	0,04	0,08	0,15	0,09	0,06	0,05				
	10-40	15/20	40	85	0,05	0,10	0,21	0,14	0,11	0,07				
	40-100	20/25	45	90	0,05	0,10	0,26	0,19	0,13	0,08				
	100-250	20/25	45	90	0,05	0,10	0,32	0,21	0,14	0,09				
	> 250	25	45	90	0,05	0,10	0,34	0,22	0,15	0,11				
Aluminium	< 10	10/15	25	60	0,04	0,08	0,18	0,11	0,08	0,06				
	10-40	15/20	30	65	0,05	0,10	0,25	0,16	0,13	0,09				
	40-100	20/25	35	70	0,05	0,10	0,31	0,23	0,15	0,10				
	100-250	20/25	35	70	0,05	0,10	0,38	0,25	0,16	0,11				
	> 250	25	35	70	0,05	0,10	0,40	0,26	0,18	0,13				

Tabelle 5: Schnittgeschwindigkeit und Vorschub

12. Werkstoffaufwurf

Werkstoff	Werkstück Ø [mm]	Teilung [mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers in mm												
			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0		
Automatenstahl	5	0,08	0,14	0,18	0,22	0,27	0,29	0,35	0,50	–	–	–	–	–	–
	15	0,08	0,14	0,18	0,23	0,30	0,30	0,40	0,44	0,50	0,60	0,65	0,70	–	–
	25	0,08	0,15	0,23	0,24	0,28	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,78	0,98	–	–
Roßfreier Stahl	5	0,10	0,15	0,19	0,25	0,30	0,34	0,45	0,51	0,60	–	–	–	–	–
	15	0,10	0,15	0,26	0,31	0,33	0,43	0,50	0,62	–	–	–	–	–	–
	25	0,10	0,15	0,26	0,31	0,33	0,43	0,50	0,62	–	–	–	–	–	–
Messing	5	0,08	0,12	0,18	0,20	0,21	0,22	0,25	0,28	–	–	–	–	–	–
	15	0,10	0,14	0,20	0,26	0,28	0,29	0,35	0,41	0,44	0,48	0,55	–	–	–
	25	0,10	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,36	0,43	0,46	0,50	0,53	–	–	–
Aluminium	5	0,09	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,41	0,40	–	–	–	–	–	–
	15	0,10	0,15	0,19	0,26	0,29	0,33	0,45	0,51	0,57	0,65	–	–	–	–
	25	0,09	0,15	0,19	0,26	0,29	0,32	0,45	0,52	0,59	0,65	0,75	–	–	–

Tabelle 6: Rändelprofil nach DIN82: RAA

Werkstoff	Werkstück Ø [mm]	Teilung [mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers in mm												
			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0		
Automatenstahl	5	0,11	0,15	0,20	0,24	0,28	0,34	0,45	0,55	–	–	–	–	–	–
	15	0,11	0,15	0,22	0,26	0,30	0,35	0,45	0,52	0,67	0,73	0,85	–	–	–
	25	0,11	0,14	0,23	0,25	0,28	0,36	0,45	0,56	0,70	0,72	0,90	–	–	–
Roßfreier Stahl	5	0,09	0,14	0,19	0,25	0,31	0,34	0,45	0,52	–	–	–	–	–	–
	15	0,12	0,20	0,23	0,31	0,35	0,40	0,51	0,62	0,66	0,73	0,97	–	–	–
	25	0,12	0,18	0,24	0,27	0,37	0,39	0,49	0,59	0,80	0,84	0,96	–	–	–
Messing	5	0,10	0,14	0,20	0,23	0,24	0,28	0,33	0,37	–	–	–	–	–	–
	15	0,10	0,15	0,21	0,23	0,24	0,31	0,41	0,47	0,53	0,55	0,63	–	–	–
	25	0,11	0,15	0,22	0,22	0,25	0,30	0,40	0,45	0,55	0,61	0,68	–	–	–
Aluminium	5	0,12	0,14	0,21	0,24	0,29	0,34	0,41	0,51	–	–	–	–	–	–
	15	0,12	0,18	0,23	0,25	0,36	0,40	0,50	0,56	0,65	0,61	0,75	–	–	–
	25	0,12	0,18	0,25	0,28	0,37	0,39	0,50	0,58	0,77	0,82	0,96	–	–	–

