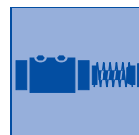
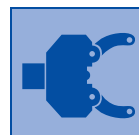




AN *ITW* WORKHOLDING COMPANY

F+

MANDRIN À SERRAGE MANUEL



FRANÇAIS

INSTRUCTIONS DE SERVICE

	Page		Page
1. Caractéristiques techniques		5.13.8 Crochet pour mandrin	27
1.1 Remarque	3	5.13.9 Bagues de serrage MFW	27
1.2 Domaine d'application et utilisation conforme à sa définition	3	5.13.10 Bagues d'alésage au tour FADR	28
1.3 Composants du mandrin à serrage manuel	4	5.13.11 Amplificateur de couple DMV	28
1.4 Caractéristiques importantes en un coup d'oeil	4	5.13.12 Appareil de mesure de force de serrage SKM	28
1.5 Constante du mandrin	5	6. Force de serrage	
1.6 Désignation du type de mandrin	5	6.1 Généralités	29
1.7 Couples de serrage des vis de fixation du mandrin	5	6.2 Force de serrage	29
1.8 Plan des points de graissage	5	6.3 Force de serrage opérationnelle Fsp	29
1.9 Remarques inscrites sur le mandrin à serrage manuel	5	6.3.1 Remarques concernant la sécurité	31
2. Remarques concernant la sécurité		6.4 Exemples de calcul	32
2.0 Remarques concernant la sécurité	6	6.5 Calcul de la force de serrage Fspz nécessaire pour l'opération d'enlèvement de copeaux	35
2.1 Généralités	6	6.6 Longueur admissible de desserrage	36
2.2 Personnel qualifié	6	6.7 Courbe de force de serrage avec un mors rapporté dur FHB	37
2.3 Remarques concernant les dangers	6	6.8 Courbe de force de serrage avec des mors durs à gradins FStB	38
2.3.1 Symbole concernant la sécurité du travail	6	6.9 Courbe force de serrage - couple	40
2.3.2 Remarque ATTENTION !	6	7. Montage	
2.4 Remarques concernant la sécurité du travail	7	7.1 Mesures à prendre avant le début du montage	41
3. Généralités		7.1.1 Vérification du nez de la broche pour recevoir le flasque du mandrin	41
3.1 Remarques	8	7.1.2 Vérification du flasque monté sur le mandrin	41
3.2 Droit d'auteur et Copyright	8	7.2 Montage du mandrin à serrage manuel	42
4. Transport, stockage		7.3 Equilibrage des pièces en rotation	43
4.1 Emballage, décomposition	9	7.4 Vérification de la précision de concentricité et de faux-plat sur les mandrins à serrage manuel	43
4.2 Sensibilité, stockage, étendue de livraison	9	7.5 Fixation des mors rapportés	44
5. Conception et fonctionnement		7.6 Préparatifs pour la mise en service	45
5.1 Mandrin à serrage manuel	10	7.7 Remarques concernant la sécurité	45
5.2 Mandrin à serrage manuel, type F+	11	8. Mise en service, exploitation	
5.3 Conception du mandrin à serrage manuel	12	8.1 Remarques	46
5.4 Cotes principales du mandrin à serrage manuel F+ à centrage cylindrique	13	8.2 Mise en service, exploitation	46
5.5 Conception et fonctionnement du mandrin à serrage manuel	14	8.3 Modes d'exploitation interdit	47
5.5.1 Généralités	14	8.4 Remarques concernant la sécurité	47
5.5.2 Fonctionnement du mandrin à serrage manuel F+	15	8.5 Comportement en cas de pannes	47
5.6 Remarques concernant la sécurité	17	8.6 Remise en service après une panne	48
5.7 Mors de serrage	17	8.7 Mesures en cas d'arrêt prolongé	48
5.7.1 Généralités	17	8.8 Mesures après un arrêt prolongé	48
5.7.2 Définition du type des mors de serrage	17	9. Maintenance, entretien	
5.7.3 Mors monobloc dur à gradins FStB	18	9.1 Remarques	49
5.7.4 Mors monobloc doux FMB	18	9.2 Entretien	49
5.8 Unités de mors	18	9.3 Démontage du mandrin à serrage manuel	50
5.8.1 Unité de mors: FGB et mors rapporté dur FHB	18	9.4 Remarques concernant la sécurité	52
5.8.2 Unité de mors: FGB et mors rapporté doux FWB	19	9.5 Graissage	52
5.8.3 Unité de mors: FGB et mors spécial	19	9.6 Remise en état	53
5.9 Mors de dégrossissage, type KBKTNC	19	9.6.1 Remarques	53
5.10 Rectification des mors rapportés	20	9.6.2 Remplacement des pièces	54
5.11 Remarques concernant la sécurité pour les mors rapportés	20	10. Pièces de rechange et service après-vente	
5.12 Couples de serrage des vis de fixation des mors	21	10.1 Pièces de rechange	55
5.13 Accessoires	22	10.2 Liste des pièces de rechange du mandrin à serrage manuel, type F+	55
5.13.1 Couvercle de centrage, flasques intercalaires	22	10.3 Adresse du service pièces de rechange et après-vente	56
5.13.2 Mors monobloc dur à gradins FStB	23	11. Annexe	
5.13.3 Mors monobloc doux FMB	23	11.1 Outillages et accessoires	57
5.13.4 Unité de mors FGB et FHB	24	11.2 Liste des instructions de service afférentes	57
5.13.5 Unité de mors FGB et FWB	25	Déclaration du fabricant	59
5.13.6 Mors de dégrossissage KBKTNC pour serrage extérieur	26		
5.13.7 Mors de dégrossissage KBKTNC pour serrage intérieur	26		

1.1 Remarque:

Lire attentivement et respecter à la lettre ces instructions de service avant déballage et mise en service du mandrin à serrage manuel à trois mors type F⁺.

Seules des personnes de plus de 18 ans familiarisées à ces instructions de service ont le droit d'utiliser, d'entretenir et de remettre en état le mandrin à serrage manuel à trois mors type F⁺.

1.2 Domaine d'application et utilisation conforme à sa définition:

Le mandrin à commande manuelle à trois mors type **F⁺** désigné par la suite par mandrin à serrage manuel, est commandé par une clé de mandrin. L'effort appliqué sur la clé de mandrin est transmis par la vis filetée sur les crémaillères disposées dans le corps du mandrin, puis sur les mors de base et les mors rapportés et reliés par un guidage croisé pour générer une force de serrage servant à maintenir les pièces à usiner.

L'utilisation du mandrin à serrage manuel type **F⁺** doit être **conforme à sa définition**.

Cette utilisation **conforme à la définition** consiste à serrer des pièces sur:

des tours et autres

machines-outils (rotatives).

Dans ce cas, il est **interdit** de dépasser le couple maxi., la force de serrage maxi. et la vitesse de rotation maxi. du mandrin à serrage manuel.

La vitesse de rotation admissible ou la force de serrage nécessaire est à calculer pour chaque cas d'enlèvement de copeaux, en appliquant les règles techniques valables (VDI 3106 par exemple).

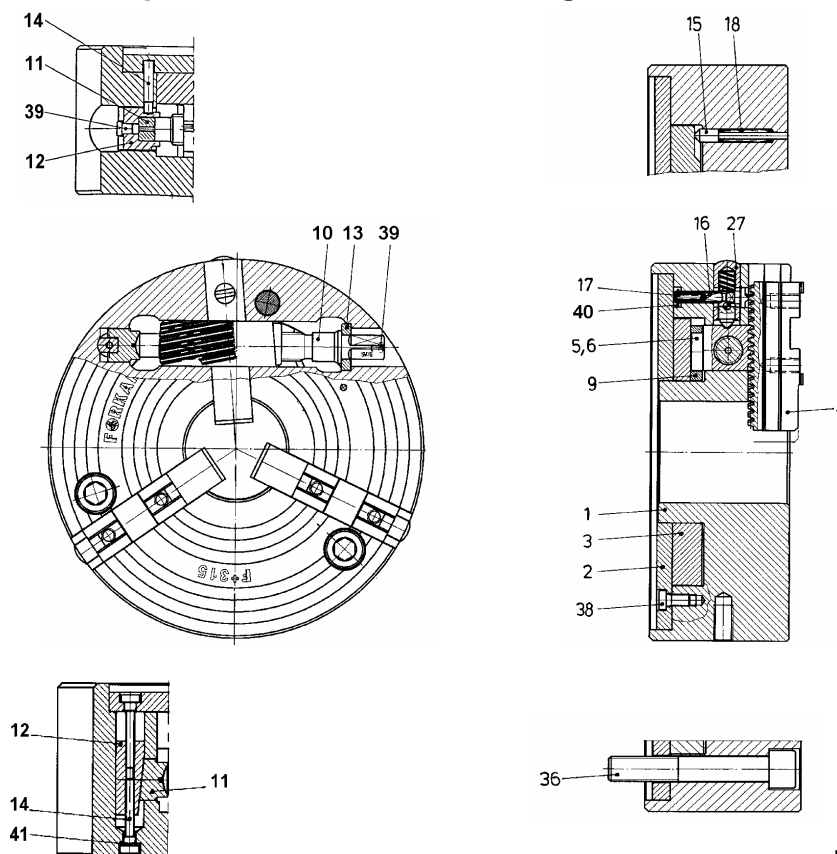
Le respect des conditions de mise en service, de montage, d'exploitation et de maintenance prescrites par le constructeur fait également partie de l'utilisation conforme à la définition du mandrin.

Toute utilisation allant au-delà de ses limites n'est pas considérée comme conforme à la définition. Le constructeur n'est pas responsable des dommages qui pourraient en résulter.



F 01

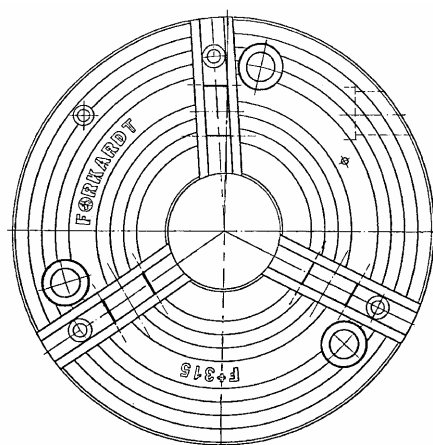
1.3 Composants du mandrin à serrage manuel:



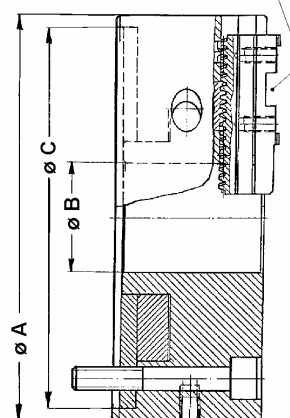
N° de la pièce	Désignation
1	Corps du mandrin
2	Cache
3	Bague d'entraînement
4	Mors de base
5	Crémaillère à filet
6	Crémaillère sans filet
9	Coulisseau
10	Vis
11	Plaque de pression / Boulon de pression
12	Bouchon fileté / Coin support
13	Bague de pression
14	Cheville d'arrêt / Vis support
15	Goupille indicatrice
16	Goupille de sécurité
17	Ressort
18	Ressort
27	Cartouche complète
36	Vis cylindrique
38	Vis cylindrique
39	Nourrice à entonnoir
40	Bague de sécurité
41	Rondelle dentée

F 02 à F 07

1.4 Caractéristiques importantes en un coup d'oeil:



Raccordement des mors D



F 08

F 09

Type de mandrin F+		125	160	200	250	315	400	500	630
Taille du mandrin	A	125	161	206	255	318	400	500	630
Alésage	B ^{H7}	32	42	52	61	86	102	152	242
Raccord de broche	C ^{H6}	115	145	185	235	300	380	460	580
Raccordement des mors	D	F 125	F 160	F 200	F 250	F 315	F 400	F 400	F 630
N° d'ident.		164662	164663	164664	164665	164666	164667	164668	164669
Couple maxi. M _d maxi.	Nm	80	120	160	190	210	260	320	350
Force de serrage maxi. F _{sp} maxi.	daN	3700	5900	7600	17500	21500	23400	25000	28000
Vitesse de rotation maxi. n maxi.	mn. ⁻¹	6000	5200	4600	4000	3200	2200	1500	1000
Couple d'inertie de masse J	kgm ²	0,0075	0,0325	0,1025	0,285	0,8125	2,2	5,5	17,5
Moment d'inertie GD ²	kpm ²	0,03	0,13	0,41	1,14	3,25	8,8	22,0	70,0
Poids G (avec mors de base)	kg	3,7	8,2	17,7	30,7	59,4	96,4	153,9	274,9

Les n° d'identification précisés ne concernent que le mandrin à serrage manuel F+ avec mors de base FGB.

1.5 Constante du mandrin:

### du mandrin	125	160	200	250	315	400	500	630
C 1	6500	11100	13100	31100	39100	44200	38400	56200
C 2	165	260	320	390	440	570	570	820

Unité de mesure
daN x mm
Nm
mm

Les constantes de mandrin " C " tiennent compte des propriétés spécifiques au mandrin. Elles sont nécessaires pour calculer la force de serrage à l'arrêt ($n = 0$) et à vitesse de rotation de travail, ainsi que pour calculer les couples centrifuges admissibles sur les mors. Voir également le paragraphe 6.4!

1.6 Désignation du type de mandrin:

F+	200	52	185	FGB 200	164664
Désignation du mandrin	Taille du mandrin (### extérieur)	Alésage du mandrin	Raccord de broche	Raccordement des mors	N° d'ident.

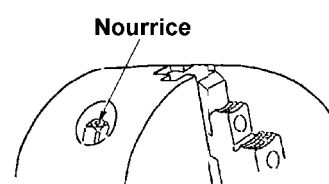
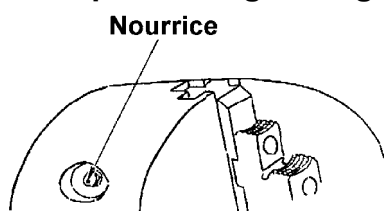
1.7 Couples de serrage des vis de fixation du mandrin:

Vis selon DIN 912	Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267		
Filet	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24
Couple de serrage Nm	36	72	125	310	610	820
Charge maxi. sur la vis N	24300	38700	56500	107000	166000	208000

Vis selon DIN 7984	Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267	
Filet	M 4	M 5	M 8	M 10	M 12
Couple de serrage Nm	2,8	5,5	23	46	79
Charge maxi. sur la vis N	4000	6600	17000	27100	39600

Les vis de fixation du mandrin sont à serrer aux couples précisés sur le tableau!

1.8 Plan des points de graissage:



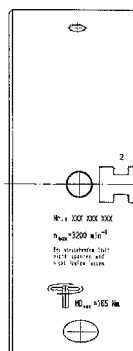
F 10

Nourrice placée dans le bouchon fileté (12) sur le mandrin à serrage manuel type **F+** 125 à type **F+** 200

F 11

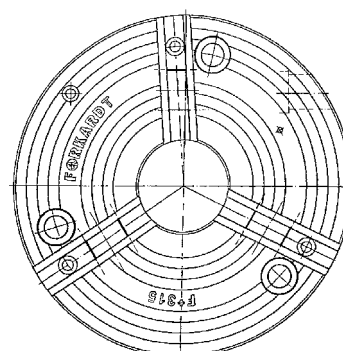
Nourrice placée sur le carré de la vis (10) pour le mandrin à serrage manuel type **F+** 250 à type **F+** 630

1.9 Remarques inscrites sur le mandrin à serrage manuel:



F 12

Sur le diamètre extérieur du mandrin à serrage manuel: Fmaxi., nmaxi., Mdmaxi., remarque sur la sécurité.



F 13

Sur la face avant du mandrin à serrage manuel: type du mandrin à serrage manuel, n° de fabrication, n° d'identification, sigle FORKARDT.

2.0 Remarques concernant la sécurité:

2.1 Généralités:

Ces instructions de service contiennent les informations nécessaires pour l'utilisation conforme à la définition du mandrin à serrage manuel type **F+**. Ils s'adressent à du personnel techniquement qualifié et spécialement formé.

La connaissance et la parfaite application technique des remarques en matière de sécurité et des avertissements contenus dans ces instructions de service conditionnent le maniement sans danger ainsi que la sécurité en cours d'exploitation et de maintenance du produit décrit. Seul du personnel qualifié dans l'esprit du point 2.2 dispose des connaissances nécessaires pour interpréter correctement dans le cas concret les remarques en matière de sécurité et avertissements donnés dans ces instructions de service d'une façon générale, et de les appliquer.



Nous attirons l'attention sur le fait que nous n'assumons aucune responsabilité pour des dégâts résultant du non-respect de ce manuel d'utilisation!

2.2 Personnel qualifié:

Des interventions non qualifiées sur le mandrin à serrage manuel ou le non-respect des avertissements donnés dans ce manuel d'utilisation peuvent générer de graves blessures corporelles ou des dommages matériels. Par conséquent, seul du personnel suffisamment qualifié a le droit de travailler avec ce mandrin à serrage manuel. Dans l'esprit des remarques concernant la sécurité contenues dans ces instructions de service, des personnes qui

- ont été formées en tant qu'opérateur au maniement des mandrins à serrage manuel et connaissent le contenu des instructions de service consacré au maniement du mandrin à serrage manuel,
- ou disposent en tant que personnel de mise en service et d'intervention d'une formation leur permettant de réparer des mandrins à serrage manuel constituent du personnel qualifié.

2.3 Remarques concernant les dangers:

Les remarques suivantes servent à assurer votre sécurité personnelle d'une part, et à assurer la sécurité contre une détérioration du produit décrit ou des appareils raccordés d'autre part.

Les remarques concernant la sécurité et les avertissements donnés pour prévenir des dangers pour la vie et la santé des utilisateurs ou du personnel de maintenance et pour éviter des dommages matériels sont mises en exergue dans ces instructions de service par les notions et pictogrammes définis ci-dessous.

2.3.1 Symbole concernant la sécurité du travail:



Dans ces instructions de service, vous retrouverez ce symbole avec toutes les remarques concernant la sécurité du travail lorsqu'il y a un risque corporel pour des personnes. Respectez ces remarques et soyez particulièrement prudent dans ces cas.

Outre ces remarques, il faut également respecter les prescriptions générales valables en matière de sécurité et de prévention des accidents.

2.3.2 Remarque ATTENTION !:



Ce symbole **ATTENTION !** apparaît dans ces instructions de service aux endroits dont il faut particulièrement tenir compte pour respecter les directives, consignes, remarques et le déroulement correct des travaux ainsi que pour éviter une détérioration et une destruction du produit.

2.4 Remarques concernant la sécurité du travail:

Les mandrins rotatifs à serrage manuel peuvent provoquer des risques dans la mesure où leur utilisation et leur maniement ne correspondent pas aux exigences en matière de sécurité. Le mandrin à serrage manuel, type **F+**, est réalisé conformément au niveau actuel de la technique et présente toutes les sécurités d'exploitation. Néanmoins, des dangers peuvent provenir de ce mandrin à serrage manuel dans la mesure où ce dernier serait **mal utilisé** par du personnel sans formation ou ne serait pas employé **conformément à sa définition**. Le système composé par le " **Tour - Mandrin à serrage manuel - Pièce à usiner** " est influencé dans une large mesure par la pièce à produire, ce qui peut entraîner un risque résiduel. Il revient à l'utilisateur de juger ce risque résiduel.

- * ***Le mandrin à serrage manuel ne peut être utilisé, monté et entretenu que par des personnes de plus de 18 ans familiarisées à ces instructions de service et ayant reçu une formation correspondante. Ces personnes doivent être spécialement informées des risques pouvant se produire.***
- * ***Lire attentivement et respecter ces instructions de service avant le montage et la mise en service du mandrin à serrage manuel!***
- * ***Eviter toute manière de travailler pouvant nuire à la sécurité du mandrin à serrage manuel.***
- * ***L'opérateur doit également faire le nécessaire pour que des personnes non habilitées ne puissent pas travailler avec le mandrin à serrage manuel.***
- * ***L'opérateur est tenu de rendre compte immédiatement de toute modification apparaissant sur le mandrin à serrage manuel et pouvant nuire à la sécurité!***
- * ***L'utilisation conforme à sa définition - voir 1.2!***
- * ***Il est interdit de procéder à des transformations et modifications de son propre chef qui pourraient influencer la sécurité du mandrin à serrage manuel!***
- * ***L'utilisateur s'engage à ne se servir du mandrin à serrage manuel qu'en parfait état!***
- * ***L'utilisateur doit garantir la propreté et la clarté du poste de travail par les instructions et contrôles qui s'imposent.***
- * ***Par définition, tous les travaux à réaliser sur le mandrin à serrage manuel (graissage, entretien etc.) doivent se faire à l'arrêt!***
- * ***Pour les travaux d'entretien et de contrôle sur le mandrin à serrage manuel, retirer la pièce à usiner du mandrin à serrage manuel!***
- * ***Retirer la clé du mandrin sur le carré de la vis fileté!***
- * ***Pour des motifs de sécurité, n'utiliser que des composants et des pièces de rechange d'ORIGINE du fabricant. Notre garantie s'éteint en cas d'utilisation de pièces d'une autre provenance!***
- * ***Vérifier si tous les dispositifs de protection sont mis en place avant mise en service et travail avec le mandrin à serrage manuel.***
- * ***Les portes de sécurité ne peuvent être ouvertes qu'après avoir arrêté le mandrin à serrage manuel! Tenir compte de la p a n c a r t e e x p l i c a t i v e !***
- * ***L'utilisation du mandrin à serrage manuel est soumise dans tous les cas aux prescriptions locales de sécurité et de prévention des accidents!***

3.1 Remarques:

Les instructions de service établies en s'appuyant sur la DIN V 8418 doivent être lues, assimilées et respectées par le personnel opératoire concerné. Les chiffres entre parenthèses () sont des numéros de repère qui coïncident avec ceux repris sur le plan d'ensemble correspondant et la nomenclature afférente.

Ces instructions de service renvoient à des détails particulièrement importants concernant l'utilisation du mandrin à serrage manuel. Seule la compréhension de ces instructions de service permet d'éviter des erreurs commises sur le mandrin à serrage manuel et de garantir une utilisation exempte de défauts.

- * Nous attirons votre attention sur le fait que nous n'assumons aucune garantie pour des sinistres et des perturbations d'exploitation découlant du non-respect de ces instructions de service.
- * Si, malgré tout, vous deviez rencontrer des difficultés, adressez-vous à notre service après-vente qui se fera un plaisir de vous apporter son aide.
Service après-vente - voir point 10.3!
- * Ces instructions de service ne s'appliquent qu'au mandrin à serrage manuel, type **F+**.
- * Nous nous réservons le droit de procéder à des modifications techniques nécessaires à l'amélioration de ce mandrin à serrage manuel, type **F+**, par rapport aux illustrations et indications reprises dans ces instructions de service!

3.2 Droit d'auteur et Copyright:

Le droit d'auteur de ces instructions de service demeure propriété de la firme

FORKARDT DEUTSCHLAND GMBH

Ces instructions de service sont destinées au personnel de montage, d'exploitation et de contrôle. Elles contiennent des prescriptions et des plans d'ordre technique ***qui ne peuvent être ni complètement ni partiellement reproduits, publiés ou utilisés sans autorisation pour des motifs de concurrence ou communiqués à des tiers.***

FORKARDT DEUTSCHLAND GMBH**Boîte postale 34 42****D - 40684 ERKRATH****ALLEMAGNE****Téléphone: (0211) 2506 - 0****Téléfax: (0211) 2506221****Administration et stock central:****Heinrich - Hertz - Straße 7****40699 Erkrath****Made in Germany****© 1997 COPYRIGHT FORKARDT GMBH**

4.1 Emballage, décomposition:

Le poids de l'article et la voie de transport sont prépondérants pour définir le type d'emballage. Les mandrins à serrage manuel sont enveloppés dans du papier huilé ou une feuille de matière plastique transparente, étanche à la poussière.

Mandrins à serrage manuel jusqu'à 315 mm de diamètre:

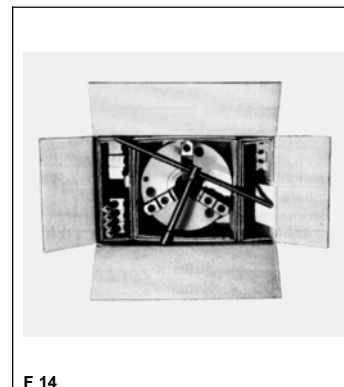
- Emballage dans des cartons pliants, garniture intérieure destinée à recevoir le mandrin ou - pour un transport prolongé - application de mousse dans le carton pliant.

Mandrins à serrage manuel à partir d'un diamètre de 400 mm:

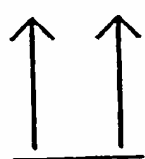
- Emballage dans des caisses en bois, avec matière de remplissage correspondante (chips par exemple) en y ajoutant les accessoires, par exemple des mors rapportés et des clés pour mandrins.

Les mandrins à serrage manuel sont livrés complètement montés

- flasques intercalaires ou flasques du mandrin à part.



Tenir compte des symboles placés sur l'emballage (selon DIN 55402 partie 1), par exemple:



Haut
ZKS 06



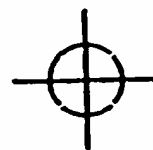
Protéger
contre
l'humidité



Protéger contre la
chaleur



Crochet à main
interdit



Centre de
gravité



Accrocher ici

4.2 Sensibilité, stockage, étendue de livraison:

Lors du transport, procéder avec précaution pour éviter des détériorations dues à des chocs ou à un chargement et un déchargement imprudents.

Prévoir des sécurités de transport nécessaires en fonction de la durée de transport.

Si le mandrin à serrage manuel n'est pas monté immédiatement après sa livraison, il faut le stocker sur une palette, dans un endroit protégé. A cet effet, recouvrir correctement les pièces pour les protéger de la poussière et de l'humidité.

Toutes les pièces dénudées du mandrin à serrage manuel sont recouvertes, à sa livraison, d'agent protecteur (par exemple Metalprotector Plus, firme Molykote).

Etendue et contenu de la livraison sont repris sur les bordereaux de livraison, leur intégralité est à vérifier au moment de la réception du matériel.