Tabelle 7: Rändelprofil nach DIN82: RBL30°/RBR30°

Werkstoff	Werkstück Ø [mm]	Teilung [mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers in mm												
			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0		
Automatenstahl	5	0,12	0,16	0,20	0,25	0,33	0,41	0,55	0,65	–	–	–	–	–	–
	15	0,13	0,22	0,30	0,32	0,35	0,41	0,52	0						

Please read this operating manual carefully. Correct assembly of the tool will save you set-up time and allow you to achieve optimal results.

F751 series	
Machining direction	Knurling profiles on the workpiece: RAA RBL RBR RGE
radial/ radial and axial	Selection of knurling wheels: 2x AA 2x BR 2x BL 1x BR 1x BL

Ordering spare parts:

Please specify the tool number and the corresponding position number (see Figure 1).

Table 1: Knurling profiles

Knurling profile	Manufacturing process	Knurling profile	Manufacturing process
RAA knurl with straight pattern		RBL left-hand knurl 30°/45°	
RGE left / right-hand knurl, raised points, 30°/45°		RBR right-hand knurl 30°/45°	

Table 2: Manufacturing process

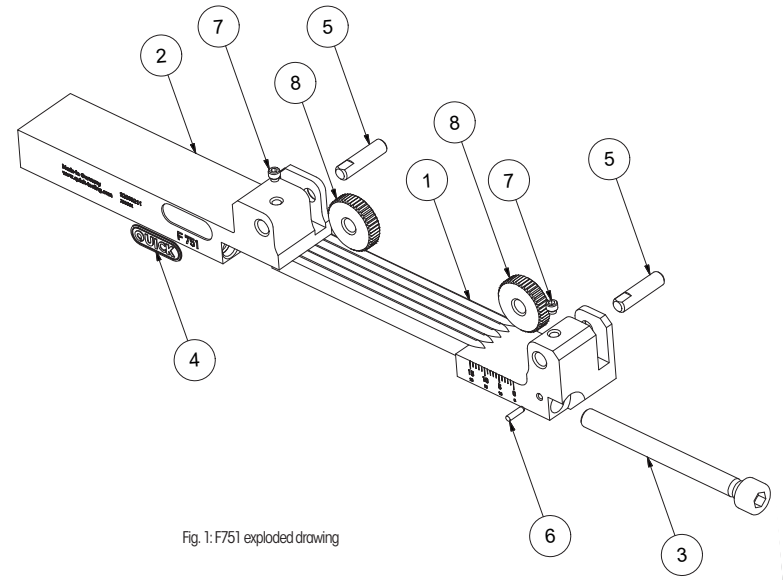


Fig. 1: F751 exploded drawing

1. General information

This tool is designed exclusively for use in Swiss-type lathes.

2. Knurling wheel assembly

For installation or replacement of the knurling wheels, loosen the two threaded pins (Fig. 1, Pos. 7) and remove the axle pin (Fig. 1, Pos. 5) and knurling wheels (Fig. 1, Pos. 8). Then mount the new knurling wheels with the axle pins and clamp with the threaded pin. Ensure that the axle pin is clamped on the planar surface.

3. Tool setting

Working area adjustment:

For adjustment of the working area, distance A must be defined first (Fig. 2). This value is determined based on the following calculation:

Distance A = desired finished diameter of the workpiece – nominal pitch of the knurling wheel

Example: Desired finished diameter = 10 mm, pitch 1.2 mm

Distance A = 10 mm – 1.2 mm = 8.8 mm

Observe: This calculation only applies for a 90° flank angle

In order to be able to adjust this working area, adjust the front slider and knurling wheel by turning the spindles (Fig. 1, Pos. 3).

A calliper gauge is useful for measuring the distance.

Note: Observe the thread play!

4. Clamping position of tool

The clamping of the tool takes place by tensioning it in the toolholder.