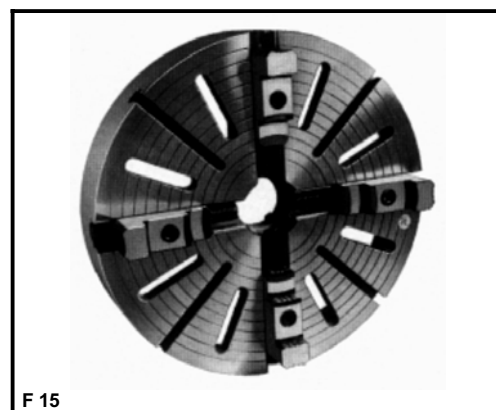
Des sinistres éventuellement dûs au transport et / ou des pièces manquantes doivent être immédiatement signalés au téléphone et par écrit!

5.1 Mandrin à serrage manuel:

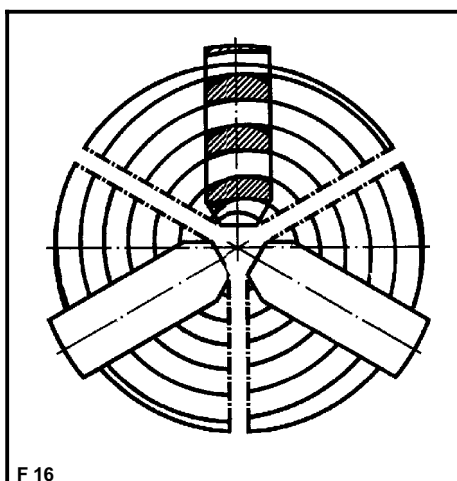
Le serrage d'un mandrin à serrage manuel dépend essentiellement du principe de transmission des forces, donc de la façon dont est engendrée la force de serrage transmise aux mors de serrage. Les mandrins à serrage manuel les plus fréquemment utilisés aujourd'hui sont les suivants:

a) Plateau:

Il s'agit de moyens de serrage de pièces d'un type simple servant à serrer des pièces de toutes les formes, aussi bien de façon concentrique qu'excentrique. Les plateaux sont équipés en standard de quatre mors déplacés individuellement à la main, ils ne sont donc pas commandés par un entraînement central. La possibilité de réglage individuel sur presque tout le diamètre du plateau permet de positionner et de serrer des pièces à des endroits les plus variés sur le plateau.



F 15



F 16

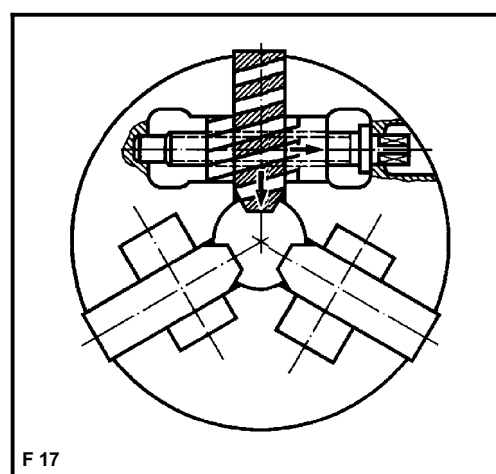
b) Mandrin à spirale:

Sur le mandrin à spirale, le mouvement de serrage des mors est généré par un disque à denture hélicoïdale qui prend dans sa denture les dents des mors de base en forme de faucille. Une roue conique entraîne ce disque à spirale et déplace les mors de base dans le sens radial, dans le guidage du corps du mandrin. Le réducteur permet d'obtenir une course importante des mors, et donc une grande plage de serrage. Compte tenu de l'augmentation du rayon de courbure vers l'extérieur de la spirale, les dents en prise des mors de base doivent avoir un rayon constant et correspondant à la courbure la plus petite de la spirale.

La ligne de contact qui en résulte limite naturellement la force de serrage, la précision dans le temps et la longévité d'un mandrin à spirale, ce qui suffit néanmoins pour une multitude de cas d'application. Sur le mandrin à spirale, il faut parcourir toute la spirale pour changer les mors de serrage, ce qui prend beaucoup de temps compte tenu de la course importante.

c) Mandrin à crémaillères:

Sur le mandrin à crémaillères, trois crémaillères à déplacement linéaire et denture hélicoïdale, dont une est entraînée par une vis filetée, sont reliées par des coulis-seaux et une bague d'entraînement, assument la fonction de la spirale et transmettent les efforts sur une grande surface des dents des mors de base. Il est ainsi possible de générer des forces de serrage impossibles à obtenir avec un plateau. Les parties en contact de la denture garantissent non seulement une excellente précision de concentricité, mais aussi une précision permanente du mandrin qui ne peut pas être obtenue par les lignes de contact du système de mandrin à spirale.



F 17

Le principe des crémaillères constitue également la base d'un changement de mors simple et rapide. Quelques rotations de la clé du mandrin suffisent pour dégager la denture des crémaillères et déplacer les mors de base dans leurs guidages.

5.2 Mandrin à serrage manuel, type **F+**:

De nos jours, la fabrication a besoin de mandrins de serrage offrant non seulement une force de serrage importante, mais aussi une grande précision permanente avec une usure la plus faible possible pour pouvoir profiter des capacités des tours modernes à haute performance. Le "mandrin à crémaillères, type **F+**" remplit parfaitement ces exigences. Il se distingue par sa grande force de serrage, son excellente précision de concentricité, sa bonne précision permanente et son changement rapide de mors.

La mécanique du mandrin exempte de jeu en charge garantit une précision extrême, indépendamment des différences de cotes dues à la fonction et à la fabrication des pièces détachées.

La force de serrage est exclusivement transmise par des surfaces largement dimensionnées. Cela garantit une capacité de sollicitation et une résistance à l'usure extrême.

Des crémaillères mobiles perpendiculairement aux mors de base dégagent au bout d'une faible course les mors pour les déplacer, les retourner ou les remplacer.

Vous trouverez ci-dessous les caractéristiques principales du mandrin à serrage manuel, type **F+**:

- Tailles de mandrin à serrage manuel de 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 et 630mm de diamètre (dans des cas particuliers, d'autres diamètres extérieurs sont disponibles).
- Corps du mandrin traité pour obtenir une précision et une longévité extrêmes
- Pièces intérieures fabriquées en aciers appropriés pour une force de serrage très élevée
- Grand alésage de passage pour travail sur barres
- Système de mors **F** éprouvé de conception inchangée, permettant de réutiliser de nombreux jeux de mors existants
- Changement de mors rapide en quelques secondes
- Excellente reproductibilité en réutilisant des jeux de mors
- Vitesses de travail très élevées grâce au faible poids des mors
- Sécurité sur les mors individuels sécurisant le maniement
- Utilisable sur tous les types de tours
- Développé et fabriqué sous ISO 9001



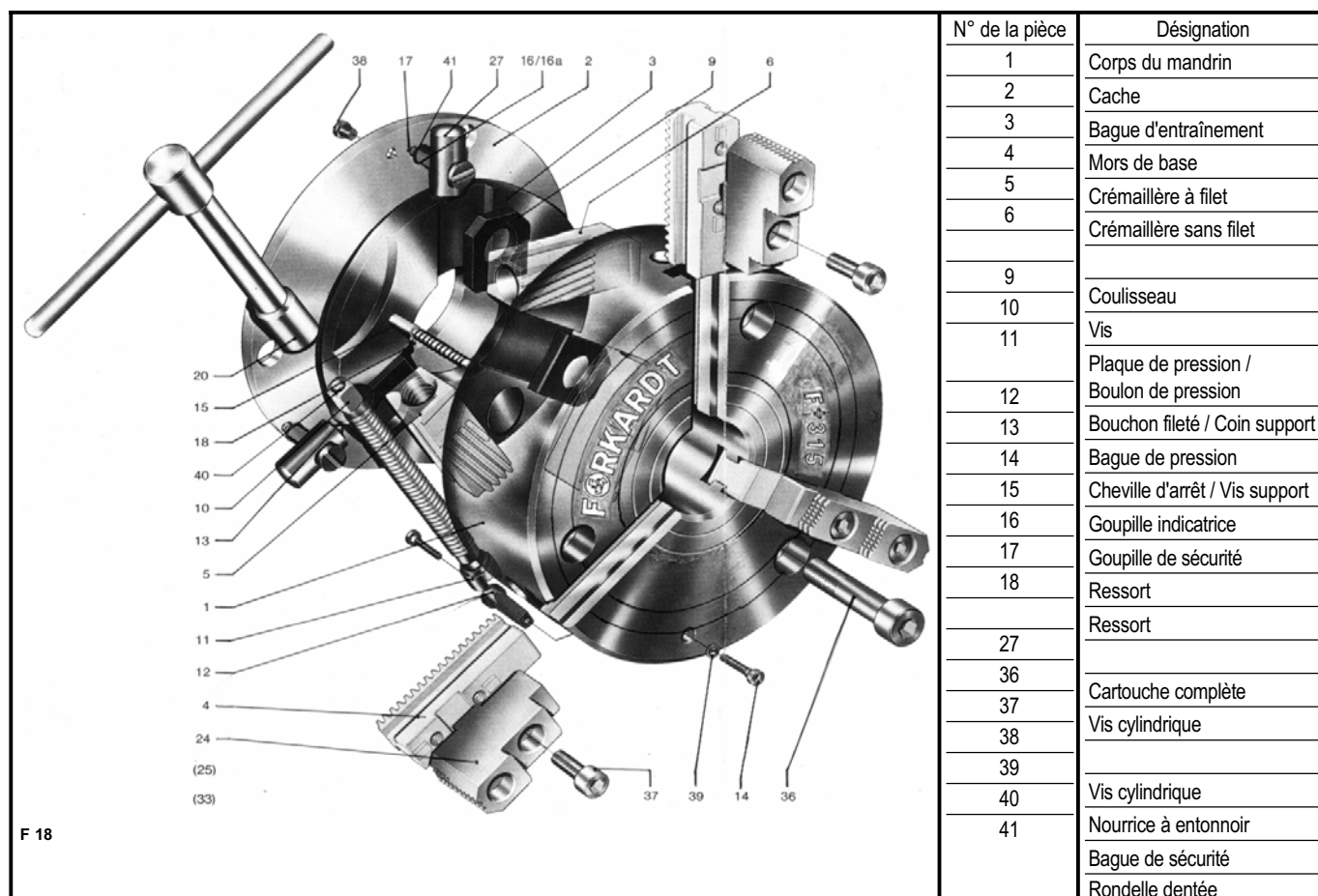
Des accessoires appropriés permettent de compléter le mandrin à serrage manuel, type **F+**, pour en faire un dispositif de serrage moderne et performant.

Il s'agit:

- de mors monobloc à gradins ou d'unités de mors se composant de mors de base **FGB** et de mors durs rapportés **FHB**
- de mors de dégrossissage **KBKTNC** à garnitures dures **SKA** (pour serrage extérieur) ou **SKI** (pour serrage intérieur)
- de mors monobloc doux **FMB** ou d'unités de mors se composant de mors de base **FGB** et de mors rapportés doux **FWB**
- et de mors rapportés spéciaux, en fonction des plans de la pièce envoyés par vos soins
- d'un couvercle de centrage pour fixation par disque à baïonnette ou Camlock selon DIN ou ASA
- de flasques intercalaires pour mandrin à réception cylindrique

Pour travailler de façon judicieuse, sûre et rationnelle avec le mandrin à serrage manuel **F+** nous proposons:

- Dispositif électronique de mesure de la force de serrage, type **SKM 1200 / 1500**, suivant imprimé 300 224.10.1F
- Lubrifiants pour entretenir le mandrin et conserver la force de serrage, imprimé 990.01.5D
- Anneaux de serrage pour le tournage de mors doux, imprimé 990.01.5D
- Crochets pour faciliter la manutention des gros mandrins au montage / démontage, imprimé 990.01.5D

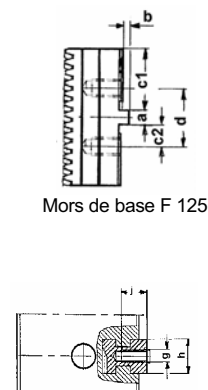
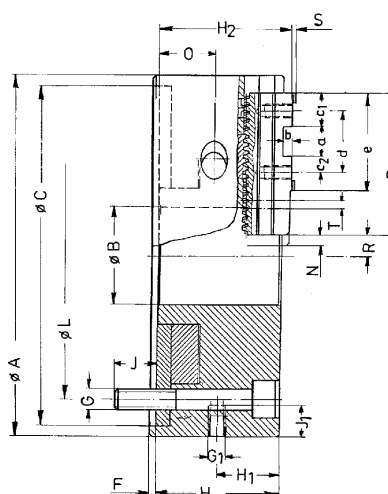
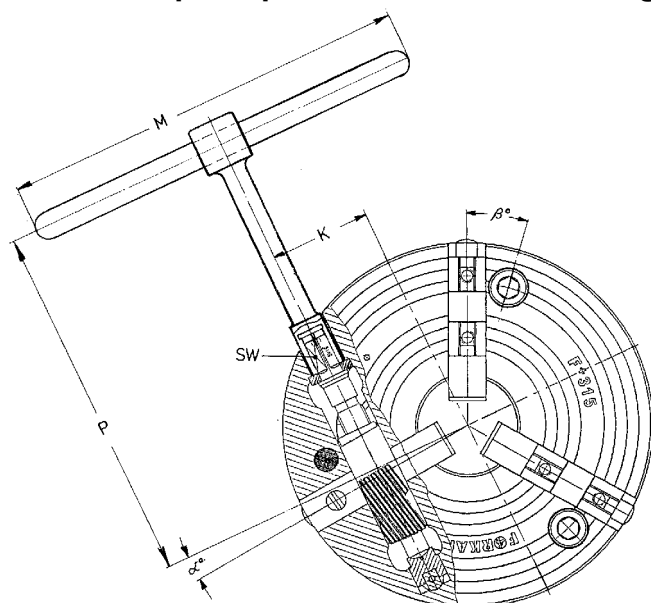
5.3 Conception du mandrin à serrage manuel:


Le mandrin à serrage manuel, type **F+**, comprend les composants principaux suivants:

- Le corps du mandrin monobloc (1) à réception concentrique, alésage et fraises rectifiées pour recevoir les crémaillères (5 et 6), avec et sans filet et les trois guidages de mors pour recevoir les mors de base (4).
- La bague d'entraînement (3) avec les fraises pour recevoir les coulisseaux (9) et la courbe de commande pour la goupille indicatrice (15).
- La goupille indicatrice à ressort (15, 18) pour la surveillance visuelle de la course des crémaillères.
- Les trois goupilles de sécurité à ressort (16, 17) maintenues dans le sens axial par une rondelle dentée (41).
- Les trois cartouches (27) qui assurent par les goupilles de sécurité à ressort (16 et 17) que les mors de base (4) ne sont pas éjectés en cours de rotation.
- La vis filetée (10) pour entraîner la crémaillère (5) guidée et réglée sans jeu dans le corps du mandrin (1) par la bague de pression (13) et le bouchon fileté et le coin support (12) par la plaque de pression et le boulon de pression (11).
- Le cache (2) avec rainure de graissage qui assure l'étanchéité du mandrin vers l'extérieur et est fixé sur le corps du mandrin par trois vis cylindriques (38).

Le bouchon fileté (12) fixé dans sa position par une cheville d'arrêt (14) contient sur les mandrins à serrage manuel **F+** 125 à **F+** 250 une nourrice à entonnoir (39) pour graisser le mandrin. Sur les mandrins à serrage manuel **F+** 250 à **F+** 630, cette nourrice à entonnoir se trouve dans le carré de la vis filetée (10) réglée sans jeu par le boulon de pression (11) et les coins support. Ce réglage exempt de jeu se fait en déplaçant les vis support (14). Sur les mandrins à serrage manuel **F+** 500 et **F+** 630, le cache (2) est en plus fixé par trois vis cylindriques (37) par l'avant du corps du mandrin.

5.4 Cotes principales du mandrin à serrage manuel **F+** à centrage cylindrique:



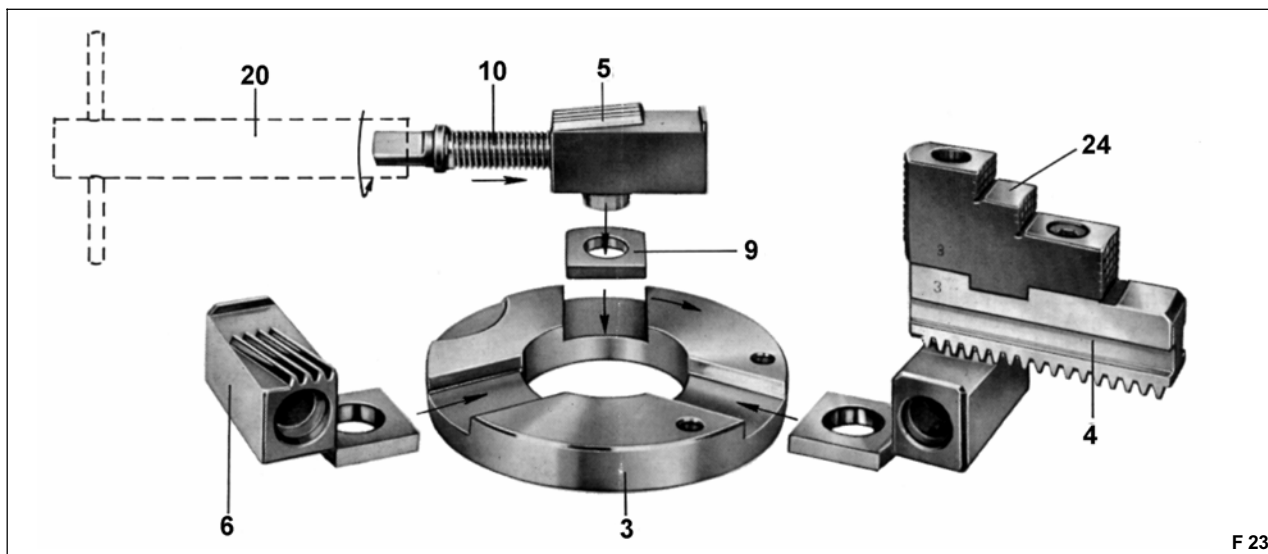
F 19 à F 22

Type de mandrin	F+	125	160	200	250	315	400	500	630
Taille du mandrin	A	125	161	206	255	318	400	500	630
Alésage	B ^{+0,1}	32	42	52	61	86	102	152	242
### de centrage	C H6	115	145	185	235	300	380	460	580
Raccordement des mors	D	F 125	F 160	F 200	F 250	F 315	F 400	F 400	F 630
Alésage B peut être porté à	B ₁	35	45	55	75	100	130	180	270
Longueur des mors de base	D	47	56	90	110	125	160	160	230
Hauteur du centrage	F	4	5	5	6	6	6	6	6
Filet pour vis de fixation	G	3 x M8	3 x M10	3 x M12	3 x M16	3 x M20	3 x M24	3 x M24	3 x M24
Filet pour vis à anneau DIN 580	G ₁	-	-	-	-	M16	M16	M16	M20
Hauteur du mandrin	H	46,5	63	81,3	92	111	118	119	143
Distance	H ₁	-	-	-	-	55	55	55	70
Distance	H ₂	53,1	69	88	99	119	129	130	155
Longueur du filet	J	11	13	18	27	33	34	34	34
Profondeur du filet	J ₁	-	-	-	-	30	30	30	35
Entraxe clé du mandrin	K	33	43	54	67	86	111	153,5	196
### cercle de passage	L	100	125	160	200	250	315	235/ 400	330,2/ 520
Longueur de la poignée	M	150	200	280	450	500	600	600	710
Course des mors	N	4,8	6,3	6,8	7,5	9,6	12	12	14,1
Distance	O	22,5	31,5	43	47	59	57,5	58,5	72
Distance de la poignée	P	115	180	210	300	310	360	520	570
Position du mors de base	Rmin	9,2	12,1	13,2	14,8	18,7	24,7	41,6	33,4
	Rmax	23,6	31,5	42,6	51	68	93,1	135,7	169,8
Cote	S	-	2,5	3	3	3	4	4	4
Largeur surplat	SW	8	10	12	14	16	19	19	24
Pas de la denture	T	3,6	4,8	4,8	6	7	8,5	8,5	8,5
Angle α°		6°36'	6°36'	3°	4°30'	4°30'	4°30'	4°30'	4°30'
Angle β°		21°36'	21°36'	18°	19°30'	16°30'	19°30'	14°30'	69°30'
Largeur de rainure	a	5	18	20	20	26	30	30	40
Profondeur de rainure	b	3	5	6	6	8	9	9	9
Cote	c ₁	21	19	23	26	30	35	35	52
Cote	c ₂	7,5	7	10	10	14	15	15	21
Entraxe des trous	d	20	32	40	40	54	60	60	82
Longueur	e	47	56	67	73	86	103	103	145
Filet	g	M6	M8 x 1	M8 x 1	M12 x 1,5	M12 x 1,5	M16 x 1,5	M16 x 1,5	M20
Largeur de mors	h	14	20	22	26	32	45	45	65
Profondeur de filet	j	10	16	20	23	25	30	30	32

5.5 Conception et fonctionnement du mandrin à serrage manuel:

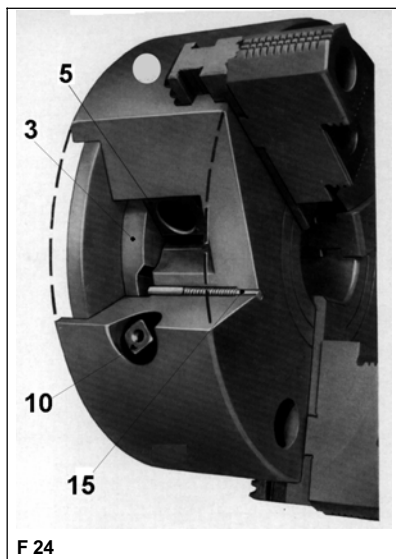
5.5.1 Généralités:

Le mandrin à serrage manuel, type est un mandrin à crémaillères actionné par une clé. Le coeur du mandrin **F+** se compose de l'entraînement à crémaillères des mors de serrage (mors de base pièce 4 et mors rapporté pièce 24): Une crémaillère (5 et 6) déplaçable perpendiculairement est disposée derrière chaque mors dans le corps du mandrin. Elle se trouve en prise avec la denture arrière du mors de base par une denture à module hélicoïdale. Lorsque les crémaillères bougent, les mors effectuent une course de serrage vers l'intérieur ou vers l'extérieur, en fonction du sens du mouvement des crémaillères.



F 23

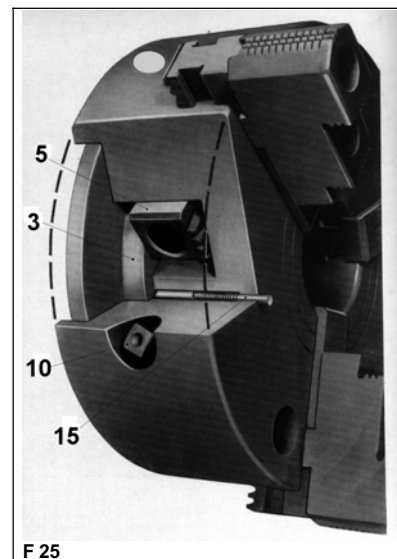
La parfaite synchronisation des trois crémaillères est assurée par la bague d'entraînement (3) placée à l'arrière. Elle reprend dans trois rainures radiales les coulisseaux (9) logés chacun sur un pivot à l'arrière des crémaillères.



F 24

Une des trois crémaillères est entraînée par la vis filetée (10) logée dans le corps du mandrin. Pour actionner le mandrin à serrage manuel **F+**, la clé (20) est placée sur le carré de la vis.

Une goupille indicatrice (15) dans la face avant du mandrin indique la plage de serrage admissible. En l'absence d'une pièce à usiner, la rotation de la clé de serrage permet de faire la course utile des mors. La goupille indicatrice en saillie marque la fin de



F 25

la course (voir Fig. F 25). La clé doit alors faire plusieurs tours dans le sens des aiguilles d'une montre pour ramener la goupille indicatrice à fleur du corps du mandrin. Dans cette position, la denture est en prise et le mandrin est prêt à serrer une pièce à usiner (voir Fig. F 24).

ATTENTION !

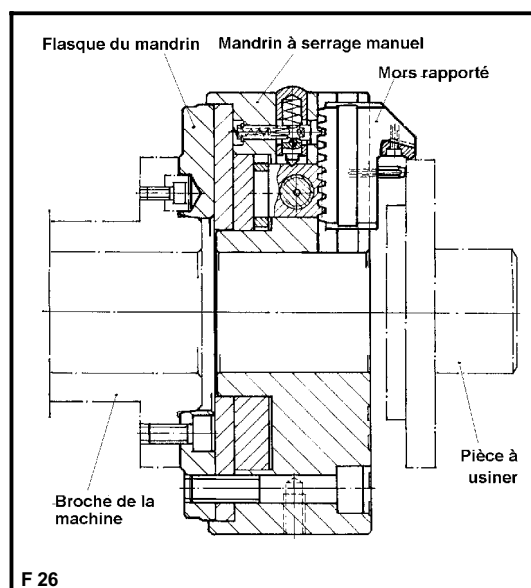
Ne pas serrer lorsque la goupille indicatrice est en saillie. On risque que la denture de serrage ne soit pas en prise ou ne le soit pas suffisamment, ou qu'il n'y ait pas suffisamment de course de resserrage pour maintenir la pièce en toute sécurité.

5.5.2 Fonctionnement du mandrin à serrage manuel F⁺:

Le mandrin à serrage manuel fixé sur le nez de broche d'un tour est commandé par une clé, sa tâche consiste à délivrer par le couple généré par la clé du mandrin une force de serrage pour maintenir les pièces à serrer.

L'effort appliqué sur la clé du mandrin est transmis par la vis filetée sur la crémaillère pourvue d'un filet intérieur, et de là par les coulisseaux situés dans la bague d'entraînement sur les autres crémaillères dentées se trouvant dans le corps du mandrin qui le transmettent aux mors de base et aux mors rapportés et reliés aux mors de base par le guidage croisé.

Les mors rapportés exercent radialement la force de serrage correspondante sur la pièce pour la maintenir pendant l'usinage.


ATTENTION !

Il est important que le couple servant à générer cette force de serrage soit adapté au couple maxi. admissible sur le mandrin à serrage manuel utilisé et ne le dépasse pas.

ATTENTION !

Pour serrer avec la clé de mandrin, ne pas utiliser un tube de rallonge risquant de trop fortement solliciter les pièces intérieures du mandrin!

Pour mettre en place les mors de serrage (mors de base FGB et mors rapporté dur FHB), la denture des crémaillères est éloignée de la zone des guidages des mors en tournant la clé dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre. Dans cette position, la goupille indicatrice ressort de plusieurs millimètres sur la face plane du corps du mandrin (voir également Fig. 25).

Les mors peuvent être alors introduits dans leurs guidages sur le corps du mandrin, la sécurité des mors étant enfoncée (elle est située derrière chaque mors de base). Pour positionner correctement les mors en prise avec la denture des crémaillères, le bruit du ressort de sécurité des mors qui vient se prendre dans la denture arrière des mors de serrage constitue une aide efficace.

La clé de serrage fait alors plusieurs tours dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que la goupille indicatrice revienne à fleur dans le corps du mandrin. Dans cette position, la denture de serrage est en prise et le mandrin est prêt à serrer une pièce.

ATTENTION !

Au terme de l'opération de serrage, enlever immédiatement la clé sur le carré de la vis filetée. Elle ne doit jamais rester sur le mandrin pour des motifs de sécurité!

En l'absence d'une pièce à usiner, la rotation de la clé de serrage permet de faire la course utile des mors. La goupille indicatrice en saillie marque la fin de la course.

ATTENTION !

Ne pas serrer lorsque la goupille indicatrice est en saillie. On risque que la denture de serrage ne soit pas en prise ou ne le soit pas suffisamment, ou qu'il n'y ait pas suffisamment de course de resserrage pour maintenir la pièce en toute sécurité.

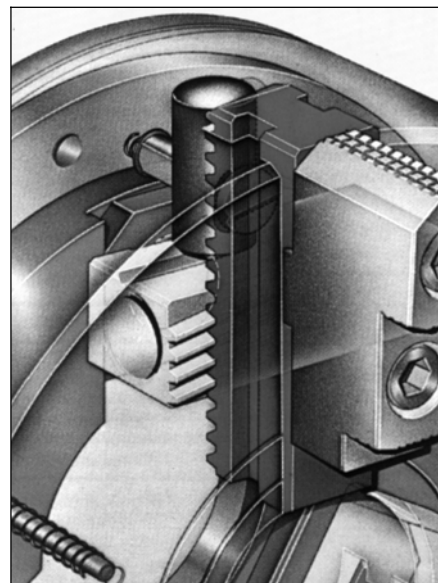
Toutefois, si le non-respect de cette consigne endommagerait la mécanique de serrage ou détruirait la denture des mors de serrage à la suite d'une collision, les sécurités des mors rattrapent les mors éjectés vers l'extérieur, sur quelques millimètres dans le corps du mandrin. Les sécurités de mors sont conformes aux consignes de la caisse de prévoyance contre les accidents et de la **norme européenne NE 1550**.

Pour déplacer, retourner ou remplacer les mors de serrage, les déplacer vers l'extérieur jusqu'à ce que la goupille indicatrice soit en saillie et que la clé de serrage ne puisse plus tourner. Le mors concerné peut être déplacé ou extrait après avoir enfoncé la sécurité du mors.

Lors du réglage des mors à un certain diamètre de serrage, la denture des crémaillères doit être éloignée de la zone des guidages des mors en faisant tourner la clé du mandrin dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre. La goupille indicatrice ressort de quelques millimètres de la surface plane du corps du mandrin.

En appuyant sur la sécurité, les mors sont libérés par le ressort et peuvent être placés au diamètre de serrage prévu. La position correcte des mors de serrage est indiquée par le ressort que l'on entend venir en prise dans la denture des mors de serrage lorsque la sécurité des mors est dégagée.

La denture vient en prise par rotation de la clé du mandrin dans le sens des aiguilles d'une montre, la goupille indicatrice vient à fleur avec le corps du mandrin et la pièce peut être alors serrée.



Fonctionnement de la sécurité des mors F 27

Pour remplacer des mors rapportés durs du type FHB pour dégrossissage par exemple par des mors rapportés doux du type FWB pour finissage, il faut desserrer les vis de fixation des mors et enlever complètement le mors rapporté sur les mors de base.

ATTENTION !

Avant d'enlever les mors rapportés des mors de base, nettoyer l'alésage du mandrin et les mors de base pour retirer les copeaux ou la saleté!

ATTENTION !

Si l'usinage de la pièce serrée est interrompu pour plusieurs heures, enlever la pièce sur le mandrin à serrage manuel!

La denture des crémaillères peut être dégagée en faisant tourner la clé du mandrin, cela permet de mettre à un autre diamètre de serrage, de retourner (d'un serrage intérieur en un serrage extérieur par exemple) ou de remplacer rapidement les mors.

L'utilisation d'unités de mors

■ soit des mors de base (FGB) avec des mors rapportés durs (FHB) ou doux (FWB)

soit des mors monobloc durs (FStB) ou doux (FMB)

avec des diamètres de serrage variés constitue une possibilité effective de rationalisation en matière de temps de montage sur la machine.

Pour des travaux répétitifs avec le mandrin à serrage manuel, nous recommandons par conséquent d'utiliser divers jeux d'unités de mors constitués par des mors de base et des mors rapportés vissés les uns aux autres, ce qui permet de les remplacer en bloc et d'économiser une grande partie du temps de montage. De plus, la précision des mors est conservée en ne les utilisant que sur le même mandrin.

ATTENTION !

Pour serrer avec précision des pièces, ne pas enlever les mors rapportés (FHB et FWB) des mors de base, sans quoi la précision est perdue.

Sur demande, les mandrins à serrage manuel peuvent être prévus pour la réception à cône court suivant DIN ou ASA et fournis avec un couvercle de centrage. Dans ce cas, le cache (2) est enlevé du corps du mandrin en desserrant les vis cylindriques (37, 38) et remplacé par le couvercle de centrage pour fixation à baïonnette ou Camlock. Voir à ce sujet le paragraphe 5.13.1, page 22.

5.6



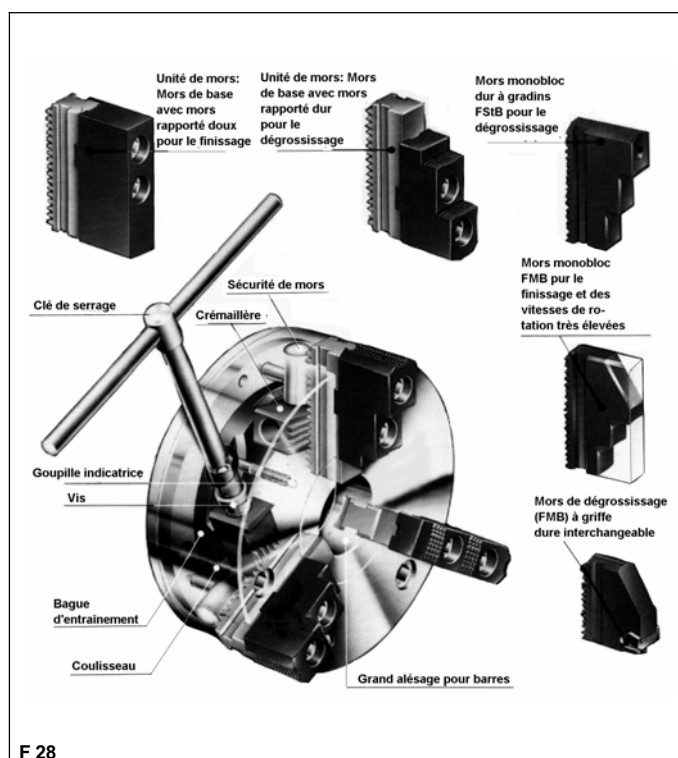
Remarques concernant la sécurité:

- * *Le couple servant à générer la force de serrage doit être adapté au couple maxi. admissible sur le mandrin à serrage manuel utilisé et ne doit pas le dépasser.*
- * *Pour serrer avec la clé de mandrin, ne pas utiliser un tube de rallonge risquant de trop fortement solliciter les pièces intérieures du mandrin!*
- * *Ne pas serrer lorsque la goupille indicatrice est en saillie. On risque que la denture de serrage ne soit pas en prise ou ne le soit pas suffisamment, ou qu'il n'y ait pas suffisamment de course de resserrage pour maintenir la pièce en toute sécurité.*
- * *Au terme de l'opération de serrage, enlever immédiatement la clé sur le carré de la vis filetée. Elle ne doit jamais rester sur le mandrin pour des motifs de sécurité!*
- * *La broche de la machine ne doit démarrer que si le serrage a eu lieu dans la plage de travail admissible sur le mandrin à serrage manuel.*
- * *Si l'usinage de la pièce serrée est interrompu pour plusieurs heures, enlever la pièce sur le mandrin à serrage manuel!*

5.7 Mors de serrage:

5.7.1 Généralités:

Le mandrin à serrage manuel constitue l'élément de liaison entre le tour et la pièce à usiner. La puissance produite par le tour est transmise à la pièce à usiner au niveau du point de transition constitué par le nez de broche par le mandrin à serrage manuel, et au niveau du point de liaison entre le mandrin à serrage manuel et la pièce à usiner, par l'emprise appliquée par les mors de serrage. Les mors rapportés constituent les éléments mobiles radiaux du mandrin à serrage manuel qui maintiennent la pièce pendant l'usinage. Les mors de serrage se composent du mors de base, élément de liaison avec la partie appliquant l'effort du mandrin à serrage manuel, et du mors rapporté fixé mécaniquement (par guidage croisé) sur le mors de base et donc positionné avec précision. On utilise des mors rapportés doux ou durs en fonction du type d'usinage ou de la dimension et de la forme variées des pièces à usiner.



5.7.2 Définition du type des mors de serrage:

Mandrin de base	F+	125	160	200	250	315	400	500	630
Mors monobloc dur à gradins	FStB..	125	160	200	250	315	400	400	-
Mors monobloc doux	FMB..	-	160	200	250	315	400	400	-
Mors de base à	FGB...	125	160	200	250	315	400	400	630
Mors rapporté dur	- FHB..	-	160	200	250	315	400	400	630
Mors rapporté doux	- FWB..	125	160	200	250	315	400	400	630
Mors de dégrossissage	KBKTNC	En fonction du diamètre de serrage, voir tableaux de la page 26.							

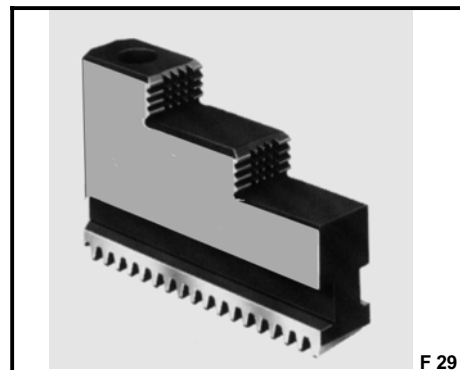
5.7.3 Mors monobloc dur à gradins FStB:

Les mors monobloc à gradins FStB sont des mors trempés à surfaces de serrage dentées pour augmenter le coefficient de frottement entre le mors de serrage et la pièce, et recitifiés sous pression de serrage dans le mandrin à serrage manuel. Ils sont utilisés pour serrer des pièces brutes ou ébauchées

- pour un enlèvement moyen de copeaux.



Calculer F_{sp} nécessaire!



F 29

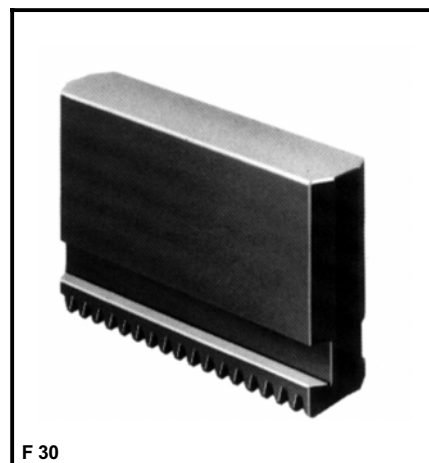
5.7.4 Mors monobloc doux FMB:

Les mors monobloc doux FMB sont des mors non trempés, en forme de carreau. Ils sont utilisés pour le serrage précis de pièces d'ores et déjà usinées

- qui ne doivent pas être endommagées sur la face de serrage
- pour un enlèvement de copeaux léger.
- Ces mors de serrage sont usinés sous pression de serrage, conformément à la forme de la pièce, et ont pour avantage que le volume utile n'est pas limité par des vis de fixation du mors.



Calculer F_{sp} nécessaire!



F 30

5.8 Unités de mors:

Pour usiner des pièces variées que l'on rencontre en pratique, on utilise des unités de mors se composant du mors de base FGB et

- du mors rapporté dur FHB
- du mors rapporté doux FWB
- du mors de serrage spécial.

Le mors de base FGB est équipé d'un guidage croisé pour recevoir le mors rapporté.

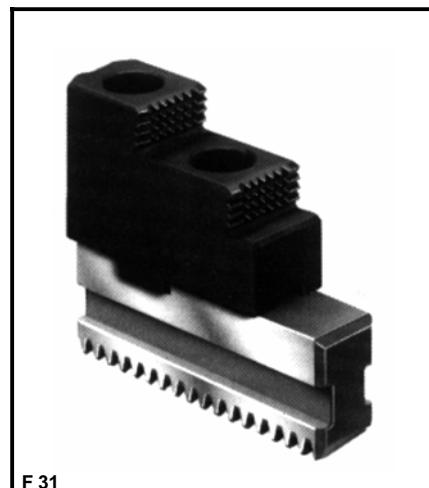
5.8.1 Unité de mors: FGB et mors rapporté dur FHB:

L'unité de mors FGB - FHB est utilisée pour l'usinage de pièces brutes ou ébauchées

- pour une prise de copeaux moyenne et rectifier sous pression de serrage dans le mandrin à serrage manuel pour augmenter la précision de concentricité.
- Les mors rapportés durs, type FHB, sont des mors trempés à surfaces de serrage dentées pour augmenter le coefficient de frottement entre le mors rapporté et la pièce.
- Pour conserver la précision de concentricité, ne pas démonter le mors rapporté du mors de base.



Calculer F_{sp} nécessaire!



F 31

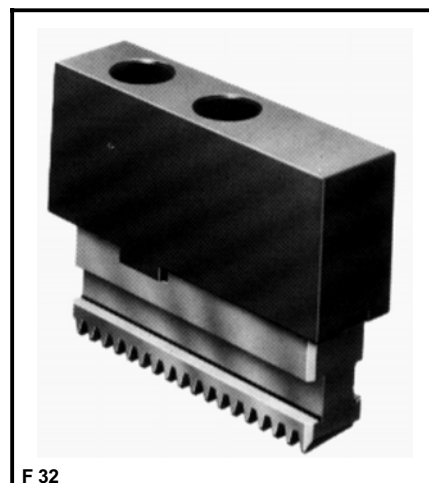
5.8.2 Unité de mors: FGB et mors rapporté doux FWB:

L'unité de mors FGB - FWB est utilisée pour des pièces d'ores et déjà usinées qui ne doivent pas être endommagées sur la face de serrage

- Pour un enlèvement de copeaux léger et tourner ou rectifier sous pression de serrage dans le mandrin à serrage manuel pour augmenter la précision de concentricité.
- Les mors rapportés doux, type FWB, sont des mors non trempés en forme de carreau.
- Les mors rapportés doux et usinés FWB conservent leur précision lorsqu'ils ne sont pas séparés du mors de base.



Calculer F_{sp} nécessaire!



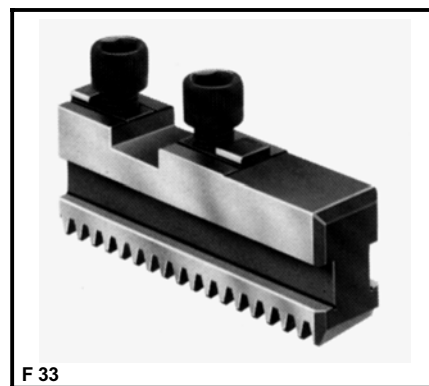
F 32

5.8.3 Unité de mors: FGB et mors spécial:

Pour l'unité de mors constituée par un mors de base FGB et un mors spécial, n'utiliser si possible le mors de base qu'en tant que tel.



Calculer F_{sp} nécessaire!



F 33

Pour calculer F_{sp} , tenir compte sur les unités de mors

- du poids plus important
- de la hauteur plus importante et
- de la distance plus importante du centre de gravité!

5.9 Mors de dégrossissage, type KBKTNC:

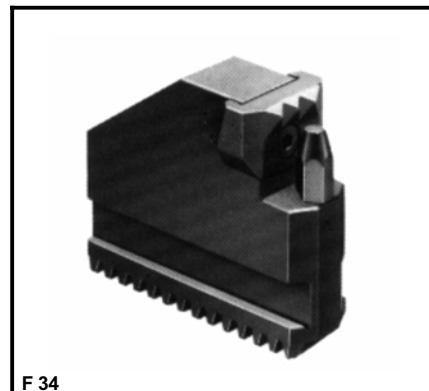
Ces mors rapportés disposent de garnitures de serrage dures et interchangeables (SKA pour serrage extérieur, SKI pour serrage intérieur) à dents pointues.

Des mors de ce genre sont utilisés pour serrer des pièces brutes, des pièces estampées ou des pièces en fonte pour

- un enlèvement de copeaux maxi.

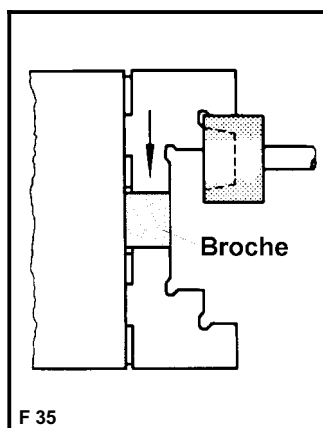


Calculer F_{sp} nécessaire!

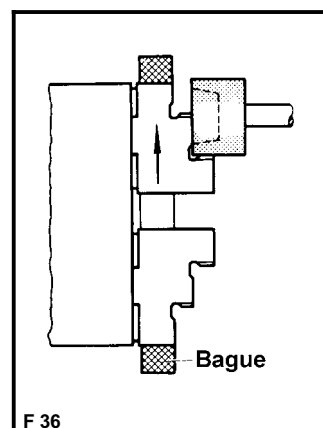


F 34

5.10 Rectification des mors rapportés:



Pour obtenir une bonne précision de concentricité, il faut rectifier et repérer les mors rapportés durs (FHB) et les mors monobloc durs à gradins (FStB) sur le mandrin sur lequel ils sont ensuite prévus pour usiner la pièce. Au moment de la livraison, ils suffisent pleinement pour serrer des pièces brutes sur lesquelles la denture de la face de serrage est utile, mais une précision de centrage élevée n'est pas nécessaire. Toutefois, des mors rapportés livrés ultérieurement ne peuvent pas être utilisés sans réserve pour des serrages précis sur des faces d'ores et déjà usinées.



Les différences de dimension dues aux tolérances de toutes les pièces détachées concernées par l'entraînement des mors individuels provoquent, par leur addition, des positions radiales différentes sur les trois mors. Ces différences sont supérieures aux variations de concentricité admissibles suivant la norme DIN 6386 et peuvent être uniquement éliminées en rectifiant sur le mandrin sur lequel les mors sont utilisés. Il faut en outre s'assurer, en repérant les mors par 1, 2 et 3, que le même mors revient toujours dans le même guidage et sur le même mors de base. La rectification des mors doit se faire sur le mandrin en état d'exploitation.

Pour rectifier des mors à gradins (FStB) ou des mors rapportés durs (FHB) pour serrage extérieur, il faut serrer une broche le plus près possible de la surface à rectifier (Fig. F 35). La rectification se fait sous pression de serrage. Pour rectifier les faces de serrage intérieures, il faut placer une bague dimensionnée en conséquence sur les gradins des mors et serrer avec la même force que pour le travail à proprement parler (Fig. F 36).

Il en est de même pour la rectification de mors rapportés doux (FWB) ou de mors monobloc (FMB) à usiner à un certain diamètre de serrage. Il faut en outre s'assurer, en repérant les mors par 1, 2 et 3, que le même mors revient toujours dans le même guidage et sur le même mors de base.

ATTENTION !

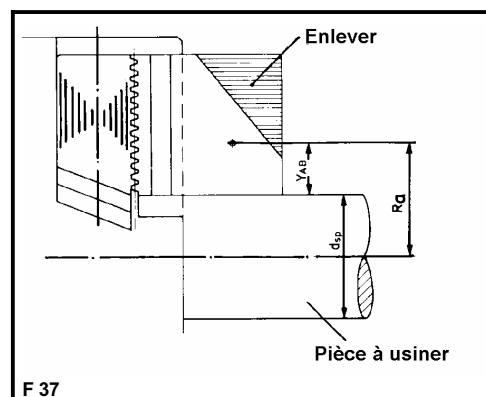
Rectifier les mors rapportés sous pression de serrage!

5.11



Remarques concernant la sécurité pour les mors rapportés:

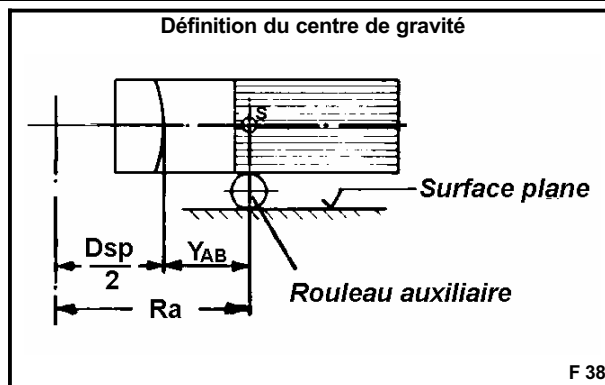
- * **Pour les mors rapportés de fabrication propre, veiller au pas correct de la denture. Vérifier qu'il n'y a pas de déformation due à la trempe.**
- * **Calculer la résistance des mors rapportés de fabrication propre, en appliquant la force de serrage. Voir les indications du paragraphe 6.2.1!**
- * **Pour des vitesses de rotation élevées, alléger autant que possible les mors rapportés doux et les mors rapportés de fabrication propre, - ne pas le faire au détriment de la résistance.**
- * **En plus du calcul habituel de force de serrage, recalculer aussi la résistance des mors rapportés d'un modèle spécial utilisé sur le mandrin à serrage manuel correspondant! Si le calcul et la mesure dynamique de force de serrage pour la vitesse de rotation admissible révèlent une valeur inférieure à la vitesse de rotation maxi. du mandrin à serrage manuel, repérer les mors rapportés spéciaux en indiquant la vitesse de rotation admissible et la désignation du mandrin à serrage manuel!**



- * Déterminer le poids et la position du centre de gravité des mors rapportés doux prêts à être utilisés ainsi que des mors rapportés spéciaux de fabrication propre.

- * Vérifier si la force de serrage opérationnelle utile du mandrin à serrage manuel suffit pour l'usinage prévu.

Voir également les exemples de calcul du paragraphe 6.4.



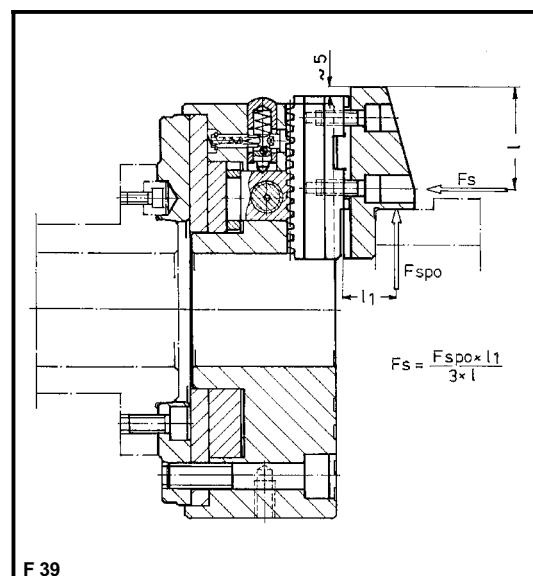
- * Régler l'équipement pour limiter la vitesse de rotation sur le tour à la vitesse de rotation admissible et calculée pour les mors rapportés spéciaux, sans quoi il est impossible de maintenir en sécurité les pièces à usiner, compte tenu de la diminution de force de serrage résultant des forces centrifuges des mors provoquées par des vitesses de rotation élevées!

- * Lors de la mise en place des pièces dans le mandrin à serrage manuel, placer toujours vers le bas un mors rapporté pour éviter que la pièce se coince entre deux mors rapportés. Des pièces risquent de se coincer notamment avec des mors rapportés à denture aiguë, avec un diamètre de serrage important, des mors rapportés étroits à faible emprise et pour une course d'ouverture important sur le mandrin à serrage manuel.

- * Lorsque la pièce à usiner est mise en place, la course des mors rapportés doit être égale ou inférieure à 3 mm. Concevoir la forme des mors rapportés pour que la course ne doive pas être supérieure à 3 mm pour atteindre la position de serrage!

- * Vérifier la résistance des vis de fixation des mors - en cas d'utilisation des unités de mors. Recalculer la résistance à la traction (statique et dynamique). N'utiliser que des vis de qualité 10.9, DIN 267!

- * Pour la fixation des mors rapportés, n'utiliser que des vis de fixation d'ORIGINE, en respectant la qualité prescrite!