Additional clamping with a clamping screw is not necessary.

6. Feed rate in workpiece direction

After the working area has been adjusted, the tool can approach the workpiece. With the value calculated above (chapter 3), the centre point of the workpiece can be determined exactly in the Y-direction. For an optimal process, approach the workpiece gently and check the approach position.

Then move the tool to the workpiece zero point until the two knurling wheels are flush with the diameter of the workpiece (Fig. 3).

Then the limit position of the setting is reached. The feed rate (Tab. 5, chapter 11) must be observed during the process. After reaching the limit position, the residence time of the tool should be between 3 and 10 revolutions of the workpiece.

Then disengage the tool while the spindle is rotating.

Note: The axis designation can deviate depending on the machine manufacturer.

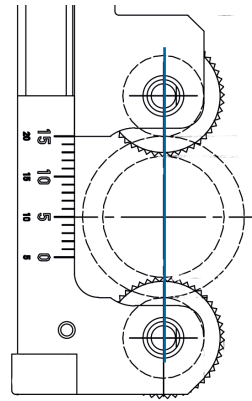


Fig. 3: Limit position during knurling

9. Manufacturer's recommendation

The axle pins (Fig. 1, Pos. 5) and knurling wheels (Fig. 1, Pos. 8) should be replaced after an appropriate number of cycles, no later than after appearance of considerable wear or deviating process parameters. The slot of the jaws must also be inspected for wear or widening.

An adequate flow of coolant or cutting oil is recommended!

Note: Always use knurling wheels with the same pitch!

Designation	Torque	Pos. no.
M3 threaded pin	1.5 Nm	Fig. 1, Pos. 7

Table 3: Torque specifications

10. Troubleshooting

Problem:	Reason / Cause:	Solution:
The knurled profile is not completely formed, surface on the tooth tip	– The profile depth setting is not correct – Radial setting not down to limit depth	– Adjust distance A as specified in chapter 3 – Move in the workpiece direction to the workpiece zero point (see chapter 6)
The profile has a double knurling	– Feed rate incorrect – Profile depth too large – Residence time in the engagement too long	– Adjust feed rate according to chapter 11 (see Table 5) – Correct distance A as specified in chapter 3 – Residence time should be between 3 and 10 revolutions of the workpiece
Spangle collets on the profile	Residence time of the tool in the engagement too long	Residence time should be between 3 and 10 revolutions of the workpiece
Excessive material displacement at knurling end (axial)	– Feed rate value incorrect – Profile depth is not correct	– Adjust feed rate as specified in chapter 11 – Adjust distance A as specified in chapter 3
The finished diameter of the workpiece is too small	– Adjustment depth too large, overpressure on the profile	– Adjust distance A as specified in chapter 3 – Observe material displacement as specified in chapter 12
Overpressure on the profile	Depth adjustment too large	Correct distance A as specified in chapter 3

Table 4: Troubleshooting

Working area:
wheel Ø10: 5 – 20 mm (large scale)
wheel Ø15: 0 – 15 mm (small scale)

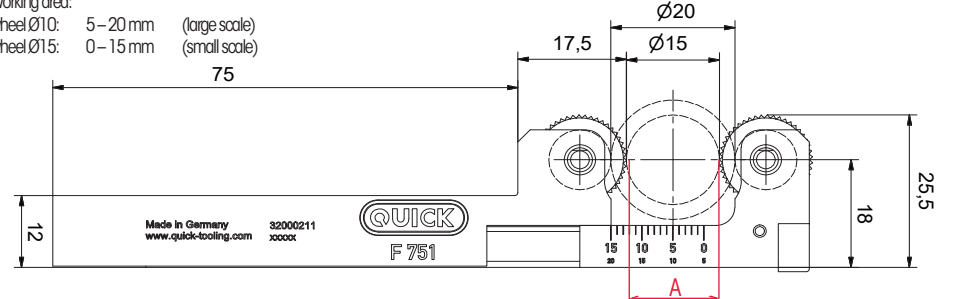


Fig. 2: F751 side view

Note: The centre height can be determined after use with the value 12, or 18 (Fig. 2)

5. Approach position of the tool

After the tool has been clamped in the toolholder, the approach of the workpiece can begin.

A rough guideline value for the approach position of the centre of rotation in the Y-direction depends on the knurling wheels which are used and the workpiece diameter to be machined (Fig. 2).

wheel Ø15 mm: 17.5 mm + radius of the workpiece

wheel Ø10 mm: 15 mm + radius of the workpiece

7. Feed rate in Z direction

In case of knurling in the axial direction, first move to the workpiece zero point and add a residence time of 3–10 rotations after reaching the limit position (see chapter 6). Then move in the Z-direction in parallel to the axis until the desired knurl width is achieved. After the limit position is reached, the residence time should be approx. 3 to 10 revolutions. Then disengage the tool while the spindle is rotating. For guideline values for feed rate and cutting speed, please refer to chapter 12.

8. Checking the profile depth

The profile is completely knurled when the tooth tips are closed (Fig. 4, ref. 1).

If the profile is not completely knurled (Fig. 4, ref. 2), reduce the working area and run over the component again. Running into the workpiece again is possible, because the knurling wheels catch in the existing profile.

Note: A guideline for calculation of the material displacement is provided in chapter 12, Tables 6–8.

This depends on the knurling profile, workpiece diameter and pitch.

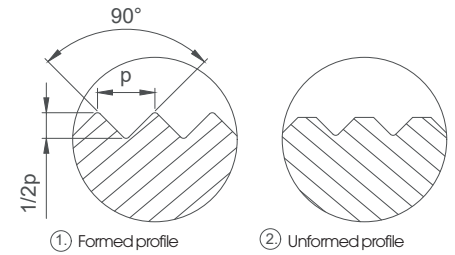


Fig. 4: Different profile pattern

11. Guidelines for cutting speed and feed rates

Material	Workpiece Ø [mm]	Knurling wheel Ø [mm]	Vc [m/min]	f [mm/rev]						
				Radial		Axial				
				from	to	> 0.3 < 0.5	> 0.5 < 1.0	> 1.0 < 1.5	> 1.5 < 2.0	
Free-cutting steel	< 10	10/15	20	50	0.04	0.08	0.14	0.09	0.06	0.05
	10–40	15/20	25	55	0.05	0.10	0.20	0.13	0.10	0.07
	40–100	20/25	30	60	0.05	0.10	0.25	0.18	0.12	0.08
	100–250	20/25	30	60	0.05	0.10	0.30	0.20	0.13	0.09
	> 250	25	30	60	0.05	0.10	0.32	0.21	0.14	0.10
Stainless steel	< 10	10/15	15	40	0.04	0.08	0.12	0.08	0.05	0.04
	10–40	15/20	20	50	0.05	0.10	0.17	0.11	0.09	0.06
	40–100	20/25	25	50	0.05	0.10	0.21	0.15	0.10	0.07
	100–250	20/25	25	50	0.05	0.10	0.26	0.17	0.11	0.08
	> 250	25	25	50	0.05	0.10	0.27	0.18	0.12	0.09
Brass	< 10	10/15	30	75	0.04	0.08	0.15	0.09	0.06	0.05
	10–40	15/20	40	85	0.05	0.10	0.21	0.14	0.11	0.07
	40–100	20/25	45	90	0.05	0.10	0.26	0.19	0.13	0.08
	100–250	20/25	45	90	0.05	0.10	0.32	0.21	0.14	0.09
	> 250	25	45	90	0.05	0.10	0.34	0.22	0.15	0.11
Aluminium	< 10	10/15	25	60	0.04	0.08	0.18	0.11	0.08	0.06
	10–40	15/20	30	65	0.05	0.10	0.25	0.16	0.13	0.09
	40–100	20/25	35	70	0.05	0.10	0.31	0.23	0.15	0.10
	100–250	20/25	35	70	0.05	0.10	0.38	0.25	0.16	0.11
	> 250	25	35	70	0.05	0.10	0.40	0.26	0.18	0.13