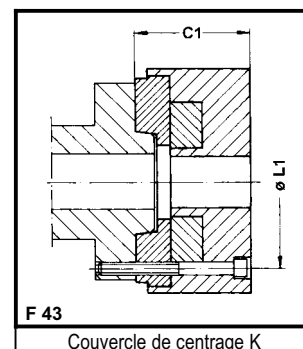
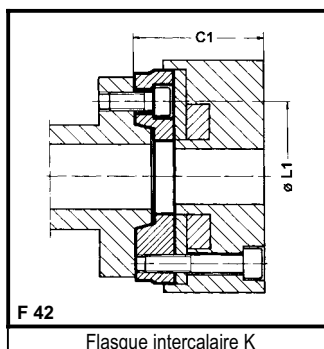
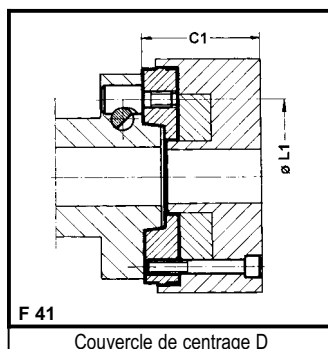
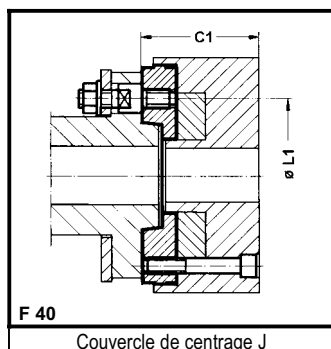


5.12 Couples de serrage des vis de fixation des mors:

Vis selon DIN 912		Qualité 10.9		Réalisation selon DIN 267		
Filet		M6	M8 x 1	M12 x 1,5	M16 x 1,5	M20
Couple de serrage	Nm	8,3	22	72	180	340
Charge maxi. sur les vis	N	9750	19600	44000	85500	126000

5.13 Accessoires:

5.13.1 Couvercle de centrage, flasques intercalaires:

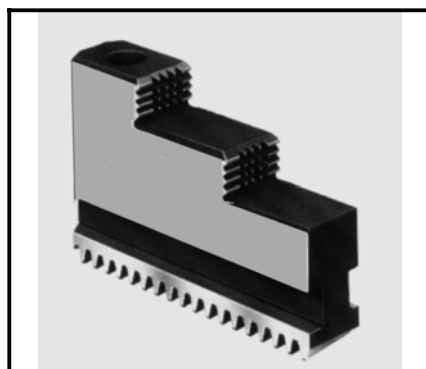


Mandrin à couvercle de centrage pour fixation par rondelle à baïonnette suivant DIN 55027, ISO 702 / III, ASA B5.9, type B									J	Mandrin à couvercle de centrage pour fixation Camlock suivant DIN 55029, ISO 702 / II, ASA B 5.9 D1							D
Type de mandrin F+	Taille du nez de broche	Couvercle de centrage	N° d'ident.	Dimensions		Goujon et écrou à chapeau			Couvercle de centrage	N° d'ident.	Dimensions		Boulon Camlock				
				C1	L1	FN	Ident - Nr.	Stck.			C1	L1	FN	Ident - Nr.	Stck.		
125	3	F125 - J3	164662J03D	59,5	75	322	70503	3	F125 - D3	164662D03D	66,5	70,6	377	70510	3		
	4	F125 - J4	164662J04D	59,5	85	322	70504	3	F125 - D4	164662D04D	67,5	82,6		70511	3		
	5	F125 - J5	164662J05D	66,5	104,8	322	70505	4	-	-	-	-	-	-	-		
160	4	F160 - J4	164663J04D	75,3	82,6	322	70504	3	F160 - D4	164663D04D	85,3	82,6		70511	3		
	5	F160 - J5	164663J05D	79,3	104,8	322	70505	4	F160 - D5	164663D05D	87,3	104,8	378	70512	6		
	6	F160 - J6	164663J06D	85,3	133,4	322	70506	4	F160 - D6	164663D06D	106,3	133,4		70513	6		
200	4	F200 - J4	164664J04D	93,3	82,6	322	70504	4	F200 - D4	164664D04D	99,3	82,6		70511	3		
	5	F200 - J5	164664J05D	95,3	104,8	322	70505	4	F200 - D5	164664D05D	101,3	104,8	378	70512	6		
	6	F200 - J6	164664J06D	97,3	133,4	322	70506	4	F200 - D6	164664D06D	106,3	133,4		70513	6		
	8	F200 - J8	164664J08D	108,3	171,4	322	70507	4	-	-	-	-	-	-	-		
250	5	F250 - J5	164665J05D	107	104,8	322	70505	4	F250 - D5	164665D05D	112	104,8	378	70512	6		
	6	F250 - J6	164665J06D	108	133,4	322	70506	4	F250 - D6	164665D06D	117	133,4		70513	6		
	8	F250 - J8	164665J08D	110	171,4	322	70507	4	F250 - D8	164665D08D	122	171,4		70514	6		
315	6	F315 - J5	164666J06D	128	133,4	322	70506	4	F315 - D6	164666D06D	146	133,4		70513	6		
	8	F315 - J8	164666J08D	130	171,4	322	70507	4	F315 - D8	164666D08D	138	171,4		70514	6		
	11	F315 - J11	164666J11D	133	235	322	70508	6	F315 - D11	164666D11D	143	235	379	70515	6		
400	8	F400 - J8	164667J08D	138	171,4	322	70507	4	F400 - D8	164667D08D	143	171,4		70514	6		
	11	F400 - J11	164667J11D	138	235	322	70508	6	F400 - D11	164667D11D	148	235	379	70515	6		
500	8	F500 - J8	164668J08D	138	171,4	322	70507	4	F500 - D8	164668D08D	143	171,4		70514	6		
	11	F500 - J11	164668J11D	138	235	322	70508	6	F500 - D11	164668D11D	148	235	379	70515	6		
	15	F500 - J15	164668J15D	145	330,2	324	70517	6	F500 - D15	164668D15D	153	330,2	380	70516	6		
630	11	F630 - J11	164669J11D	165	235	322	70508	6	F630 - D11	164669D11D	170	235	379	70515	6		
	15	F630 - J15	164669J15D	167	330,2	324	70517	6	F630 - D15	164669D15D	175	330,2	380	70516	6		

Les numéros d'identification précisés s'appliquent à des mandrins à serrage manuel avec mors de base, sans mors rapportés!

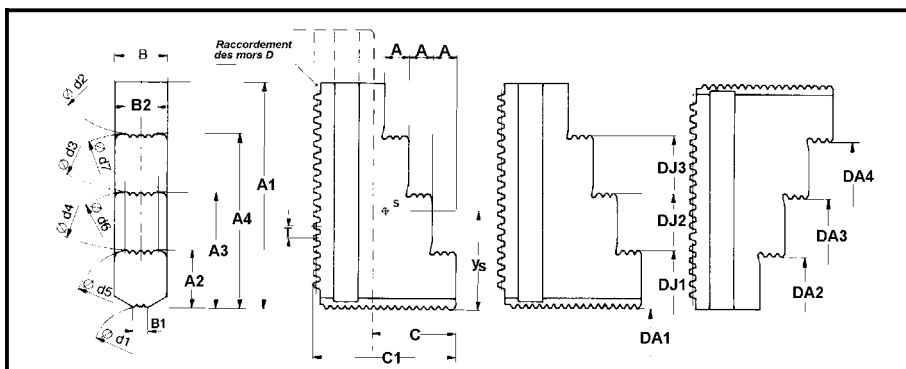
Mandrin à réception de centrage cylindrique, avec flasque intercalaire pour fixation sur nez de broche suivant DIN 55026 A/B, ISO 702/I A1/A2, ASA B5.9 A1/A2							K	Mandrin à couvercle de centrage pour fixation sur nez de broche suivant DIN 55026, ISO 702/I					K
Type de mandrin F+	Taille du nez de broche	Couvercle de centrage	N° d'ident.	Dimensions		Zugehörige Schrauben		Type de mandrin F+	Taille du nez de broche	Couvercle de centrage	N° d'ident.	Dimensions	
				C1	L1	DIN 912	10.9					C1	L1
125	3	F125 - A3	152204	64,5	75	3 x M10 x 20		Couvercle de centrage pour la fixation des mandrins à serrage manuel, type F+, sur nez de broche suivant DIN 55026 et ISO 702/I sur demande!					
	4	F125 - A4	152205	64,5	85	3 x M10 x 20							
160	4	F160 - A4	152207	81,3	85	3 x M10 x 20							
	5	F160 - A5	70419 / 2	81,3	104,8	4 x M10 x 25							
200	4	F200 - A4	152208	110	85	4 x M10 x 20							
	5	F200 - A5	70417 / 2	110	104,8	4 x M10 x 25							
	6	F200 - A6	70421 / 2	112	133,4	4 x M12 x 25							
250	5	F250 - A5	70352 / 2	110	104,8	4 x M10 x 25							
	6	F250 - A6	70353 / 2	112	133,4	4 x M12 x 25							
	8	F250 - A8	70424 / 2	117	171,4	4 x M16 x 30							
315	6	F315 - A6	70363 / 2	136	133,4	4 x M12 x 30							
	8	F315 - A8	70376 / 2	136	171,4	4 x M16 x 40							
	11	F315 - A11	70375 / 2	143	235	6 x M20 x 40							
400	8	F400 - A8	70427 / 102	148	171,4	4 x M16 x 40							
	11	F400 - A11	70428 / 2	150	235	6 x M20 x 40							
500	8	F500 - A8	70754 / 2	154	171,4	4 x M16 x 40							
	11	F500/700-J11	70716 / 2	154	235	-							
	15	F500 - A15	70755 / 2	159	330,2	6 x M24 x 50							
630	11	F630 - A11	70431 / 2	183	235	6 x M20 x 50							
	15	F630/400-J15	70188 / 2	167	330,2	-							

5.13.2 Mors monobloc dur à gradins FStB:



F 29

Mors monobloc à gradins FStB



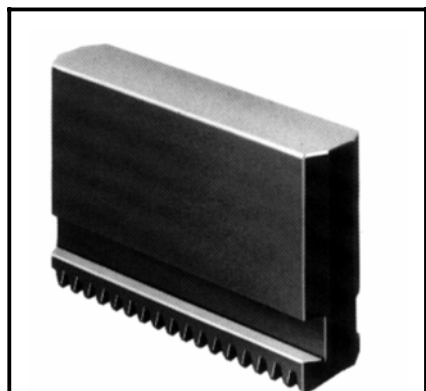
F 44

Dimensions FStB

Type de mandrin F+	Cercle de pivotement maxi.	Type de mors FStB	Tailles nominales				N° d'ident.	Tailles nominales					Serrage extérieur				Serrage intérieur			Distance du centre de gravité Ys	Poids unitaire en kg
			A	B	C	D		A1	A2	A3	A4	C1	DA 1	DA 2	DA 3	DA 4	DJ 1	DJ 2	DJ 3		
125	148	125	5	14	18	F125	70010/504	50	11	27	43,1	33,5	3-41	26-62	58-94	90-126	27-64	58-96	90-128	23,5	0,120
160	224	160	7,5	20	24	F160	70016/633	79	23	43	63	45	5-53	45-94	84-133	125-173	54-101	93-141	133-180	35,5	0,350
200	268	200	10	22	35	F200	70021/633	94	24	48	72	60	5-66	57-117	105-166	153-213	56-116	103-168	152-212	41	0,615
250	335	250	14	26	40	F250	70026/533	115	39,7	-	79,9	70	8-93	88-172	-	168-252	88-172	-	167-252	53	1,090
315	402	315	15	32	46	F315	70033/533	129	37,5	-	92,8	81	13-126	96-212	-	206-322	89-200	-	198-310	59	1,770
400	512	400	20	45	53	F400	70038/533	167	52,2	-	113,8	93	17-174	136-277	-	257-399	24-278	-	245-400	75,5	3,600
500	610	400	20	45	53	F400	70038/533	167	52,2	-	113,8	93	48-259	170-378	-	291-501	53-362	-	273-485	75,5	3,600

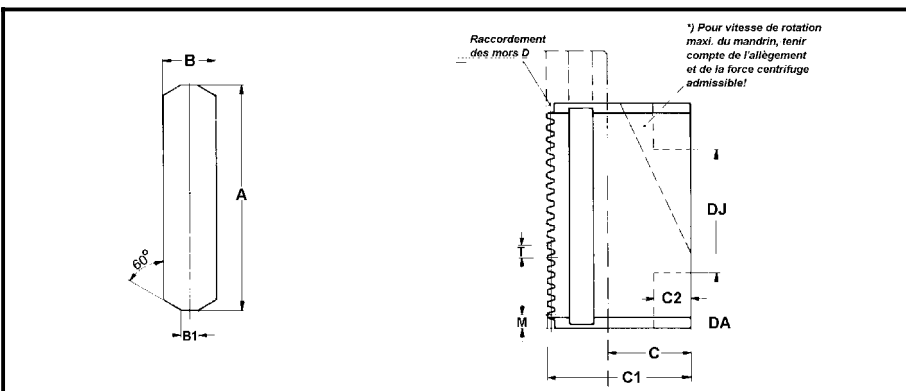
Exemple de commande: 1 jeu de mors monobloc à gradins FStB 200, n° d'ident. 70021 / 533

5.13.3 Mors monobloc doux FMB:



F 30

Mors monobloc FMB



F 45

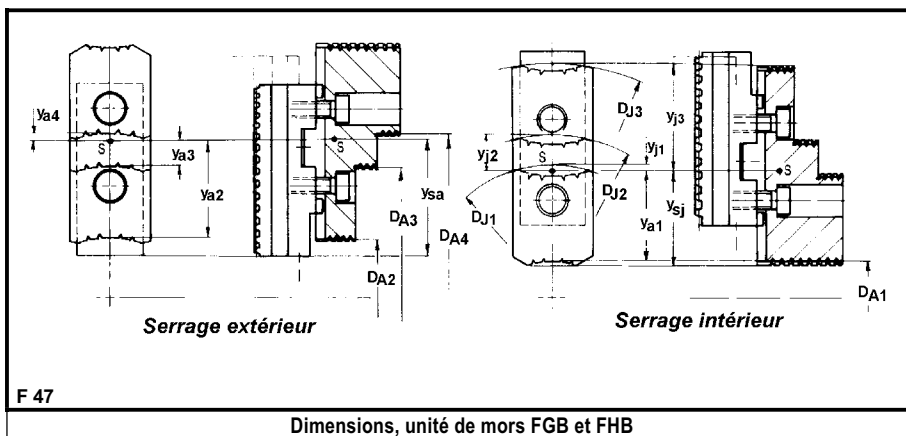
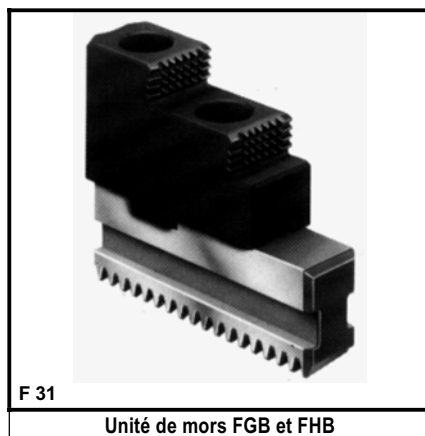
Dimensions FMB

F 46

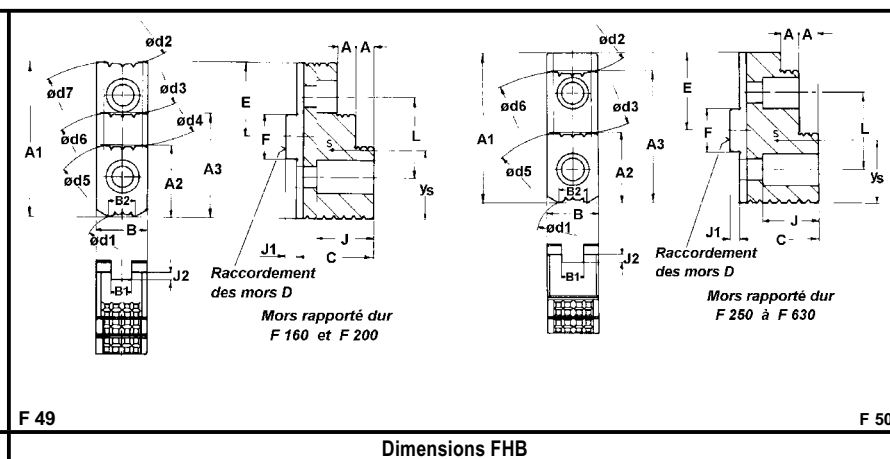
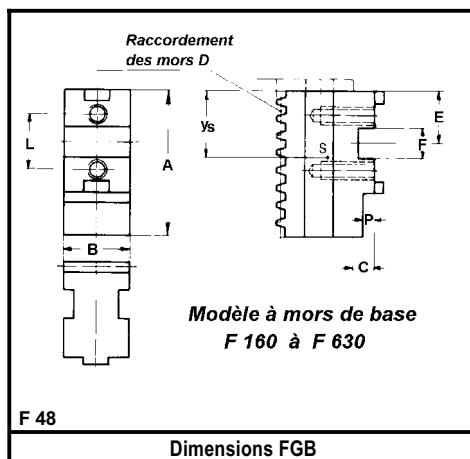
Type de mandrin F+	Cercle de pivotement maxi.	Type de mors FMB	Tailles nominales				N° d'ident.	Tailles nominales				Poids unitaire en kg
			A	B	C	D		B1	C1	M	T	
160	220	FMB 160	79	20	24	F 160	70016/734	7	45	3,2	4,84	0,470
200	264	FMB 200	94	22	35	F 200	70021/734	7	60	5,4	4,89	0,840
250	395	FMB 250	115	26	40	F 250	70026/034	10	70	6,2	6,03	1,410
315	390	FMB 315	130	32	46	F 315	70033/034	12	81	8,7	7,04	2,210
400	520	FMB 400	176	45	53	F 400	70038/034	22	93	11	8,55	5,150
500	602	FMB 400	176	45	53	F400	70038/034	22	93	11	8,55	5,150

Exemple de commande: 1 jeu de mors monobloc FMB 200, n° d'ident. 70021 / 734

5.13.4 Unité de mors FGB et FHB:



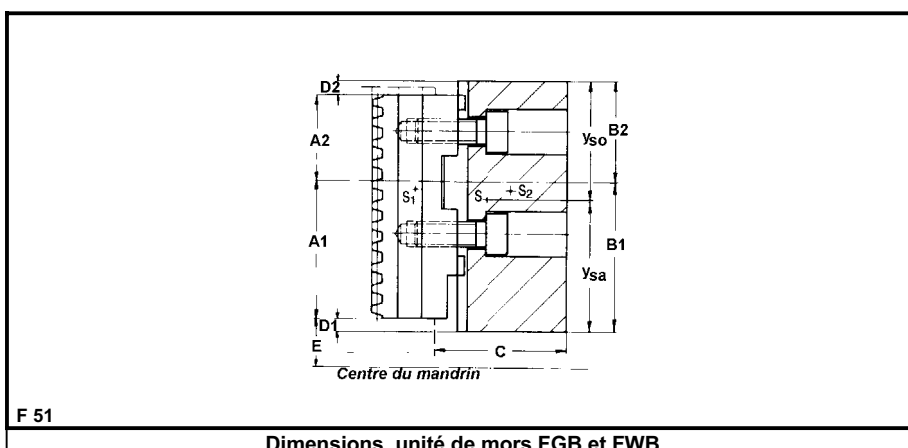
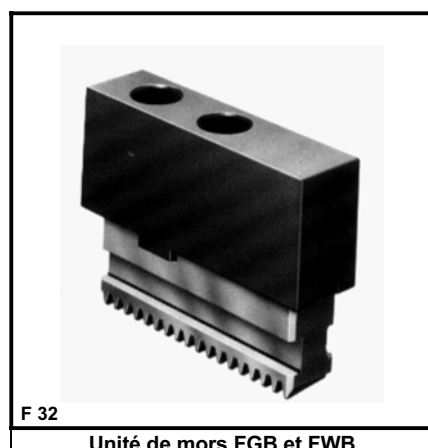
Type de mandrin F+	Cercle de pivotement maxi.	Serrage extérieur				Serrage intérieur			Distance du centre de gravité		Distance du centre de gravité par rapport au diamètre de serrage (pour le calcul de force centrifuge)							Poids FGB, FHB, vis kg/pièce
		DA 1	DA 2	DA 3	DA 4	DJ 1	DJ 2	DJ 3	Y sa	Y sj	Ya1	Ya2	Ya3	Ya4	Yj1	Yj2	Yj3	
160	225	5-52	46-96	86-136	112-162	65-112	90-138	131-179	45,1	33,9	33,65	28,52	8,21	4,73	3,63	9,15	29,47	0,46
200	270	7-76	39-110	93-164	121-192	70-139	98-167	151-221	53,7	40,3	40,08	31,22	4,39	9,56	8,57	5,22	32,02	0,74
250	335	7-92	-	87-172	167-252	89-172	168-252	-	66,5	48,5	47,98	-	30,93	9,07	7,00	32,52	-	1,40
315	400	13-126	-	96-211	212-321	89-200	198-310	-	74,7	55,3	53,98	-	36,71	18,29	16,30	38,20	-	2,07
400	525	17-175	-	136-293	258-416	122-278	243-400	-	95,7	69,3	67,96	-	43,16	17,84	16,80	43,70	-	4,52
500	608	48-259	-	169-378	291-500	154-362	276-485	-	95,7	69,3	67,96	-	43,16	17,84	16,80	43,70	-	4,52
630	823	25-323	-	197-495	357-655	190-486	349-647	-	136,3	103,7	101,53	-	57,69	22,31	19,20	60,30	-	11,85



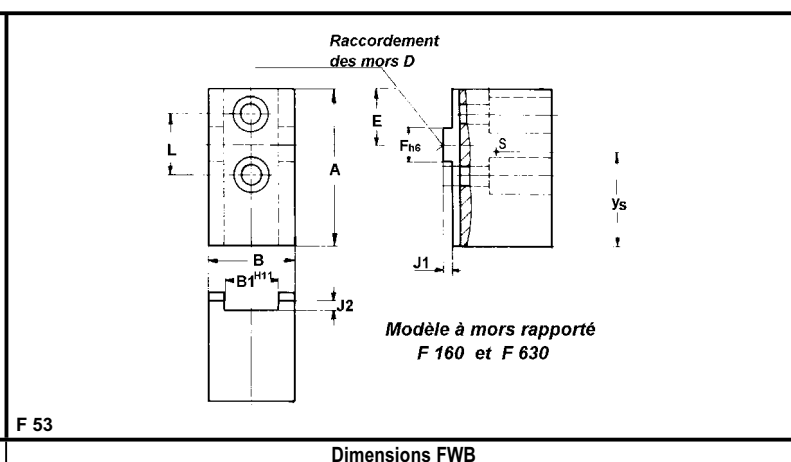
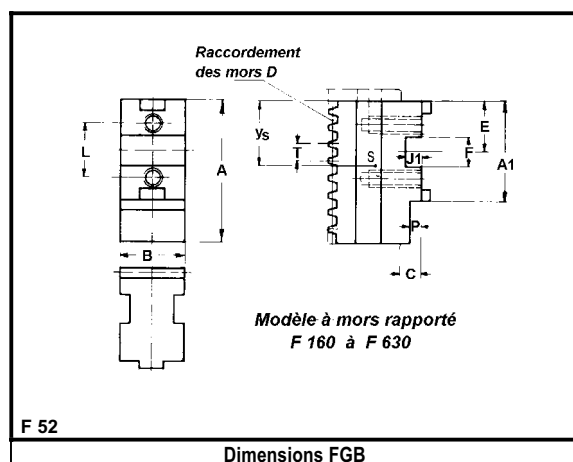
Type de mandrin F+	Mors de base									Mors rapporté dur															
	Type FGB	Tailles nominales				N° d'ident.	Dimensions		Poids unitaire en kg	Type FHB	Tailles nominales				N° d'ident.	Dimensions								Poids unitaire en kg	
		A	B	C	D		F	L			A	B	C	D		A1	A2	A3	B1	E	F _{h6}	J1	J2		L
160	160	74	20	6	F160	70016/504	18	32	0,215	160	7,5	20	32,5	F160	70016/524	63	29,5	42,5	8	30	18	4,5	3	32	0,217
200	200	90	22	7	F200	70021/504	20	40	0,370	200	10	22	38	F200	70021/524	72	31	45	10	35	20	5,5	3,5	40	0,34
250	250	110	26	7	F250	70026/404	20	40	0,585	250	14	32	50	F250	70026/524	90	40	80,3	12	49	20	5	3,5	40	0,74
315	315	125	32	8	F315	70033/404	26	54	0,945	315	15	36	56	F315	70033/524	104	37,5	92,8	12	56	26	6	3,5	54	2,24
400	400	160	45	10	F400	70038/404	30	60	2,100	400	20	45	75	F400	70038/524	130	52,3	113,8	18	73	30	7	4,5	60	2,24
500	400	160	45	10	F400	70038/404	30	60	2,100	400	20	45	75	F400	70038/524	130	52,3	113,8	18	73	30	7	4,5	60	2,24
630	630	230	65	12	F630	70049/004	40	82	5,450	630	30	65	97	F630	70049/264	185	82,2	162,7	24	103	40	8	4,5	82	5,10

Exemple de commande: 1 jeu de mors de base FGB 200, n° d'ident. 70021/504; 1 jeu de mors rapportés durs FHB 200, n° d'ident. 70021/524

5.13.5 Unité de mors FGB et FWB:

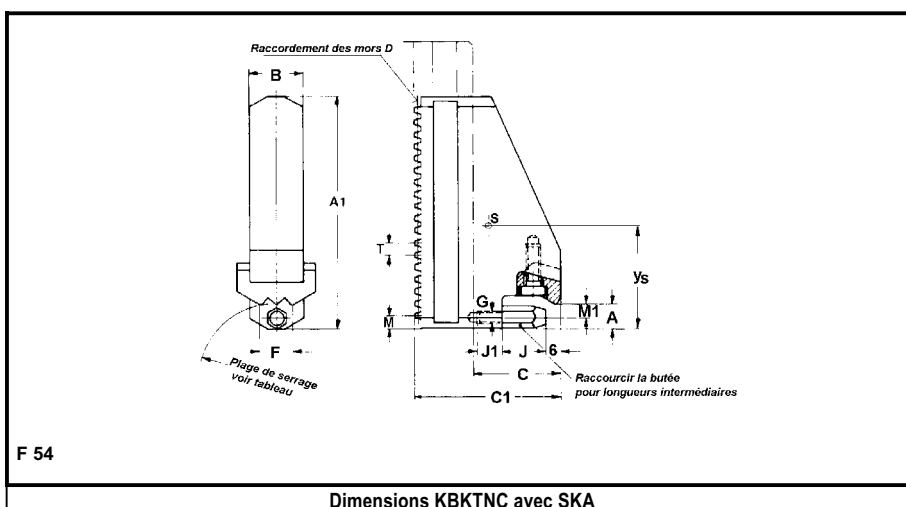
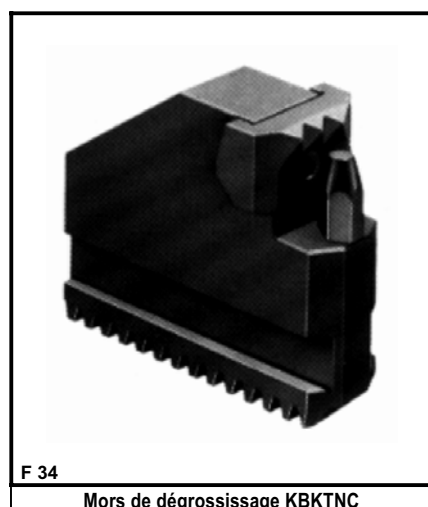


Type de mandrin F+	Cercle de pivotement maxi.	Dimensions principales											Poids FGB, FWB, vis kg/pièce
		A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	Emin	Emax	Ysa	Yso	
125	155	23,5	23,5	27,5	27,5	31,5	4,0	4,0	10	24,5	27,5	27,5	0,290
160	225	46	28	51	34	41,5	4,0	7,0	11	31,5	43,35	41,65	0,645
200	292	57	33	61	44	49	4,0	11,0	11	43,0	51,6	53,4	1,060
250	345	74	36	79	46	57	5,0	10,0	14,5	50,5	56,5	63,1	2,005
315	420	82	43	87	58	64	5,0	15,0	16	68,0	71,8	73,2	3,065
400	540	110	50	115	65	85	5,0	15,0	22	136,5	86,45	93,55	6,450
500	626	110	50	115	65	85	5,0	15,0	22	136,5	86,45	93,55	6,450
630	840	158	72	170	90	122	12,0	18,0	31	170,0	124,3	135,7	13,020



Type de mandrin F+	Mors de base									Mors rapporté doux												
	Type FGB	Tailles nominales				N° d'ident.	Dimensions		Poids uni- taire en kg	Type FWB	Tailles nominales				N° d'ident.	Dimensions						Poids uni- taire en kg
		A	B	C	D		F	L			A	B	C	D		B1	E	F	J1	J2	L	
125	125	47	14	4	F125	70010/507	5	20	0,080	125	55	20	27,5	F125	70010/508	14	27,5	5	3,5	2,5	20	0,20
160	160	74	20	6	F160	70016/504	18	32	0,215	160	85	20	35,5	F160	70016/525	8	34	18	4,5	3	32	0,40
200	200	90	22	7	F200	70021/504	20	40	0,370	200	105	22	42	F200	70021/525	10	44	20	5	3,5	40	0,66
250	250	110	26	7	F250	70026/504	20	40	0,585	250	125	32	50	F250	70026/425	12	46	20	5	3,5	40	1,34
315	315	125	32	8	F315	70033/404	26	54	0,945	315	145	36	56	F315	70033/425	12	58	26	6	3,5	54	2,04
400	400	160	45	10	F400	70038/404	30	60	2,100	400	180	45	75	F400	70038/425	18	65	30	7	4,5	60	4,16
500	400	160	45	10	F400	70038/404	30	60	2,100	400	180	45	75	F400	70038/425	18	65	30	7	4,5	60	4,16
630	630	230	65	12	F630	70049/004	40	82	5,450	630	260	65	110	F630	70049/025	24	90	40	8	4,5	82	13,24
Exemple de commande: 1 jeu de mors rapportés doux FWB 200, n° d'ident. 70021/525; 1 jeu de mors de base FGB 200, n° d'ident. 70021/504																						

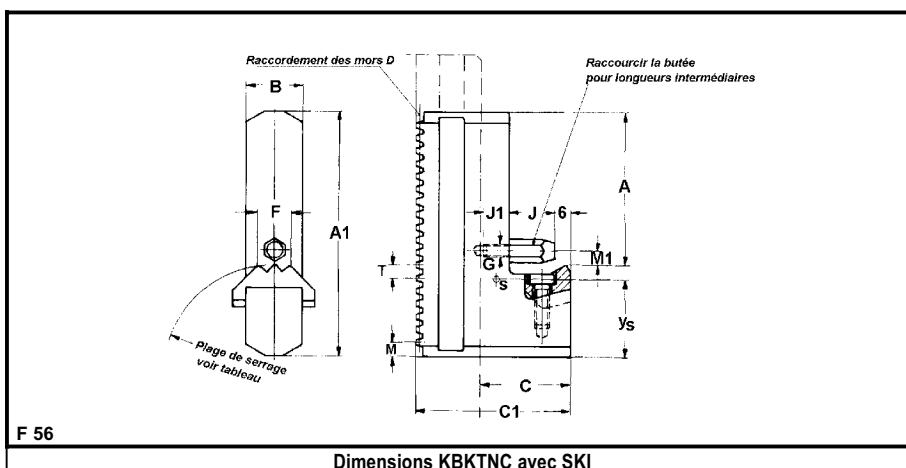
5.13.6 Mors de dégrossissage KBKTNC pour serrage extérieur:



Type de mandrin F+	Plage de serrage	Cercle de pivotement maxi.	Tailles nominales					N° d'ident.	N° d'ident. de la pièce détachée		Dimensions principales									Centre de gravité Ys	Poids unitaire en kg
			Type	A	B	C	D		Mors de serrage vis de butée	Griffe de serrage	A1	C1	F	G	J	J1	M	M1	T		
160	25-53	168	KBKTNC	8	20	24	F160	45462	45462/1	45462/2	64,5	45	12,7	M4	12	8	3,2	4	4,84	31,9	0,35
	47-77	195		8				45463	45462/1	45463/2	64,5		13							31,9	0,35
	68-123	195		31				45464	45464/1	45463/2	64,5		13							38,2	0,32
	102-156	225		48				45465	45465/1	45463/2	79		13							46,2	0,35
200	32-74	260	KBKTNC	10	22	35	F200	45468	45468/1	45468/2	74,5	60	13	M5	18	10	5,43	5,5	4,89	36,5	0,58
	64-105	240		10				45469	45468/1	45469/2	74,5		13							36,5	0,58
	82-150	228		38				45470	45470/1	45469/2	74,5		13							39,5	0,54
	124-192	266		59				45471	45471/1	45469/2	94		13							55	0,61
250	45-95	260	KBKTNC	12	26	40	F250	45474	45474/1	45474/2	91	70	15	M6	20	12	6,24	6,5	6,03	44	0,97
	83-120	285		12				45475	45474/1	45475/2	91		15,5							44	0,97
	107-191	285		48				45476	45476/1	45475/2	91		15,5							51	0,90
	155-238	328		72				45477	45477/1	45475/2	115		15,5							63	1,06
315	50-130	360	KBKTNC	16	32	46	F315	45482	45482/1	45482/2	130	81	19	M8	25	15	8,68	8,5	7,04	60	1,92
	95-168	398		16				45483	45482/1	45483/2	130		19,5							60	1,92
	167-284	398		78				45484	45484/1	45483/2	130		19,5							73	1,73
	250-364	476		112				45485	45485/1	45483/2	170		19,5							94	2,06
400	70-160	512	KBKTNC	20	45	52	F400	45488	45488/1	45488/2	176	93	37	M10	30	18	11,05	10,5	8,55	81	4,20
	115-251	512		50				45489	45489/1	45489/2	176		38							88	4,10
	236-372	512		111				45490	45490/1	45489/2	176		38							96	3,78
	365-498	638		175				45491	45491/1	45489/2	240		38							134	4,75
500	70-160	615	KBKTNC	20	45	52	F400	45488	45488/1	45488/2	176	93	37	M10	30	18	11,05	10,5	8,55	81	4,20
	115-352	615		50				45489	45489/1	45489/2	176		38							88	4,10
	236-474	615		111				45490	45490/1	45489/2	176		38							96	3,78
	365-550	695		175				45491	45491/1	45489/2	240		38							134	4,75

Exemple de commande: 1 jeu de mors de dégrossissage KBKTNC 72-26-40-F250, n° d'ident. 45477

5.13.7 Mors de dégrossissage KBKTNC pour serrage intérieur:



Type de mandrin F+	Plage de serrage	Cercle de pivotement maxi.	Tailles nominales					N° d'ident.	N° d'ident. de la pièce détachée		Dimensions principales								Centre de gravité Ys	Poids unitaire en kg	
			Type	A	B	C	D		Mors de serrage vis de butée	Griffe de serrage	A1	C1	F	G	J	J1	M	M1			T
160	73-128 119-174	195	KBKTNC	31 8	20	24	F160	45466 45467	45464/1 45462/1	45466/2 45467/2	64,5	45	13	M4	12	8	4,2	4	4,84	26,3 32,6	0,30 0,33
200	79-148 135-204	230	KBKTNC	38 10	22	35	F200	45472 45473	45470/1 45468/1	45472/2 45473/2	74,5	60	13	M5	18	10	5,43	5,5	4,89	35,1 38,1	0,52 0,56
250	97-181 169-253	280	KBKTNC	48 12	26	40	F250	45478 45479	45476/1 45474/1	45478/2 45479/2	91	70	15,5	M6	20	12	6,24	6,5	6,03	40,1 47,1	0,88 0,95
315	118-233 242-357	395	KBKTNC	78 16	32	46	F315	45486 45487	45484/1 45482/1	45486/2 45487/2	130	81	19,5	M8	25	15	8,68	8,5	7,04	57,1 70,1	1,70 2,12
400	145-281 264-404 324-464	510	KBKTNC	111 50 20	45	52	F400	45492 45493 45494	45490/1 45489/1 45488/1	45492/2 45493/2 45493/2	176	93	38 39 39	M10	30	18	11,05	10,5	8,55	80,1 88,1 95,1	3,73 4,05 4,15
500	145-384 264-506 324-566	615	KBKTNC	111 50 20	45	52	F400	45492 45493 45494	45490/1 45489/1 45488/1	45492/2 45493/2 45493/2	176	93	38 39 39	M10	30	18	11,05	10,5	8,55	80,1 88,1 95,1	3,73 4,05 4,15

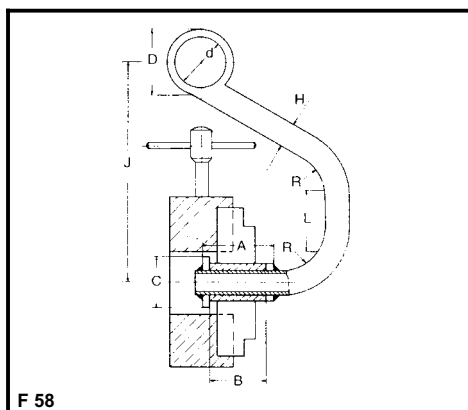
Exemple de commande: 1 jeu de mors de dégrossissage KBKTNC 48-26-40-F250, n° d'ident. 45478

5.13.8 Crochet pour mandrin:



F 57

Le crochet pour mandrin FORKARDT permet de monter et de démonter sans aucun problème et en toute sécurité des mandrins à serrage manuel, des plateaux et des mandrins à serrage automatique sur des tours. Ce dispositif est équipé d'une douille rotative sur laquelle le mandrin est fixé.



F 58

De cette façon, le mandrin de serrage peut être vissé et dévissé facilement sur le filet d'un tube d'accouplement.

Le montage est également facilité sur des dispositifs de réception à cône court.

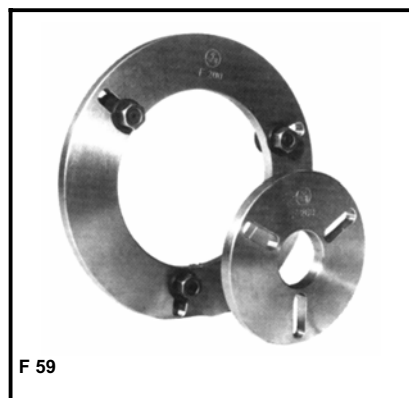
En effet, les éléments de fixation tels que goujon ou vis Camlock se mettent dans la position correcte pour pouvoir pousser le mandrin sur le nez de broche.

Type	FH 100	FH 400
N° d'ident.	70767	70768
Force portante Q	100 kg	400 kg
A	220	280
B	200	250
C	ø 55	ø 75
D	ø 115	ø 180
H	ø 33,7x3,25	ø 48,3x5
J	580	830
L	200	320
d	ø 75	ø 120
R	100	195

Exemple de commande:

1 crochet pour mandrin FH 400, N° d'ident. 70768.

5.13.9 Bagues de serrage MFW:



F 59

Les bagues de serrage MFW servent à tourner des mors rapportés doux. Ces mors usinés au diamètre de la pièce constituent le préalable pour travailler avec précision, en ménageant la surface de la pièce.

Les bagues de serrage MFW répondent aux exigences pratiques. Des boulons sont décalés dans des gorges radiales et viennent se prendre avec le pivot cylindrique dans les trous de vis des mors doux. La précision n'est obtenue que si le tournage des mors se fait sous pression de serrage.

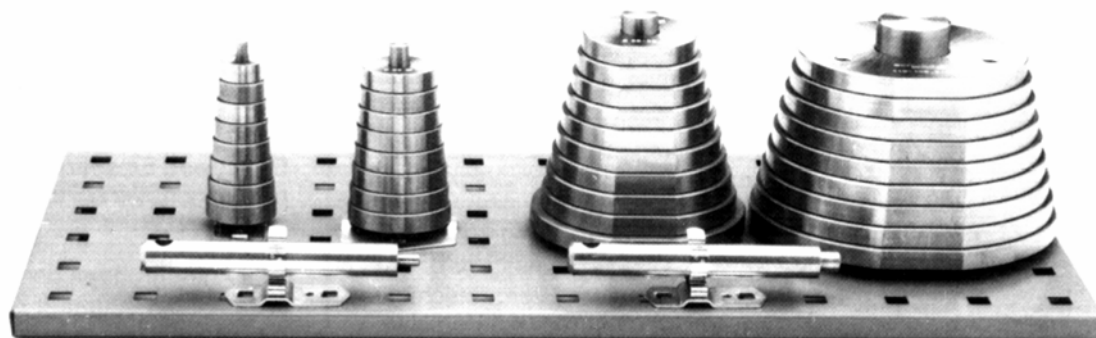
Bague de serrage pour mandrin	Type de bague de serrage (1 jeu)	N° d'ident.
F 125	MFW 125	70490
F 160	MFW 160	70491
F 200	MFW 200	70492
F 250	MFW 250	70493
F 315	MFW 315	70494
F 400	MFW 400	70495
F 500	MFW 500	70496
F 630	MFW 630	70497

Exemple de commande:

1 Bague de serrage MFW 250, N° d'ident. 70768.

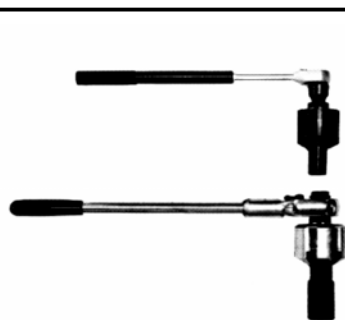
5.13.10 Bagues d'alésage au tour FADR:

Les bagues d'alésage au tour FADR constituent un autre moyen éprouvé pour aléser des mors rapportés. Elles sont fournies en un kit clairement disposé sur un plateau perforé. Un kit comprend 36 bagues individuelles de diamètres variant entre 20 et 50 mm, par échelons de 2 mm, ainsi que de diamètres de 50 à 150 mm par échelons de 5 mm. Deux axes servent à assurer la mise en place des bagues d'une petite taille. Les bagues sont trempées et peuvent être utilisées pour aléser tous les mors rapportés doux. Une rectification des bagues est possible. Consulter également l'imprimé n° 990.01.5D, accessoire pour mandrin à serrage manuel et automatique.

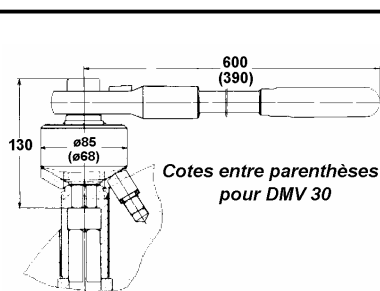


F 60

5.13.11 Amplificateur de couple DMV:



F 61



F 62

Pour la commande de mandrins à serrage manuel d'une certaine taille, les capacités de l'opérateur sont limitées au niveau de la clé de mandrin: 160 Nm environ en serrant bien, jusqu'à 200 Nm en serrant fort donnent 10 à 12 Mp de force de serrage sur un mandrin à serrage manuel normalement graissé. Sur des tours modernes protégés par des carénages, des clés de mandrin à grand levier ne sont plus utilisables.

Les amplificateurs de couple FORKARDT sont disponibles pour de tels cas. L'amplificateur de couple existe en deux tailles. La multiplication est de 4 : 1. Le préserrage se fait avec une clé de mandrin normale, puis le serrage à fond en utilisant l'amplificateur de couple. On obtient ainsi des forces de serrage élevées en faisant des efforts corporels raisonnables, sans risque pour la santé.

Type	N° d'ident.	Pour taille de mandrin	Couple du côté sortie	Poids
DMV 30 Noix à utiliser: SW 14 SW 16 SW 19	45170 46694/2 46487/2 46738/2	F250 à F400 F 250 F 315 F 400	300 Nm	2,6 kg
DMV 50 Noix à utiliser: SW 19 SW 19 SW 24	44476 43569/2 43866/2 43867/2	à partir de F400 F 400 F 500 F 630	500 Nm	5,2 kg

5.13.12 Appareil de mesure de force de serrage SKM:



La saleté ainsi que le lavage de la pellicule lubrifiante lors des travaux humides font perdre aux mandrins beaucoup de leur taux d'efficacité et par conséquent de leur force de serrage. En outre, il y a lieu de tenir compte particulièrement des pertes de force de serrage provoquées par les forces centrifuges des mors (pour des vitesses de rotation élevées). Pour contrôler les forces de serrage, FORKARDT propose les appareils de mesure de force de serrage SKM 1200 et SKM 1500 servant à la mesure de la force de serrage statique, ainsi que les appareils FORSAVE D pour mesurer la force de serrage dynamique. L'appareil de mesure de force de serrage sert à contrôler régulièrement si la force de serrage disponible suffit encore pour l'usinage prévu, ou s'il faut nettoyer et relubrifier le mandrin. Appareil de mesure de

6.1 Généralités:

La liaison entre le mandrin à serrage manuel et la pièce se fait par force, en d'autres termes, la transmission est obtenue par application des mors de serrage sur la pièce à usiner. La pression d'application nécessaire pour obtenir cette liaison par force est désignée en tant que force de serrage. Différents facteurs agissent directement ou indirectement sur la force de serrage:

- * Des coefficients d'adhérence variables entre la pièce et le mors rapporté.
- * Le rapport entre le diamètre de serrage et le diamètre de travail.
- * La valeur de la force de coupe sur l'outil de coupe.
- * Le porte-à-faux des mors de serrage à partir du point de serrage.
- * La diminution de la force de serrage due à la force centrifuge des mors, pour un serrage extérieur.

Les équipements de serrage rotatifs sont soumis à l'influence de la force centrifuge qui augmente avec le carré de la vitesse de rotation. En serrage extérieur, les forces centrifuges agissent en sens inverse à la force de serrage, c'est le contraire en serrage intérieur. La force des mors de serrage qui reste disponible à une vitesse de rotation élevée de la broche pour maintenir la pièce dépend de la valeur de la force de serrage existante à l'arrêt, du poids des mors de serrage et du rayon de leur centre de gravité.

6.2 Force de serrage:

La force de serrage maxi. F_{spmaxi} . (= F_{spo}) indiquée sur le tableau du chapitre 1.4 ne peut être obtenue que sous des conditions favorables. Les préalables sont les suivants:

- * Parfait état du mandrin à serrage manuel.
- * Graissage optimal de toutes les surfaces de glissement.
- * Couple maxi. sur la clé du mandrin.
- * Faible porte-à-faux des mors.
- * Arrêt $n = 0$ (ou vitesse de rotation réduite).

La force de serrage à l'arrêt est mesurée à l'aide d'un appareil de mesure statique de la force de serrage, SKM 1200 / 1500 par exemple. Pour l'appareil SKM 1200 / 1500, voir l'imprimé 300.224.10.01F. La valeur de F_{spmaxi} . reprise dans le tableau peut être utilisée pour des calculs de résistance, par exemple pour concevoir des mors rapportés spéciaux.

6.3 Force de serrage opérationnelle F_{sp} :

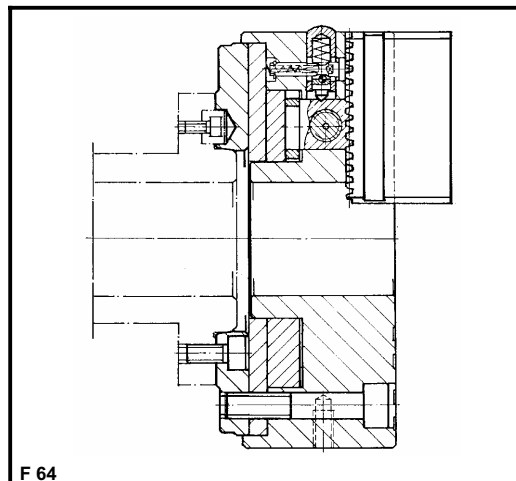
La force de serrage opérationnelle F_{sp} est la force de serrage totale (daN) de **tous** les mors en service et constitue une valeur minimum pour la force de serrage utile, sous des conditions d'exploitation normales. On entend par cela

- le parfait état et
- le graissage suffisant de toutes les surfaces de glissement

du mandrin à serrage manuel. Lorsqu'il est en bon état, un mandrin à serrage manuel dépasse la valeur de calcul pour F_{sp} .

La force de serrage à l'arrêt découle des caractéristiques concernant le mandrin à serrage manuel. Toutefois, cette valeur n'est pas déterminante à elle seule pour l'exploitation. Les mors rapportés ont un impact prépondérant sur l'exploitation d'un mandrin à serrage manuel. Le type de mors rapporté utilisé dépend de chaque cas spécial. Les mors rapportés ont une influence sur la force de serrage, et par conséquent sur la vitesse de rotation.

La vitesse de rotation indicative (selon DIN 6386) **af-fichée** pour le mandrin à serrage manuel, type **F+**, est la vitesse de rotation pour laquelle la force centrifuge calculée des mors afférents les plus lourds correspond à 2/3 de la force de serrage disponible à l'arrêt, pour la force de commande maxi.



F 64

La vitesse de rotation indicative est valable pour le mandrin à serrage manuel, type F⁺, pour le mors monobloc doux FMB, qui affleure au diamètre extérieur du mandrin. Voir Fig. F 64. Pour la vitesse de rotation indicative, on dispose ainsi d'un tiers de la force de serrage existante à l'arrêt pour serrer la pièce à usiner.

Lorsque le mandrin à serrage manuel est en rotation, les mors (mors de base et rapportés) développent une force centrifuge qui, toutefois, n'apparaît pas en tant que perte complète de la force de serrage et correspond, par exemple pour des pièces massives (sans alésage) à **67 % environ de la force centrifuge.**

La formule de calcul suivante est d'application pour la force de serrage opérationnelle et la perte effective de force de serrage **### Fsp**, pour les mandrins à serrage manuel, type **F⁺**:

$$F_{sp} = F_{spo} \pm \Delta F_{sp}$$

Dans laquelle la force de serrage Fspo existante à l'arrêt (pour une vitesse de rotation n = 0):

$$F_{spo} = \frac{C1}{C2 + a} \times M_d$$

Porter dans cette formule au maximum le couple Mdmax. du tableau de la page 4.

et la perte de force de serrage **### Fsp** à vitesse de rotation de travail n:

$$\Delta F_{sp} = \pm 0,0008 \times \left(\frac{Ra \times G \times i}{1000} \right) \times n^2$$

+ pour serrage intérieur
- pour serrage extérieur

Il en résulte pour la force de serrage opérationnelle Fsp:

$$F_{sp} = \frac{C1}{C2 + a} \times M_d \pm 0,0008 \times \left(\frac{Ra \times G \times i}{1000} \right) \times n^2$$

Le couple centrifuge total Ma se calcule en appliquant la formule:

$$M_a = \frac{\left(\frac{D_{sp}}{2} \pm Y_{AB} \right) \times G \times i}{1000}$$

Notions utilisées dans les formules:

Fsp = Force de serrage opérationnelle [daN], force de serrage totale de tous les mors en service

C1, C2 = Constante du mandrin

Md = Couple généré à l'aide de la clé de mandrin [Nm]

n = Vitesse de rotation [t/mn.]

Ma = Couple centrifuge total des mors de serrage [kgm]

Dsp = Diamètre de serrage [mm]

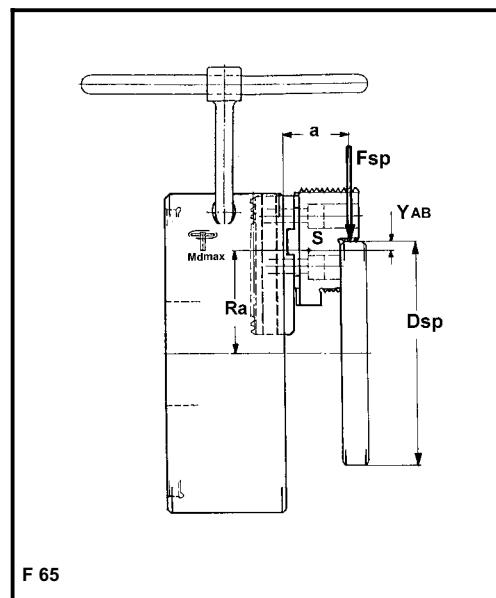
YAB = Distance du centre de gravité du mors par rapport au diamètre de serrage [mm]

a = Porte-à-faux des mors [mm]

i = Nombre de mors rapportés

G = Poids d'un mors rapporté [kg]

Ra = Distance du centre de gravité du mors de serrage par

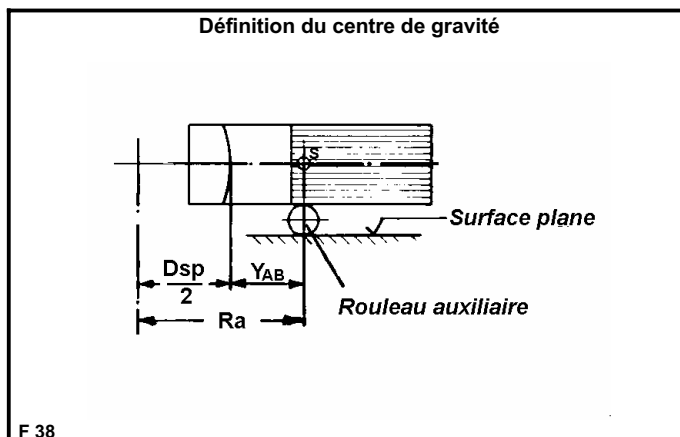


F 65

Il y a lieu de vérifier, pour l'enlèvement respectif des copeaux, si la force de serrage opérationnelle disponible est suffisante.

Pour les mors de serrage fabriqués à partir de mors doux monobloc FMB ou de mors de serrage spéciaux, le couple centrifuge effectif doit être déterminé **à partir du poids** (par pesage) **et de la distance du centre de gravité R_a** par rapport au centre du mandrin.