Table 5: Cutting speed and feed rate

12. Material displacement

Material	Workpiece Ø [mm]	Pitch [mm]	Enlargement of workpiece diameter in mm													
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0			
Free-cutting steel	5	0.08	0.14	0.18	0.22	0.27	0.29	0.35	0.50	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.08	0.14	0.18	0.23	0.30	0.40	0.44	0.50	0.60	0.65	0.70	–	–	–	–
	25	0.08	0.15	0.23	0.24	0.28	0.35	0.44	0.53	0.62	0.70	0.98	–	–	–	–
Stainless steel	5	0.10	0.15	0.19	0.25	0.30	0.34	0.45	0.51	0.60	–	–	–	–	–	–
	15	0.10	0.15	0.19	0.26	0.31	0.33	0.43	0.50	0.62	–	–	–	–	–	–
	25	0.10	0.15	0.20	0.26	0.30	0.36	0.43	0.50	0.62	–	–	–	–	–	–
Brass	5	0.08	0.12	0.18	0.20	0.21	0.22	0.25	0.28	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.10	0.14	0.20	0.26	0.28	0.29	0.35	0.41	0.44	0.48	0.55	–	–	–	–
	25	0.10	0.15	0.20	0.25	0.28	0.30	0.36	0.43	0.46	0.50	0.53	–	–	–	–
Aluminium	5	0.09	0.15	0.19	0.23	0.28	0.30	0.41	0.40	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.10	0.15	0.19	0.26	0.29	0.33	0.45	0.51	0.57	0.65	–	–	–	–	–
	25	0.09	0.15	0.19	0.26	0.29	0.32	0.45	0.52	0.59	0.65	0.75	–	–	–	–

Table 6: Knurling profile acc. to DIN82: RAA

Material	Workpiece Ø [mm]	Pitch [mm]	Enlargement of workpiece diameter in mm													
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0			
Free-cutting steel	5	0.11	0.15	0.20	0.24	0.28	0.34	0.45	0.55	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.11	0.15	0.22	0.26	0.30	0.35	0.45	0.52	0.67	0.73	0.85	–	–	–	–
	25	0.11	0.14	0.23	0.25	0.28	0.36	0.45	0.56	0.70	0.72	0.90	–	–	–	–
Stainless steel	5	0.09	0.14	0.19	0.25	0.31	0.34	0.45	0.52	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.12	0.20	0.23	0.31	0.35	0.40	0.51	0.62	0.66	0.73	0.97	–	–	–	–
	25	0.12	0.18	0.24	0.27	0.37	0.39	0.49	0.59	0.80	0.84	0.96	–	–	–	–
Brass	5	0.10	0.14	0.20	0.23	0.24	0.28	0.33	0.37	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.10	0.15	0.21	0.23	0.24	0.31	0.41	0.47	0.53	0.55	0.63	–	–	–	–
	25	0.11	0.15	0.22	0.22	0.25	0.30	0.40	0.45	0.55	0.61	0.68	–	–	–	–
Aluminium	5	0.12	0.14	0.21	0.24	0.29	0.34	0.41	0.51	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.12	0.18	0.23	0.26	0.36	0.40	0.50	0.56	0.55	0.61	0.75	–	–	–	–
	25	0.12	0.18	0.25	0.28	0.37	0.39	0.50	0.58	0.77	0.82	0.96	–	–	–	–

Table 7: Knurling profile acc. to DIN82: RBL30°/RBR30°

Material	Workpiece Ø [mm]	Pitch [mm]	Enlargement of workpiece diameter in mm													
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0			
Free-cutting steel	5	0.12	0.16	0.20	0.25	0.33	0.41	0.55	0.65	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.13	0.22	0.30	0.32	0.35	0.41	0.52	0.62	0.67	0.81	0.95	–	–	–	–
	25	0.12	0.18	0.28	0.32	0.35	0.38	0.55	0.67	0.77	0.87	0.98	–	–	–	–
Stainless steel	5	0.11	0.20	0.25	0.30	0.36	0.39	0.55	0.55	–	–	–	–	–	–	–
	15	0.10	0.14	0.21	0.24	0.29	0.34	0.43	0.53	0.66						