Voir Fig. F 38



Pour des vitesses de rotation élevées, les mors de serrage doux (FWB ou FMB) doivent être, dans la mesure du possible, allégés compte tenu d'un court porte-à-faux des mors.

Définir le poids et la position du centre de gravité des mors prêts à être utilisés et vérifier si la force de serrage opérationnelle disponible pour le mandrin à serrage manuel est suffisante pour l'usinage prévu, voir à ce sujet la formule 4 en page 30.

Si la force de serrage opérationnelle F_{sp} calculée ne suffit pas pour le cas d'enlèvement des copeaux, il y a lieu de réduire la vitesse de rotation (voir formule 8 de la page 34) ou d'alléger les mors (voir formule 7 de la page 34).

La vitesse de rotation admissible du mandrin à serrage manuel doté de ses mors correspondants ainsi que l'allure de la force de serrage doivent être calculées pour chaque cas d'enlèvement de copeaux.

6.3.1



Remarques concernant la sécurité:

- * **Vérifier si la force de serrage du mandrin est suffisante pour l'usinage, sous les conditions d'exploitation choisies.**
- * **Les valeurs calculées pour la force de serrage ne sont obtenues que lorsque le mandrin est en parfait état (la force de serrage peut atteindre des valeurs plus élevées pour un mandrin fraîchement lubrifié).**
- * **Pour des vitesses de rotation élevées, utiliser des mors rapportés légers.**
- * **En cas de rotation du mandrin à serrage manuel, la force de serrage opérationnelle doit être déterminée avec un appareil de mesure dynamique de la force de serrage, FORSAVE D par exemple.**
- * **Déterminer la perte dynamique de force de serrage pour chaque montage et s'assurer que la force de serrage est suffisante pour l'enlèvement des copeaux.**
- * **Lorsque la force de serrage constatée avec l'appareil de mesure tombe en-dessous de la valeur calculée, regraisser le mandrin à serrage manuel et voir également chapitre 9.2.**
- * **Conformément aux consignes de la caisse de prévoyance contre les accidents, les travaux réalisés avec des moyens d'exploitation rotatifs dans des plages élevées de vitesses de rotation, ne doivent se faire qu'en se protégeant par une porte de sécurité suffisamment dimensionnée. La porte de sécurité doit être fermée et verrouillée pendant la marche de la machine!**

6.4 Exemples de calcul:

Exemple 1:

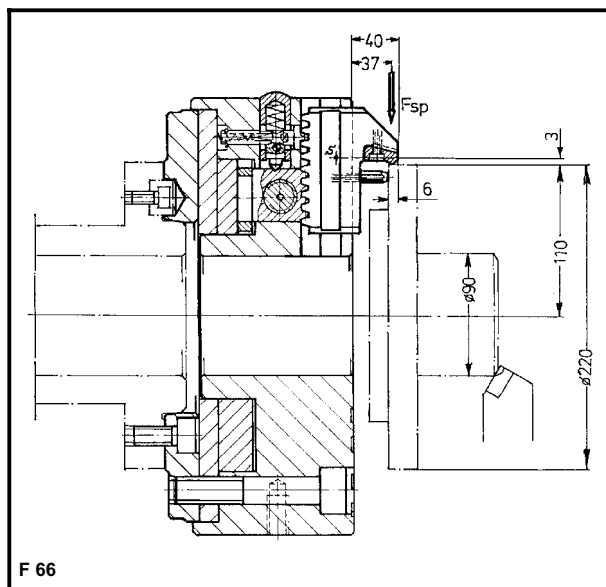
Type du mandrin à serrage manuel	F+250
Couple maxi. M_{dmaxi}	190 Nm
Mors utilisé	KBKTNC 72-26-40
Diamètre de serrage D_{sp}	220 mm
Vitesse de rotation de travail n	3500 mn. ⁻¹
Constante du mandrin $C1$	31100
Constante du mandrin $C2$	390
Porte-à-faux des mors a	37 mm
Nombre de mors i	3

Quelle est la force de serrage à l'arrêt pour serrer la pièce à usiner ($n = 0$) et à vitesse de rotation de travail $n = 3500 \text{ mn.}^{-1}$?

$D_{sp} = 220 \text{ mm}$

$Y_{AB} = + 3 \text{ mm}$

Poids des mors $G = 1,06 \text{ kg / mors}$



Rayon du centre de gravité Ra :

$$Ra = \frac{D_{sp}}{2} + Y_{AB} = \frac{220}{2} + 3 = 113 \text{ mm}$$

Couple centrifuge total Ma :

$$Ma = \frac{Ra \times G \times i}{1000} = \frac{113 \times 1,06 \times 3}{1000} = 0,36 \text{ kgm}$$

Force de serrage à l'arrêt ($n = 0$):

$$F_{spo} = \frac{C1}{C2 + a} \times Md$$

$$\frac{31100}{390 + 56,5} \times 190 = 13234 \text{ daN}$$

Force de serrage à vitesse de rotation de travail $n = 3500 \text{ mn.}^{-1}$:

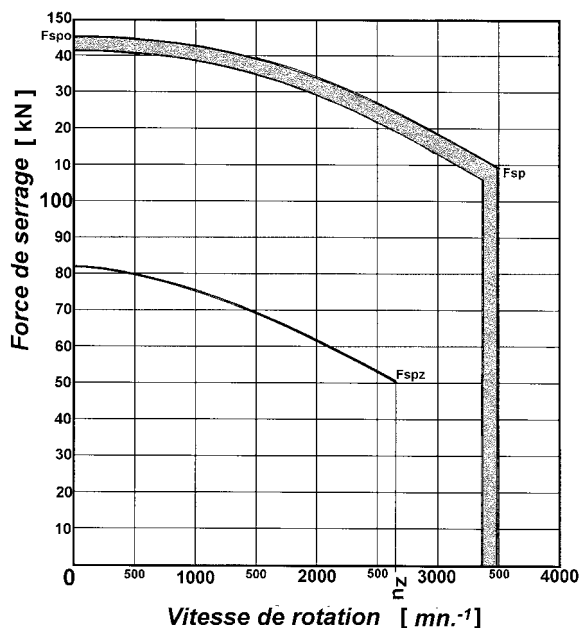
$$F_{sp} = F_{spo} - 0,0008 \times Ma \times n^2$$

$$F_{sp} = 14518 - 0,0008 \times 0,36 \times 3500^2$$

$$F_{sp} = 14518 - 3552 = 10966 \text{ daN}$$

Exemple: Matière 42 CrMo 4V

$l_a = 60 \text{ mm}$ $D_{sp} = 220 \text{ mm}$ $v = 250 \text{ m / min}$
 $a = 10 \text{ mm}$ $\mu_{sp} = 0,35$ $n_z = 2650 \text{ mn.}^{-1}$
 $s = 0,63$ $S_z = 2$ $F_{spz} = 5000 \text{ daN}$
 $dz = 30 \text{ mm}$ $K_s = 1919 \text{ N / mm}^2$



Exemple 3:

Type du mandrin à serrage manuel	F+ 250
Couple maxi. M_{dmaxi}	190 Nm
Force de serrage nécessaire F_{spz} à vitesse de rotation de travail	6500 daN
Mors utilisé	mors de base FGB 250 et mors rapporté spécial
Diamètre de serrage D_{sp}	220 mm
Vitesse de rotation de travail n	3800 mn. ⁻¹
Constante du mandrin C_1	31100
Constante du mandrin C_2	390
Porte-à-faux des mors a	65 mm
Nombre de mors i	3

Poids du mors de base $G_1 = 0,74$ kg/mors, distance du centre de gravité Rs_1 par rapport au centre du mandrin: 104,5 mm. Poids G_2 du mors rapporté spécial = 1,9 kg/mors, distance du centre de gravité Rs_2 par rapport au centre du mandrin: 122 mm.

Rayon du centre de gravité Rs :

$$Rs = \frac{G_1 \times Rs_1 + G_2 \times Rs_2}{G_1 + G_2} = \frac{0,74 \times 104,5 + 1,9 \times 122}{0,74 + 1,9}$$

$$Rs = 117,1 \text{ mm}$$

Couple centrifuge total Ma :

$$Ma = \frac{Rs \times G \times i}{1000} = \frac{117,1 \times 2,64 \times 3}{1000} = 0,927 \text{ kgm}$$

Force de serrage à l'arrêt ($n = 0$):

$$F_{spo} = \frac{C_1}{C_2 + a} \times M_d$$

$$\frac{31100}{390 + 65} \times 190 = 12986 \text{ daN}$$

Force de serrage à vitesse de rotation de travail $n = 3800 \text{ mn.}^{-1}$:

$$F_{sp} = F_{spo} - 0,0008 \times Ma \times n^2$$

$$F_{sp} = 12986 - 0,0008 \times 0,927 \times 3800^2$$

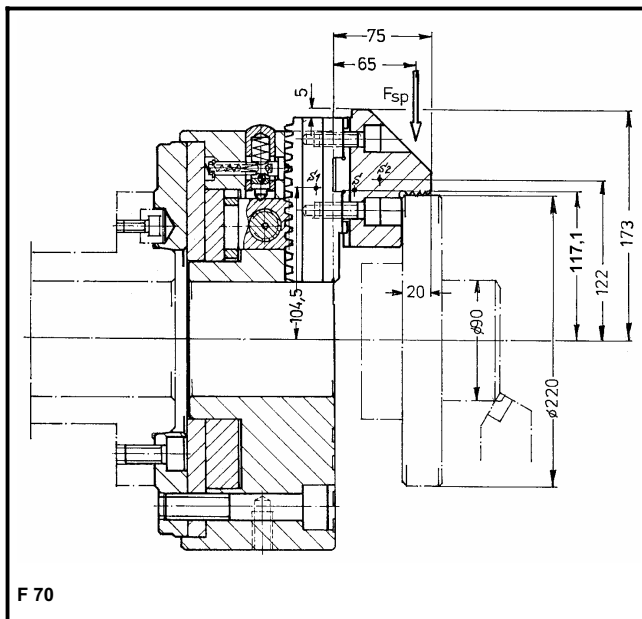
$$F_{sp} = 12986 - 10830 = 2156 \text{ daN}$$

Calcul des valeurs admissibles:

$$Ma_{zul} = \frac{(\frac{C_1}{C_2 + a} \times M_d) - F_{spz}}{0,0008 \times n^2}$$

$$Ma_{zul} = \frac{(\frac{31100}{390 + 65} \times 190) - 6500}{0,0008 \times 3800^2} = 0,561 \text{ kgm}$$

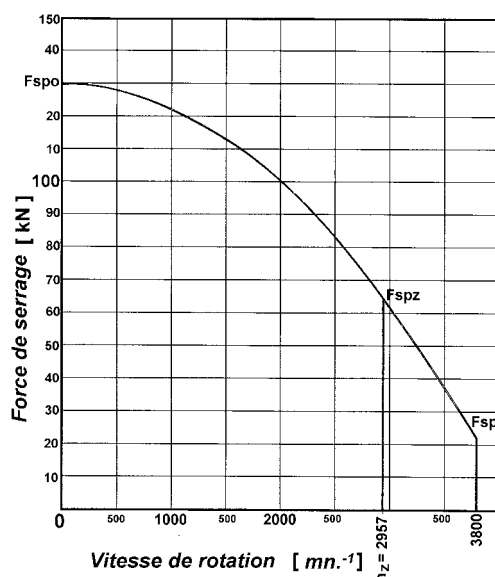
Etant donné que le couple centrifuge admissible $Ma_{adm.}$ des mors rapportés spéciaux est dépassé, la vitesse de rotation admissible doit être calculée en appliquant la formule suivante:



F 70

Exemple: Matière 42 CrMo 4V

$l_a = 60 \text{ mm}$	$D_{sp} = 220 \text{ mm}$	$v = 250 \text{ m / min}$
$a = 2 \text{ mm}$	$\mu_{sp} = 0,35$	$n_z = 2957 \text{ mn.}^{-1}$
$s = 0,25$	$S_z = 2$	$F_{spz} = 6500 \text{ daN}$
$d_z = 30 \text{ mm}$	$K_s = 2249 \text{ N / mm}^2$	



F 71

$$n_{zul} = \sqrt{\frac{(\frac{C_1}{C_2 + a} \times M_d) - F_{spz}}{0,0008 \times Ma}}$$

$$n_{zul} = \sqrt{\frac{(\frac{31100}{390 + 65} \times 190) - 6500}{0,0008 \times 0,927}} = 2957 \text{ min}^{-1}$$

La vitesse de rotation de travail doit être ramenée à 2957 mn.⁻¹ pour conserver une force de serrage suffisante pour l'usinage.

6.5 Calcul de la force de serrage F_{spz} nécessaire pour l'opération d'enlèvement de copeaux:

La force de serrage nécessaire doit être calculée pour chaque opération d'enlèvement de copeaux. Si un moyen de serrage n'est pas capable d'atteindre cette force de serrage en tenant compte des facteurs de sécurité selon VDI 3106, il y a lieu de déterminer la vitesse de rotation ou la section d'enlèvement de copeaux admissible.

Voici un exemple:

Il s'agit d'usiner une pièce d'acier massive (sans alésage), avec un diamètre de serrage $D_{sp} = 60$ mm, un diamètre de tournage $d_z = 50$ mm et une section d'enlèvement de copeaux qui a une force de coupe principale $F_s = 1200$ daN pour une vitesse de rotation de 2760 mn.⁻¹. Pour éviter des détériorations, on utilise des mors non trempés et usinés sur le diamètre de serrage. Il en résulte un coefficient de serrage de $\mu_{sp} = 0,1$. Pour les caractéristiques d'enlèvement de copeaux, le coefficient de sécurité S_z est supposé être $S_z = 2$.

La perte de force de serrage ΔF_{sp} est de 2000 daN. De l'exemple, il ressort que:

- Compte tenu de la perte de force de serrage ΔF_{sp} , la force de serrage minimum nécessaire avec une broche de machine-outil à l'arrêt est de:

$$F_{spmin} = F_{spz} + \Delta F_{sp} \\ = 2000 + 2000 = 4000 \text{ daN.}$$

La force de serrage est influencée principalement par la force de coupe principale F_s qui est calculée à partir de la section d'enlèvement de copeaux et de la force de coupe spécifique.

$$F_s = a \times s \times k_s$$

La formule suivante est d'application pour la force de serrage nécessaire à l'enlèvement de copeaux:

$$F_{spz} = \frac{F_s \times d_z}{\mu_{sp} \times d_{sp}} = \frac{a \times s \times k_s \times d_z}{\mu_{sp} \times d_{sp}} \quad 1)$$

Notions utilisées dans les formules:

l_a = Porte-à-faux de la pièce à usiner

a = Profondeur de copeau

s = avance

k_s = Force de coupe spécifique

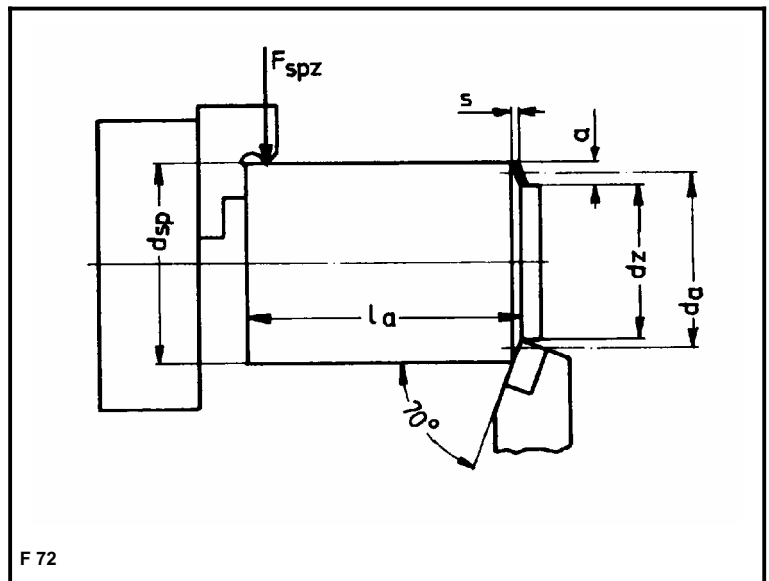
d_z = Diamètre d'enlèvement

d_{sp} = Diamètre de serrage

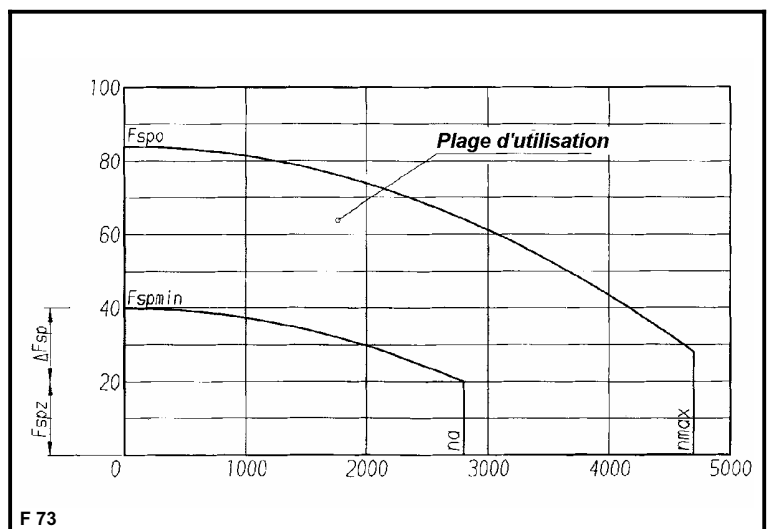
μ_{sp} = Coefficient de serrage

F_s = Force de coupe principale

Les efforts d'enlèvement de copeaux augmentent lorsque l'outil de coupe s'émousse. Pour tenir compte de toutes les incertitudes provenant de l'opération d'enlèvement de copeaux, il est recommandé d'utiliser un coefficient de sécurité complémentaire $S_z = 2$.



F 72



F 73

Coefficient de serrage μ_{sp}				
Type de mors	Matériaux	Surface de la pièce au point de serrage		
			,	~
 Mors de finition	Stahl	0,1	0,15	- 1)
	Al	0,1	0,14	-
	Ms	0,09	0,14	-
	GG	0,08	0,12	-
 Mors avec méplats 2)	Stahl	0,12	0,20	0,32
	Al	0,11	0,19	0,30
	Ms	0,11	0,18	0,27
	GG	0,10	0,16	0,26
 Mors de dégrossissage 2)	Stahl	0,25	0,35	0,50
	Al	0,24	0,33	0,48
	Ms	0,23	0,32	0,45
	GG	0,20	0,28	0,40

1) A éviter; les mors lissent conviennent uniquement aux surfaces de serrage usinées.

2) Des marques restent sur la pièce à usiner en fonction de la force de serrage

Compte tenu de l'effet de basculement provenant de la distance la , il y a lieu d'augmenter la force de serrage.

Les forces de basculement sont négligeables à condition que la pièce à usiner soit supportée par une poupée ou qu'elle ne dépasse pas $0,5 \times dsp$ au-dessus des mors.

La force de serrage nécessaire F_{spz} peut être calculée approximativement selon la formule suivante:

$$F_{spz} = S_z \times \frac{a \times s \times K_s \times dz}{\mu_{sp} \times dsp} \times \left(1 + 1,5 \times \frac{la}{dsp}\right)$$

Facteur de basculement:

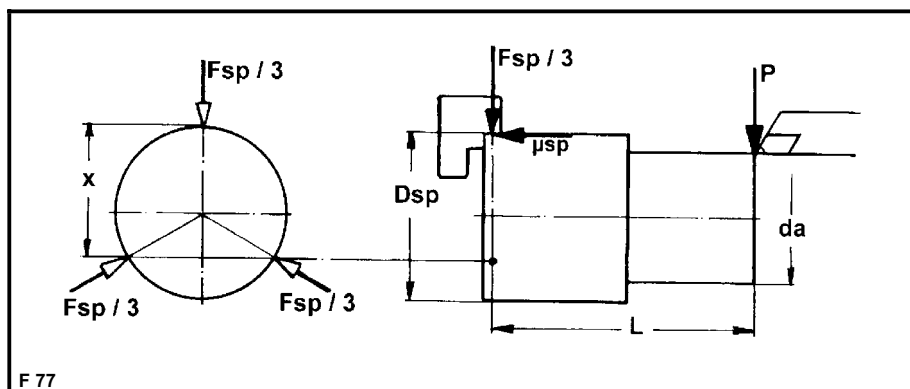
$$\left(1 + 1,5 \times \frac{la}{dsp}\right)$$

Cette équation n'est pas applicable à des pièces à usiner étagées dont le diamètre de serrage est sensiblement plus petit que le diamètre d'enlèvement de copeaux.

1) Les composants "Force d'avance F_v " et "Force passive F_p " ne sont pas introduits dans cette formule. Le coefficient de sécurité S_z en tient compte!

Force spécifique K_s (N/mm ²) à avance s et angle de dépouille de 70° (selon König, Essel)									
N° de matériau	Matériau	Résistance R_m N/mm ²	à $v =$ m/mn.	Avance s (mm)					
				0,16	0,25	0,40	0,63	1,00	1,60
1.0401	C15G	373	100	2482	2189	1918	1687	1481	1298
1.0501	C35G	490	100	2577	2237	1927	1668	1441	1241
1.0532	St50-2	559	100	2561	2248	1959	1716	1499	1307
1.0632	St70-2	824	100	2877	2492	2142	1851	1595	1371
1.0711	9S20	373	100	1609	1553	1497	1444	1393	1342
1.1181	Ck35V	622	100	2574	2266	1982	1741	1527	1335
1.1191	Ck45V	765	100	2524	2253	1999	1781	1584	1405
1.1221	Ck60V	873	100	2548	2296	2058	1851	1662	1490
1.3505	100Cr6G	624	100	2904	2558	2239	1968	1726	1510
1.4113	X6CrMo17G	505	100	2378	2107	1854	1638	1445	1272
1.4305	X12CrNiS18.8	638	350	2596	2192	1835	1545	1296	1085
1.5752	14NiCr14BF	658	100	2249	2012	1790	1598	1424	1266
1.5919	15CrNi6	510	100	2271	2051	1842	1661	1494	1342
1.5920	18CrNi8G	578	100	2360	2095	1847	1636	1446	1276
1.7131	16MnCr5G	510	100	2641	2244	1891	1603	1354	1141
1.7147	20MnCr5G	568	100	2452	2174	1915	1694	1495	1317
1.7225	42CrMo4V	1138	100	2428	2249	2075	1919	1773	1635
1.8515	31CrMo12V	1060	100	2678	2419	2173	1960	1764	1585
1.8519	31CrMoV9V	931	100	2507	2265	2036	1836	1653	1485
3.1354	AlCuMg2	15HV10	200	953	849	752	668	593	525
--	G-AlMg4SiMn	260	200	829	729	636	558	--	--
3.3561.01	G-AlMg5	75HV10	200	886	797	713	641	574	514
0.6020	GG-20	178HB	200	1687	1444	1227	1047	892	757
0.6030	GG-30	206HB	100	1919	1595	1313	1088	899	740
0.7050	GGG 50	194HB	200	1840	1606	1392	1213	1053	913

6.6 Longueur admissible de desserrage:



Dans laquelle:

$X = 0,75 D_{sp}$

F_{sp} = Force de serrage totale
= ### Forces des mors

Une simple sécurité existe contre l'éjection par la composante de force de coupe P si la force de friction ### $\mu_{sp} \times F_{sp} / 3$ et P sont équilibrés.

$$1) P \times L = \mu_{sp} \times F_{sp} / 3 \times X = 0,25 \times F_{sp} \times D_{sp} \times \mu_{sp}$$

La force de serrage nécessaire contre le basculement:

$$F_{sp1} = P \times \frac{4 \times L}{D_{sp} \times \mu_{sp}}$$

La force de serrage nécessaire pour l'entraînement:

$$F_{sp2} = P \times \frac{da}{D_{sp} \times \mu_{sp}}$$

La force de serrage nécessaire:

$$F_{sp} = S \times \frac{P}{\mu_{sp}} \times \frac{(da + 4 \times L)}{D_{sp}}$$

Longueur admissible de desserrage pour la force de serrage donnée:

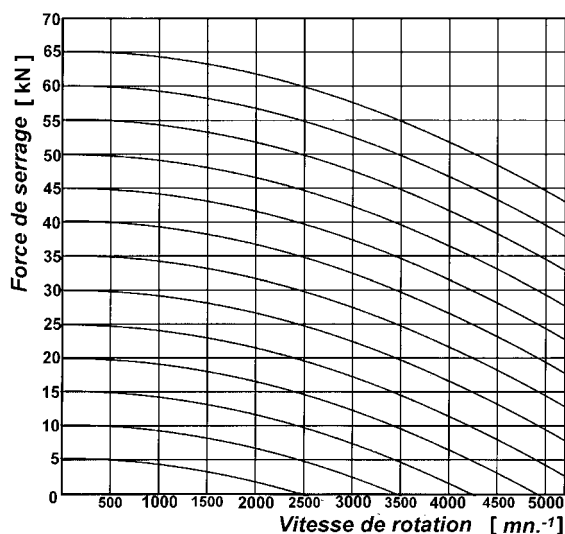
$$L = 0,25 \times \left(D_{sp} \times \frac{F_{sp} \times \mu_{sp}}{P \times S} - da \right)$$

$$P_{max} = F_{sp} \times \frac{D_{sp} \times \mu_{sp}}{4 \times L}$$

S = Coefficient de sécurité

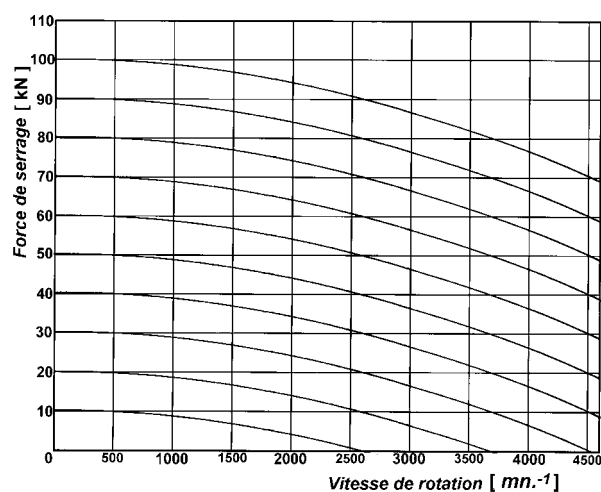
6.7 Courbe de force de serrage avec un mors rapporté dur FHB:

Mors rapporté dur FHB 160 sur F+ 160 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 0,105 kgm.



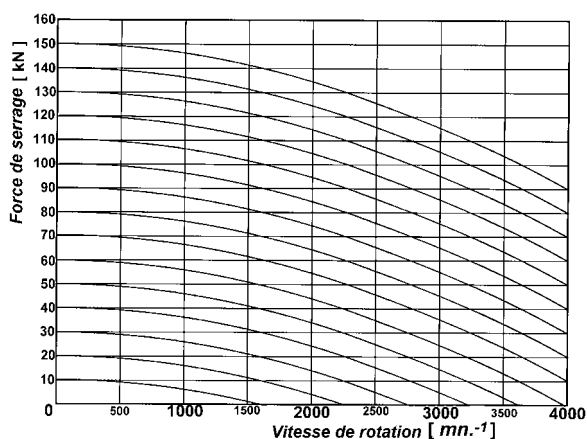
F 78

Mors rapporté dur FHB 200 sur F+ 200 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 0,192 kgm.



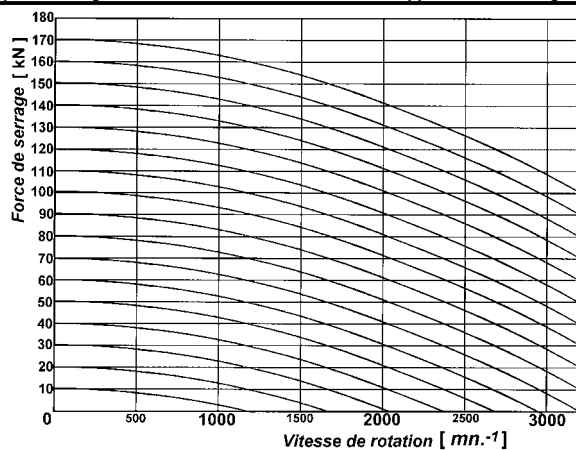
F 79

Mors rapporté dur FHB 250 sur F+ 250 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 0,491 kgm.



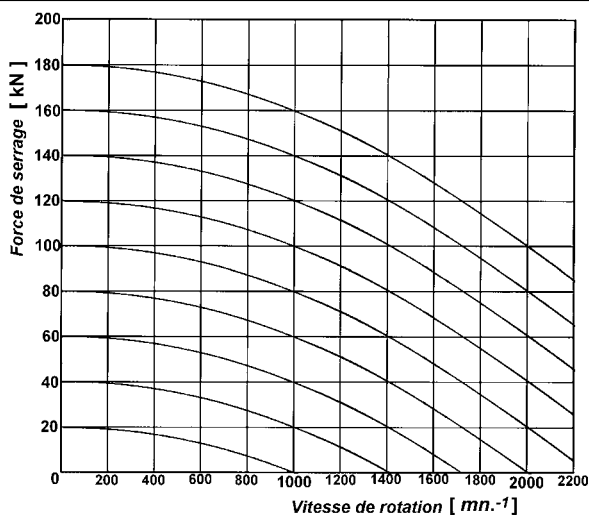
F 80

Mors rapporté dur FHB 315 sur F+ 315 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 0,883 kgm.



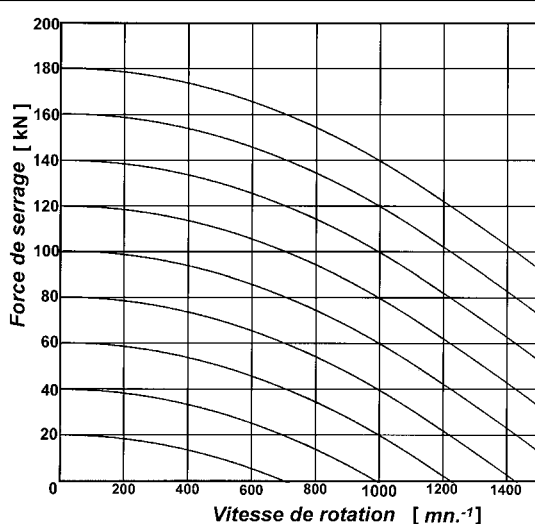
F 81

Mors rapporté dur FHB 400 sur F+ 160 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 2,579 kgm.



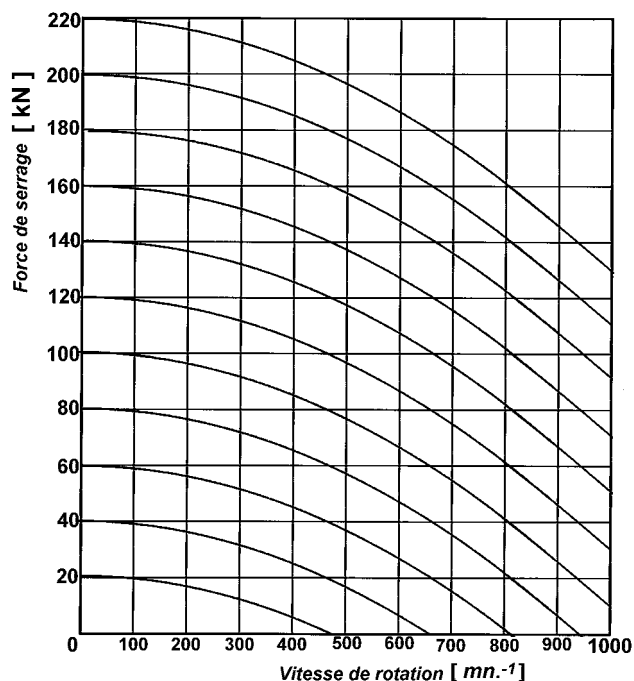
F 82

Mors rapporté dur FHB 500 sur F+ 500 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 4,882 kgm.



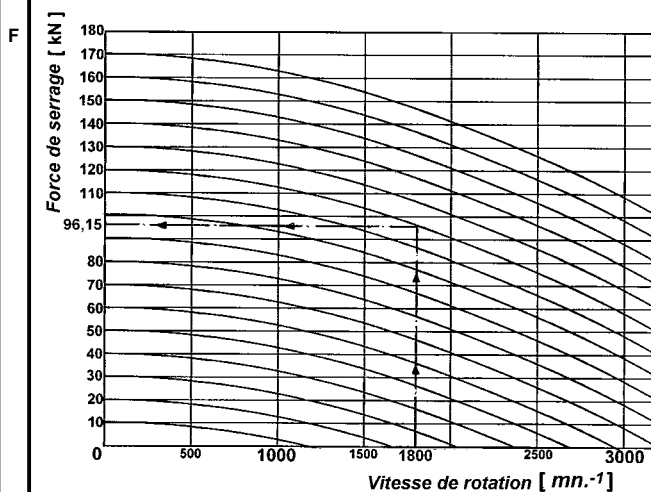
F 83

Mors rapporté dur FHB 630 sur F+ 630 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 10,850 kgm.



F 84

Mors rapporté dur FHB 315 sur F+ 315 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des mors de base et des mors rapportés de 0,883 kgm.



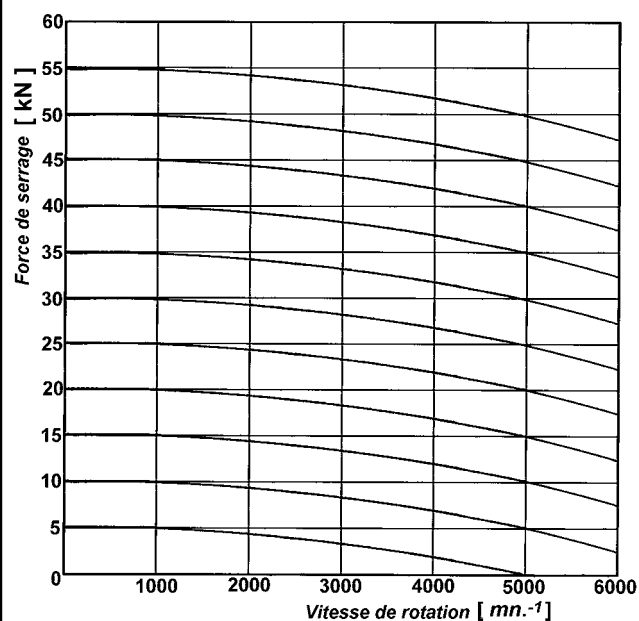
F 85

Exemple:

Diamètre de serrage $D_{sp} = 321$ mm, force de serrage $F_{spo} = 120$ kN, vitesse de rotation $n = 1800$ mn.⁻¹. Quelle est la force de serrage opérationnelle et la perte de force de serrage à vitesse de rotation $n = 1800$ mn.⁻¹? La force de serrage opérationnelle est de 9615 daN, la perte de force de serrage est de 2385 daN.

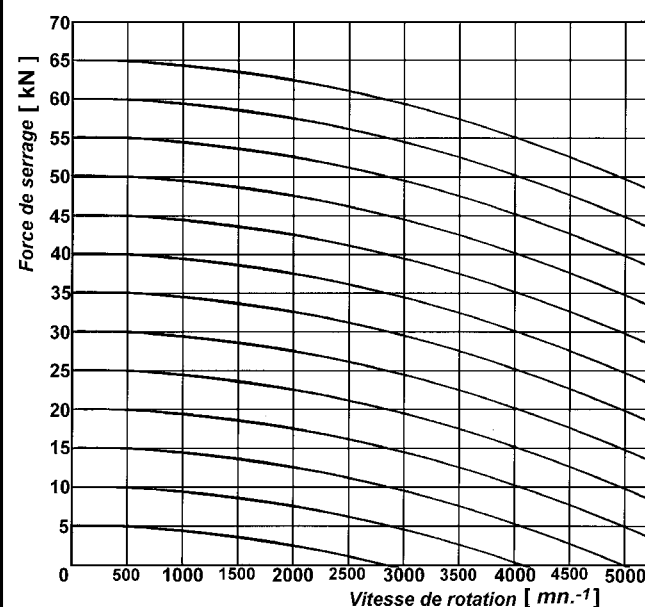
6.8 Courbe de force de serrage avec des mors durs à gradins FStB:

Mors dur à gradins FStB 125 sur F+ 125 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,018 kgm.



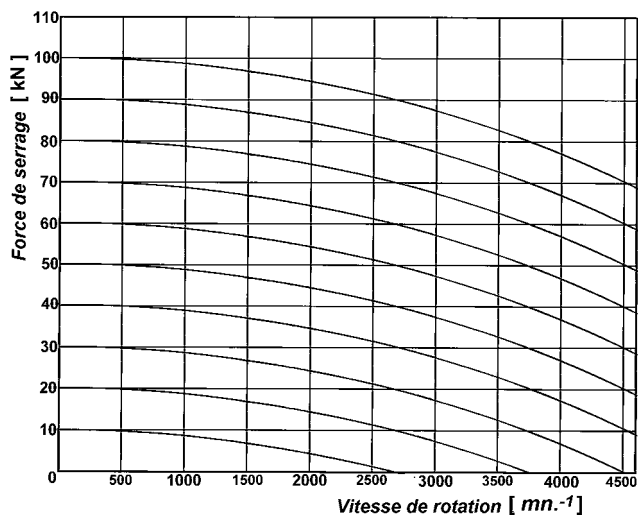
F 86

Mors dur à gradins FStB 160 sur F+ 160 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,078 kgm.



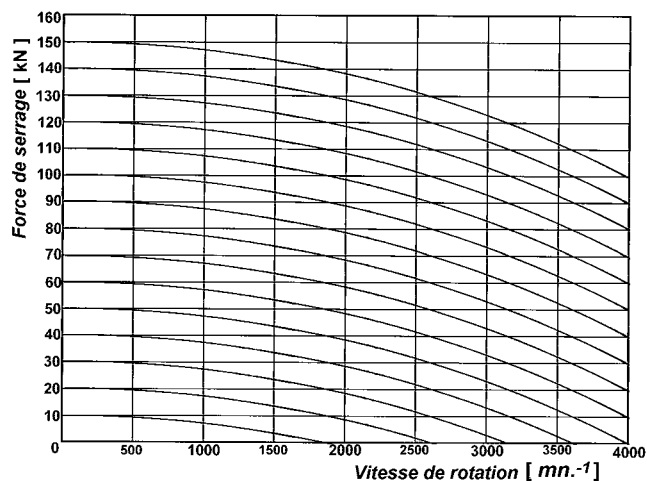
F 87

Mors dur à gradins FStB 200 sur F+ 200 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,176 kgm.



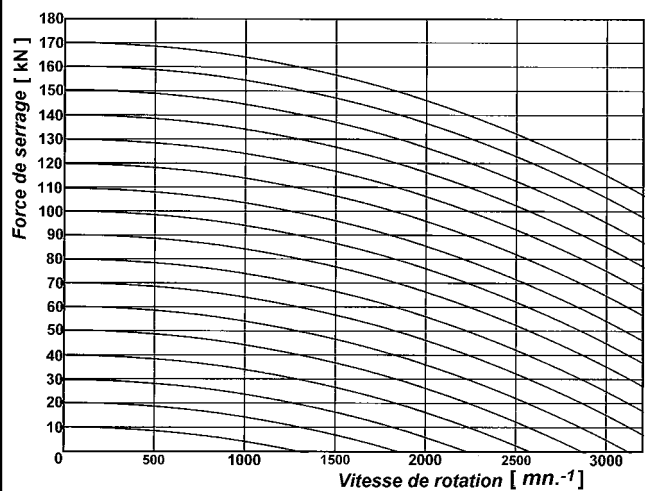
F 88

Mors dur à gradins FStB 250 sur F+ 250 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,370 kgm.



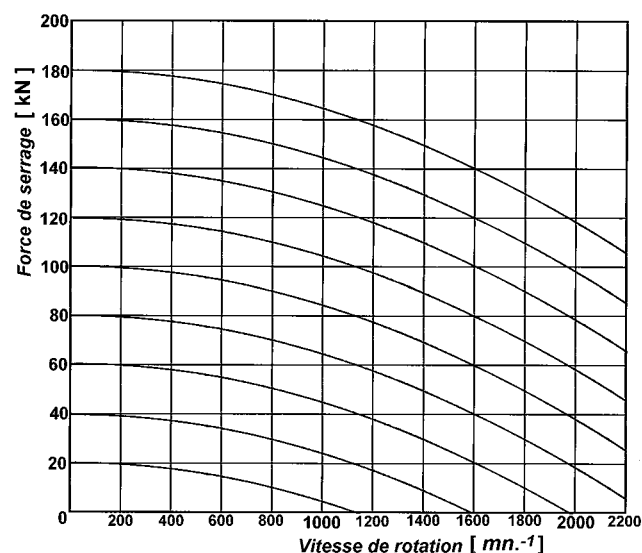
F 89

Mors dur à gradins FStB 315 sur F+ 315 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,733 kgm.



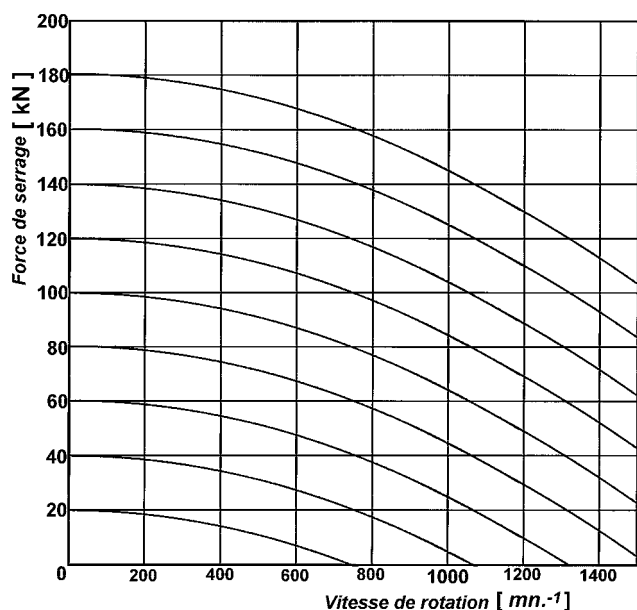
F 90

Mors dur à gradins FStB 400 sur F+ 400 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 1,994 kgm.



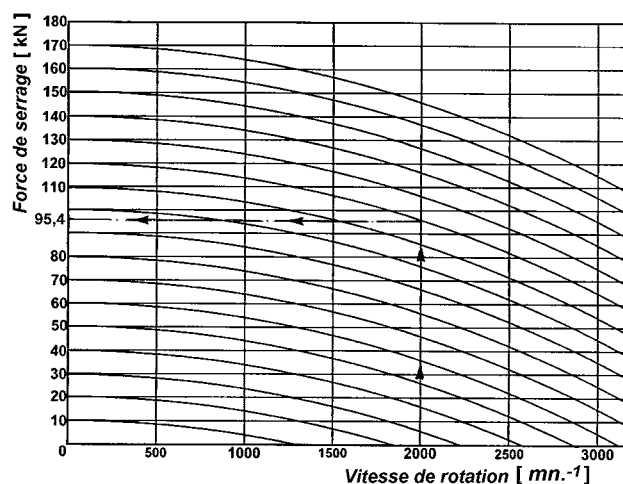
F 91

Mors dur à gradins FStB 500 sur F+ 500 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 4,299 kgm.



F 92

Mors dur à gradins FStB 315 sur F+ 315 en fonction de la vitesse de rotation et de la force de serrage F_{spo} , pour diamètre de serrage maxi., échelon de serrage A4, couple centrifuge total des trois mors à gradins de 0,733 kgm.



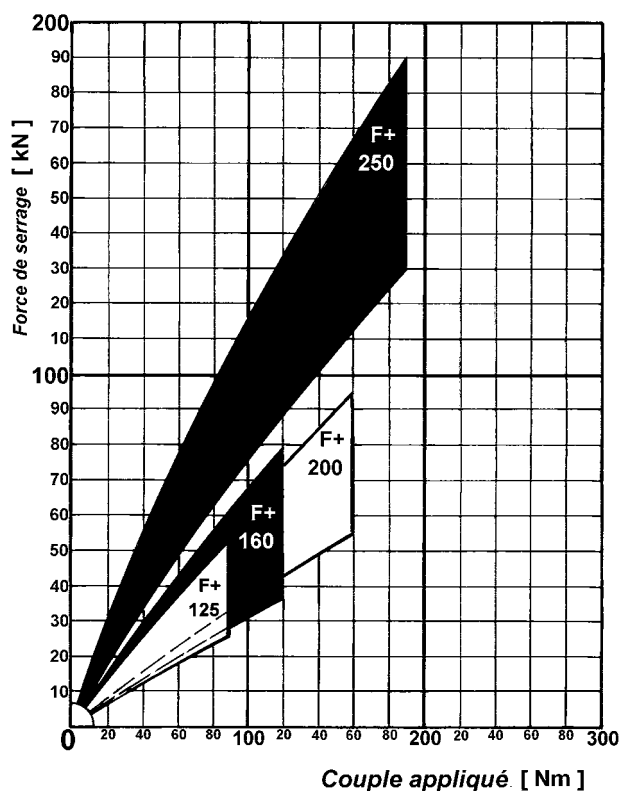
F 93

Exemple:

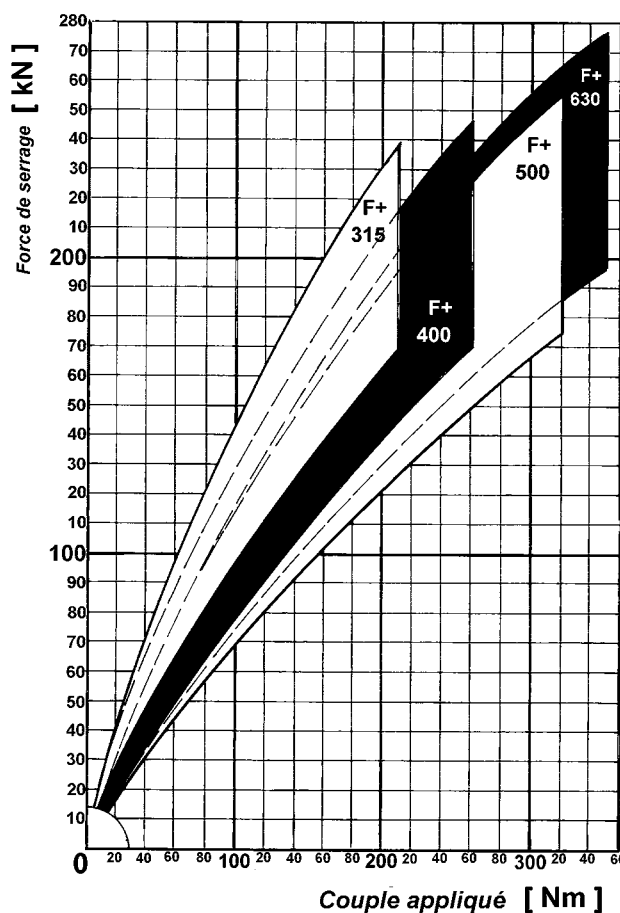
Diamètre de serrage $D_{sp} = 321$ mm, force de serrage $F_{spo} = 120$ kN, vitesse de rotation $n = 2000$ mn.⁻¹. Quelle est la force de serrage opérationnelle et la perte de force de serrage à vitesse de rotation $n = 2000$ mn.⁻¹?

La force de serrage opérationnelle est de 9540 daN, la perte de force de serrage est de 2460 daN.

6.9 Courbe force de serrage - couple:



F 94



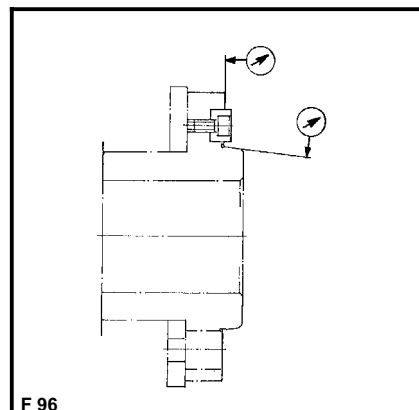
F 95

7.1 Mesures à prendre avant le début du montage:

7.1.1 Vérification du nez de la broche pour recevoir le flasque du mandrin:

Pour obtenir une précision de concentricité élevée du mandrin à serrage manuel, il y a lieu de contrôler au comparateur les faces de réception sur le nez de la broche.

- * Concentricité du centrage de réception: 0,005 mm maxi.
- * Faux-plat de la face d'appui: 0,005 mm maxi.
- * Vérifier la planéité du plan avec une règle de précision.
- * La surface du plan doit être ébarbée et propre au niveau des alésages.

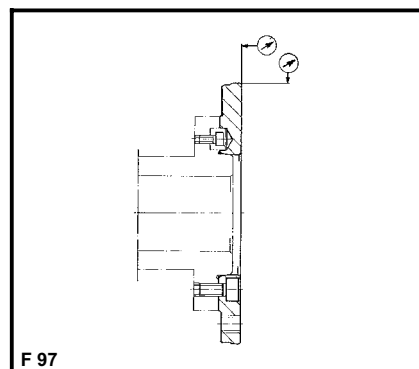


F 96

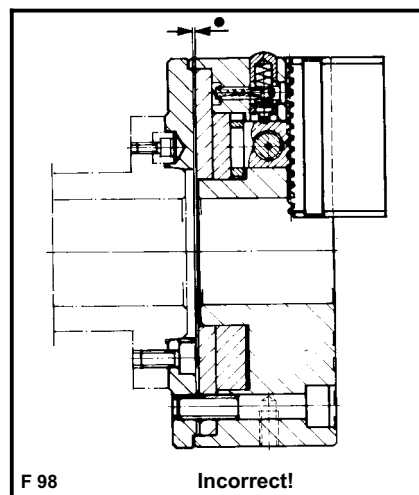
7.1.2 Vérification du flasque monté sur le mandrin:

Le mandrin à serrage manuel **F+** dispose d'une réception concentrique. Pour monter directement le mandrin à serrage manuel sur la broche de la machine à cône court selon normes DIN, ISO et ASA, un flasque de mandrin correspondant (voir également chapitre 5.13.1) est fixé sur le nez de broche du tour.

- * Si l'utilisateur fabrique lui-même le flasque du mandrin, ce dernier doit être parachevé sur la broche de la machine et équilibré avant montage du mandrin à serrage manuel.
- * Enlever la saleté ou les copeaux qui se trouvent sur la broche de la machine. Nettoyer la réception de centrage et la face d'appui du flasque du mandrin.
- * A l'issue du montage du flasque du mandrin, vérifier la concentricité et le faux-plat, comme indiqué sous le chapitre 7.1.1.
- * Vérifier la planéité du plan avec une règle de précision.
- * Les alésages filetés des vis de fixation doivent être chanfreinés de façon à ce que le pas de filet ne puisse pas être arraché.
- * La face de vissage tournée vers le mandrin à serrage automatique ne doit pas être bombée ou creuse.
- * Le flasque doit reposer sur toute la surface!



F 97



F 98

Incorrect!

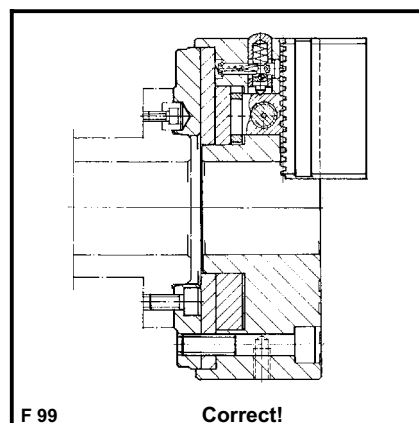
ATTENTION !

Veiller à ce que le bord extérieur du mandrin à serrage manuel ne soit pas en contact.

Prévoir sur le flasque du mandrin des filets pour visser des poids d'équilibrage variant entre M8 et M16 en fonction de la taille du mandrin à serrage manuel à prendre, avec une profondeur de filet de 2d maxi.

Usiner l'extérieur du flasque du mandrin 1 mm environ en-dessous du diamètre de centrage du mandrin à serrage manuel.

Voir Fig. F 99



F 99

Correct!

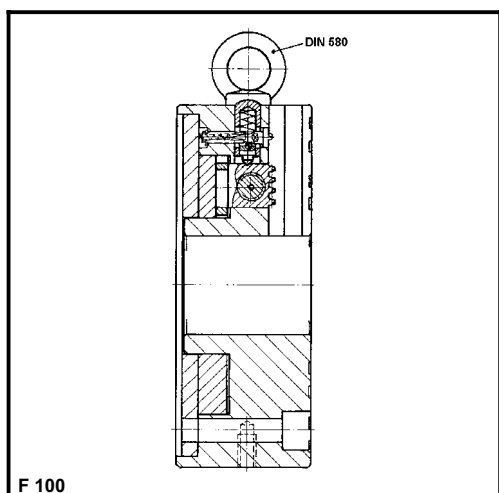
7.2 Montage du mandrin à serrage manuel:

Avant le montage du mandrin à serrage manuel, enlever les copeaux pouvant se trouver éventuellement sur la broche de la machine. Nettoyer la réception de centrage et les faces d'appui du flasque intercalaire!

ATTENTION !

Lorsqu'un engin de levage mobile dans toutes les directions est disponible pour le montage, tenir compte de ce qui suit: La force de levage doit correspondre au poids du mandrin à serrage manuel!

Pour le poids du mandrin à serrage manuel, voir le paragraphe 1.4, page 4.



Visser l'anneau de levage utilisé dans les alésages filetés se trouvant à la circonférence du corps du mandrin et élinguer au dispositif de levage en se servant du crochet pour mettre le mandrin à la hauteur correspondante du nez de broche.

ATTENTION !

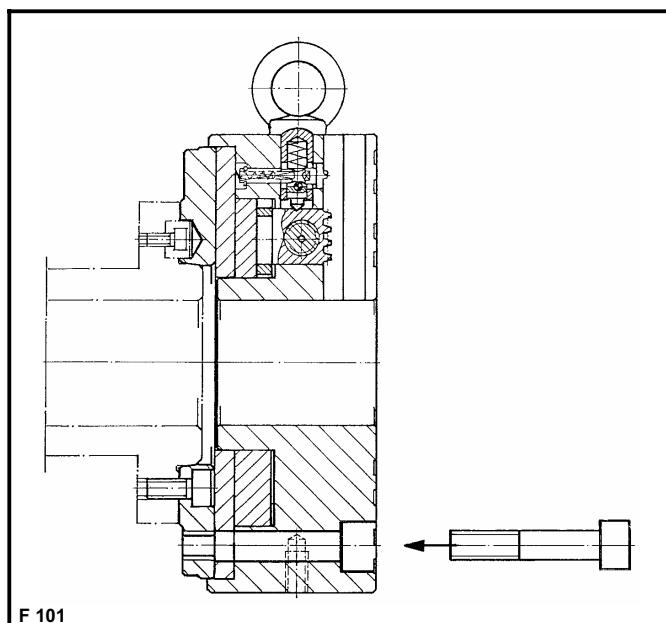
Élinguer le mandrin à serrage manuel en vissant l'anneau de levage uniquement sur les alésages filetés disposés à la circonférence du corps du mandrin!

← Voir Fig. F 100.

ATTENTION !

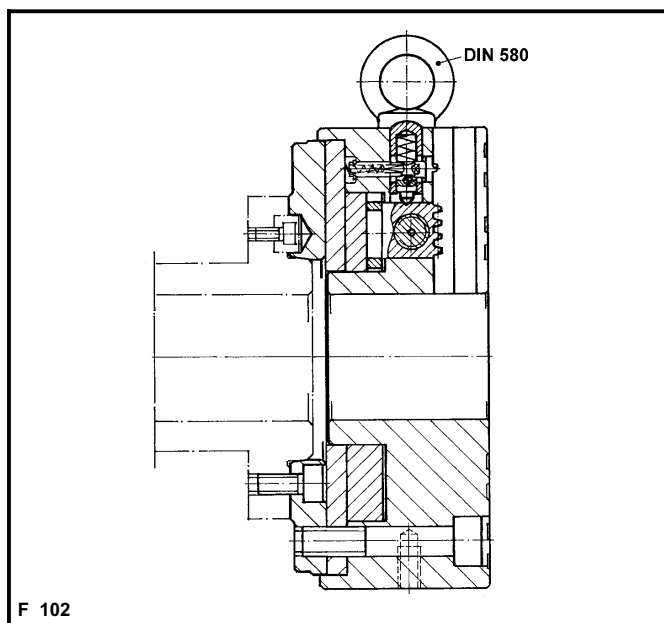
*Compte tenu de leur faible poids, les mandrins à serrage manuel, type **F+** 125 à 250 n'ont pas d'alésages filetés à la circonférence du corps du mandrin. Élinguer ces mandrins à l'aide d'une corde en chanvre et d'une élingue métallique et les placer à la hauteur correspondante du nez de broche. L'élingue doit répondre aux conditions techniques suivant la norme DIN 6890!*

Procédure pour le montage:



F 101

Pousser le mandrin à serrage manuel avec sa réception de centrage sur la collerette du flasque de mandrin, veiller à la position correcte des vis de fixation par rapport aux alésages filetés dans le flasque du mandrin!



F 102

Visser le mandrin à serrage manuel et le flasque en utilisant les vis de fixation et une clé dynamométrique. Avant de serrer les vis cylindriques dans le sens des aiguilles d'une montre, aligner le mandrin à serrage manuel de façon à ce que le battement ne dépasse pas sur les faces de vérification du mandrin à serrage manuel une valeur de 0,01 mm, à l'issue du montage.

Respecter les couples de serrage des vis de fixation du mandrin, consulter le tableau!

Vis selon DIN 912		Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267		
Filet		M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24
Couple de serrage	Nm	36	72	125	310	610	820
Charge maxi. sur la vis	N	24300	38700	56500	107000	166000	208000

A l'issue du montage du mandrin à serrage manuel, vérifier le balourd et supprimer un balourd résiduel en vissant des goupilles filetées correspondantes suivant la norme DIN 914

■ dans le flasque sur le côté du mandrin.

Les filets existant sur le corps du mandrin à serrage manuel ne peuvent pas être utilisés à cet effet, au risque de perdre l'équilibrage dynamique précis du mandrin à serrage manuel.

Contrôle du montage correct au comparateur sur les faces de contrôle du mandrin à serrage manuel.

Concentricité: 0,01 mm maxi. (valeur indicative)

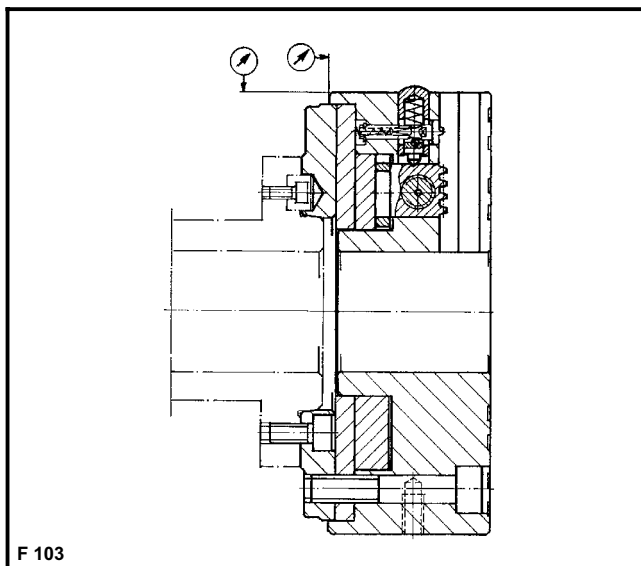
Faux-plat: 0,01 mm maxi. (valeur indicative)

Voir Fig. F 103

Si le mandrin à serrage manuel présente un dur mécanique sans mors rapportés, il se peut que le corps du mandrin soit voilé.

Démonter le mandrin à serrage manuel sur la broche de la machine. Vérifier la planéité de la réception du mandrin!

Contrôler le diamètre du cône court!



F 103

7.3 Equilibrage des pièces en rotation:

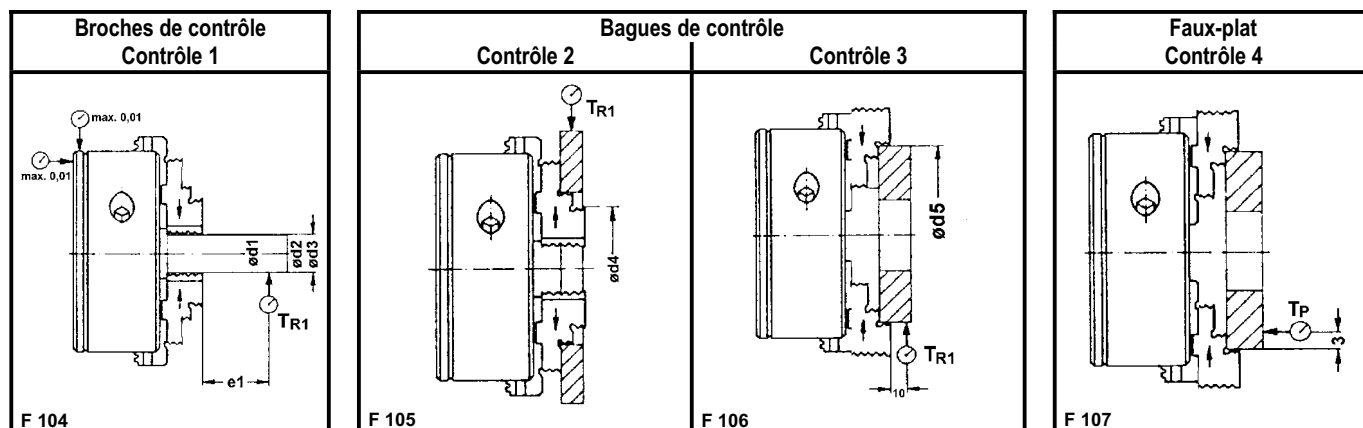
Les vitesses de rotation élevées exigent un bon équilibrage des pièces en rotation. Lorsque les corps à usiner sont en rotation, un balourd dégage des forces centrifuges qui provoquent des vibrations et ont un effet défavorable sur la qualité du produit. Comme les forces centrifuges par unité de masse augmente avec le carré de la vitesse, plus la vitesse de rotation des pièces est importante et plus les exigences en matière de précision d'équilibrage sont sévères. Pour ce motif, la broche du tour, le mandrin à serrage manuel, le flasque intercalaire ou le flasque du mandrin doivent être équilibrés. Le mandrin à serrage manuel est équilibré dynamiquement, le balourd est compensé en vissant des poids dans le corps du mandrin pour atteindre la précision d'équilibrage $Q = 2,5$ selon la norme VDI 2060. Les flasques de mandrin de notre fourniture sont également équilibrés.

7.4 Vérification de la précision de concentricité et de faux-plat sur les mandrins à serrage manuel:

Conformément aux conditions techniques de livraison pour mandrins à commande manuelle suivant la norme DIN 6386 folio 3 et la norme DIN 6350, il y a lieu de vérifier la précision de concentricité et de faux-plat avec des mors à gradins vers l'intérieur ou vers l'extérieur (FStB ou FGB et FHB).

Pour vérifier les tolérances de concentricité et de faux-plat, fixer correctement sur le nez de broche d'un tour ou d'un dispositif de contrôle le mandrin à serrage manuel à contrôler, en respectant les instructions du constructeur. Veiller particulièrement au montage exempt de jeu sur le centrage et à la planéité de la fixation du mandrin à serrage manuel. Les broches et bagues de contrôle doivent être trempés et rectifiés, il ne faut pas dépasser des écarts de forme de 3 μm et une profondeur de rugosité $R_t = 2 \mu\text{m}$. Serrer les broches et bagues de contrôle de la façon habituelle sur le mandrin à serrage manuel, elles doivent être en contact sur toute la surface des mors de serrage et être serrées en utilisant uniquement la clé de mandrin fournie.

Pour vérifier la concentricité, placer le comparateur à une distance p des broches de contrôle, et juste à côté des mors de serrage pour des bagues de contrôle.



Taille du - mandrin F+	Contrôle 1				Bagues de contrôle		Concentricité		Faux-plat	
	d1	Diamètre d2	d3	Distance e1	Contrôle 2 d4	Contrôle 3 d5	Ecart admissible selon		Ecart admissible selon	
							DIN 6350	FORKARDT	DIN 6350	FORKARDT
125	18	25	30	60	50	100	0,04	0,02	0,03	0,015
160	18	30	40	60	50	100	0,04	0,02	0,03	0,015
200	30	40	53	80	80	160	0,06	0,03	0,03	0,015
250	30	53	75	80	80	160	0,06	0,03	0,03	0,015
315	53	75	100	120	125	250	0,08	0,04	0,04	0,02
400	53	100	125	120	125	250	0,08	0,04	0,04	0,02
500	75	100	125	160	200	400	0,10	0,05	0,04	0,02
630	75	125	160	160	200	400	0,10	0,05	0,04	0,02

7.5 Fixation des mors rapportés:

Les mors rapportés sont fixés par des vis cylindriques sur les mors de base. Le positionnement radial est assuré par le guidage croisé des mors de base et des mors rapportés.

Tenir compte des remarques suivantes:

Pour fixer les mors rapportés sur les mors de base, respecter le repérage 1, 2 ou 3 placé sur les mors de base ou sur les guidages correspondants dans le corps du mandrin!

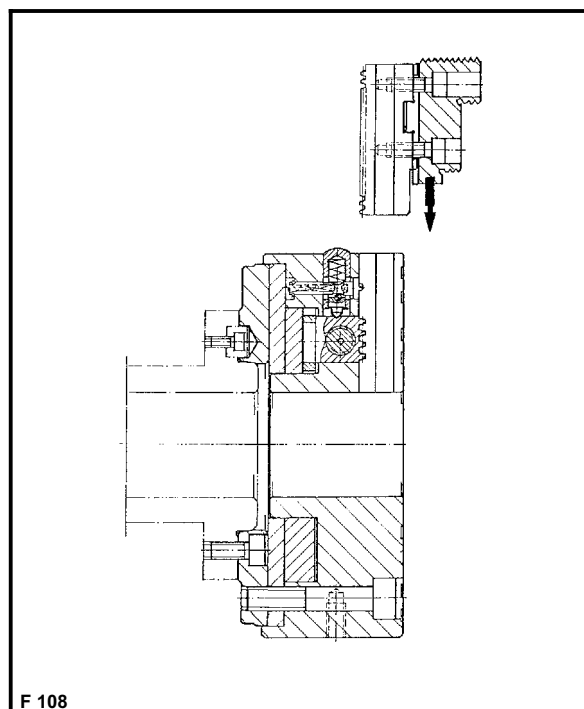
Fixer le mors rapporté 1 sur le mors de base 1 du mandrin à serrage manuel!

Serrer les vis de fixation des mors conformément au couple indiqué! Pour les couples de serrage, voir le paragraphe 5.12, page 21!

N'utiliser que des vis de fixation de mors d'ORIGINE, dans les qualités et modèles prescrits!

Pour mettre en place les mors de serrage, dégager la denture des crémaillères en faisant tourner la clé de mandrin dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre, pour la sortir de la zone des guidages des mors.

Dans cette position, la goupille indicatrice dépasse de plusieurs millimètres de la face du corps du mandrin.



Introduire les mors de serrage dans les guidages du corps du mandrin en appuyant sur la sécurité des mors. Les mors de serrage sont correctement positionnés lorsque l'on entend le ressort se prendre dans la denture des mors de base.

Tourner la clé de plusieurs tours dans le sens des aiguilles d'une montre pour que la goupille indicatrice soit à fleur avec le corps du mandrin. Dans cette position, la denture est en prise et la pièce peut être serrée.

7.6 Préparatifs pour la mise en service:

A l'issue du montage du mandrin à serrage manuel, tenir compte de ce qui suit avant la mise en service pour s'assurer d'un fonctionnement parfait:

- * Dégager la machine de tous les corps étrangers (outil de montage par ex.).
- * Graisser le mandrin à serrage manuel sur la nourrice (sur le mandrin F+ 125 à 200 dans le bouchon fileté, sur le mandrin F+ 250 à 630 dans le carré de la vis), 3 coups de presse à graisser suffisent.
- * Faire une course à vide avec le mandrin à serrage manuel pour répartir la graisse.
- * Contrôler le serrage correct de tous les assemblages par vis visibles.
- * Vérifier la course du mandrin à serrage manuel.

7.7



Remarques concernant la sécurité:



Consigner l'entraînement de la broche de travail du tour contre un enclenchement lorsque la goupille indicatrice dépasse le corps du mandrin à serrage manuel monté!



Il est interdit de serrer lorsque la goupille indicatrice dépasse. On risque que la denture de serrage ne soit pas en prise ou ne le soit pas suffisamment, ou qu'il n'y ait pas suffisamment de course de resserrage pour maintenir la pièce en toute sécurité.

- * **Ne jamais quitter le mandrin à serrage manuel lorsque les crémaillères sont dé-gagées!**
- * **Ne pas enfoncer au marteau des mors qui entrent difficilement dans les guidages!**
- * **Pour un serrage précis, ne pas dévisser les mors rapportés sur les mors de base, au risque de perdre la précision!**
- * **Rectifier sur le mandrin à serrage manuel utilisé les mors rapportés durs ou les mors à gradins livrés ultérieurement!**



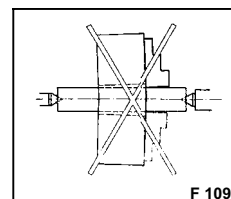
Actionner le mandrin à serrage manuel à l'aide de la clé, uniquement lorsqu'il est monté.



Au terme de l'opération de serrage, enlever immédiatement la clé sur le carré de la vis fileté. Pour des motifs de sécurité, elle ne doit jamais rester sur le mandrin!



Vérifier la concentricité et le faux-plat uniquement lorsque le mandrin à serrage manuel est parfaitement monté. Ne pas prendre le mandrin à serrage manuel entre pointes pour le vérifier!



F 109

- * **Contrôler le bon état des équipements de protection et des verrouillages!**

8.1 Remarques:

La première mise en service influence fortement la façon optimale de travailler avec le mandrin à serrage manuel, tout en vérifiant simultanément si des erreurs ont été commises lors du montage du mandrin à serrage manuel.

- * Monter les mors rapportés (avec guidage croisé) et établir la liaison avec les mors de base en utilisant les vis de fixation des mors. Serrer les vis conformément au couple précisé sur le tableau de la page 21!



Lors du montage des mors de base, tenir compte du repérage 1, 2, 3 sur le corps du mandrin (guidages) et sur les mors de base!



Placer le mors de base 1 dans le guidage 1 correspondant du mandrin à serrage manuel, et ainsi de suite!



Ne pas solliciter trop fortement le mandrin à serrage manuel! Le couple - pour générer la force de serrage - doit être adapté au couple maxi. admissible sur le mandrin à serrage manuel utilisé et ne doit pas le dépasser!



Pour serrer avec la clé de mandrin, ne pas utiliser de tube de rallonge!

- * ***Un dur sur le mandrin à serrage manuel peut être provoqué par des mors de base et des mors rapportés déformés. Enlever les mors de base avec les mors rapportés du corps du mandrin.***
- * ***Si le mandrin à serrage manuel présente un dur mécanique sans mors de base et mors rapporté, le corps du mandrin est peut-être déformé. Démonter le mandrin sur la broche de la machine et vérifier la planéité du flasque de réception du mandrin! Vérifier le diamètre du cône court du flasque du mandrin!***
- * ***Vérifier la course des mors! Pour la course des mors, voir le paragraphe 5.4 de la page 13.***
- * ***Mesurer la force de serrage F_{spmaxi} à l'arrêt du mandrin à serrage manuel en utilisant un appareil de mesure statique de la force de serrage, par ex. SKM 1200 / 1500, et la comparer à la valeur reprise sur le tableau du paragraphe 1.4, page 4.***

8.2 Mise en service, exploitation:

Placer la pièce à usiner dans le mandrin à serrage manuel et serrer. Faire démarrer la machine, attendre l'ordre d'autorisation d'enclenchement de la broche, conformément au programme de la machine.



La broche de la machine ne doit démarrer que lorsque le serrage de la pièce est fait dans la plage de travail admissible sur le mandrin à serrage manuel, et que la goupille indicatrice est à fleur avec le corps du mandrin!



L'usinage de pièces à des vitesses de rotation élevées ne peut avoir lieu que derrière une porte de sécurité suffisamment dimensionnée!

Fermer la porte de sécurité, mettre en place les équipements de protection!

- * ***Lorsque la broche de la machine tourne, la porte de sécurité doit être verrouillée et ne peut être ouverte qu'après immobilisation de la broche de la machine!***
- * ***En tous cas, les prescriptions locales en matière de sécurité sont d'application pour utiliser le mandrin à serrage manuel! Nous renvoyons aux consignes habituelles de prévention des accidents de la caisse de prévoyance concernée.***
- * ***Observer les bruits anormaux de fonctionnement!***
- * ***Vérifier les échantillons!***

- * *La précision du mandrin à serrage manuel se révèle lors du serrage répété d'une pièce et à l'aide de sa précision de fonctionnement lorsque la pièce a été usinée en plusieurs serrages successifs. Si le centre de la section de serrage diffère du centre de tournage au-delà de la tolérance admise, il en résulte des pièces défectueuses et donc un rebut!*

8.3 Modes d'exploitation interdits:

- * *Si le mandrin à serrage manuel présente un balourd, il faut l'éliminer immédiatement!*

8.4



Remarques concernant la sécurité:

- * *Mandrin à serrage manuel en rotation, la force de serrage opérationnelle doit être déterminée à l'aide d'un appareil de mesure dynamique de la force de serrage, FORSAVE D par exemple. Voir également le chapitre 6.3.*
- * *Déterminer la perte dynamique de force de serrage pour chaque montage et s'assurer que la force de serrage suffit pour l'enlèvement des copeaux. Voir également le chapitre 6.2.*
- * *En cas de détection de chute de la force de serrage, interrompre immédiatement l'opération d'enlèvement de copeaux et arrêter la broche de la machine!*
- * *Pour conserver la force de serrage sur des séries importantes, il est toujours nécessaire de faire un serrage à vide de temps à autre (serrage sans pièce). Seul le maintien du graissage permet de garantir une force de serrage régulière sur le mandrin à serrage manuel, dans la mesure où la graisse se répartit sur les pièces sollicitées!*
- * *Ne desserrer la pièce que lorsque la broche de la machine est à l'arrêt!*
- * *Ne pas laisser la pièce dans le mandrin à serrage manuel pendant la nuit, mais la déposer du mandrin à serrage manuel!*

8.5 Comportement en cas de pannes:



Indépendamment des remarques suivantes, les prescriptions de sécurité locales sont d'application dans tous les cas pour utiliser le mandrin à serrage manuel!

Nous recommandons d'installer un commutateur local et condamnable permettant d'éviter un enclenchement inopiné de la broche de la machine en cas de réparations ou de pannes. Le tableau suivant énumère des symptômes, causes et mesures à prendre en cas d'incidents éventuels sur le mandrin à serrage manuel. Compte tenu de certains facteurs (niveau de connaissance des opérateurs etc.), ce tableau ne peut pas être exhaustif.

Symptôme	Cause	Mesures
La machine vibre fortement	Balourd du flasque du mandrin et éventuellement du mandrin, mauvais montage	Vérifier la concentricité sur les faces de contrôle du mandrin à serrage manuel. Balourd du système sur le mandrin à serrage manuel à éliminer immédiatement. Rééquilibrer éventuellement le flasque du mandrin. Réajuster les roulements de la broche.
Force de serrage trop faible	Encrassement Graissage insuffisant	Nettoyer le mandrin à serrage manuel. Vérifier le graissage, s'il est insuffisant, démonter le mandrin, nettoyer et graisser.
Course des mors non atteinte	Souillure des gorges de crémaillère	Nettoyer le mandrin à serrage manuel.

Symptôme	Cause	Mesures
Pas de force de serrage	Blocage des mors de serrage dû à un décalage en hauteur du guidage croisé	Vérifier les faces d'appui. Eventuellement, marque étrangère.
Le mors rapporté ne se déplace pas	Denture du mors de base (FGB) et du mors de serrage (FStB, FMB) salie	Nettoyer. Défaut éventuel de pas pour des mors de serrage de fabrication propre (FStB, FMB).
Défaut de concentricité trop important sur des mors rapportés doux et rectifiés	Intervention des mors rapportés, éventuellement aussi des mors de base	Vérifier et changer éventuellement.

8.6 Remise en service après une panne:

Voir chapitre 8.1 et chapitre 8.2.

8.7 Mesures en cas d'arrêt prolongé:

- * Déposer la pièce du mandrin à serrage manuel!
- * Nettoyer et graisser le mandrin à serrage manuel!



*Ne pas insuffler d'air comprimé dans le mandrin à serrage manuel pour éviter la projection de copeaux et de réfrigérant dans les yeux!
Risque de blessure!*

- * Appliquer éventuellement de l'agent de conservation sur les pièces dénudées. Tenir compte des remarques de sécurité du fabricant de l'agent de conservation!

8.8 Mesures après un arrêt prolongé:

- * Enlever l'agent de conservation sur les pièces.
- * Graisser le mandrin à serrage manuel, enlever éventuellement la graisse superflue.
- * Effectuer une course à vide, pour répartir la graisse.
- * Vérifier la force de serrage F_{spmaxi} . sur le mandrin à serrage manuel, broche de la machine à l'arrêt!
- * Mettre la pièce en place.

Sinon, procéder de la façon décrite sous les chapitres 7.6 et 8.2!

9.1 Remarques:

Pour les travaux de contrôle, de remise en état ou d'entretien sur le mandrin à serrage manuel, tenir compte du paragraphe 2 **"Remarques concernant la sécurité"**!

- * Les pannes d'exploitation dues à une maintenance, une remise en état ou un entretien insuffisants ou incorrects peuvent entraîner des frais élevés et de gros arrêts.
- * Une exploitation exempte d'incidents exige un graissage soigné.
- * La sécurité d'exploitation et la longévité du mandrin à serrage manuel dépendent, en plus d'autres facteurs, de son entretien correct.
- * Compte tenu des diverses conditions d'exploitation, la fréquence de l'entretien, du contrôle de l'usure ou de la remise en état ne peut pas être définie à l'avance, elle doit être fixée en fonction du niveau de contrainte et de souille.

Heures de service / Période	Point de contrôle / Remarques d'entretien
Au bout de 24 heures; à la première mise en service ou à la remise en état	Graissage du mandrin à serrage manuel. Vérification du bon serrage des assemblages par vis.
Hebdomadaire	Graissage des mors de base et de la vis filetée.
Hebdomadaire	Contrôle de F_{spmaxi} avec un appareil de mesure de la force de serrage, SKM 1200 / 1500 par exemple.
Mensuel	Contrôle d'usure des mors de base, des crémaillères et de la denture.

9.2 Entretien:



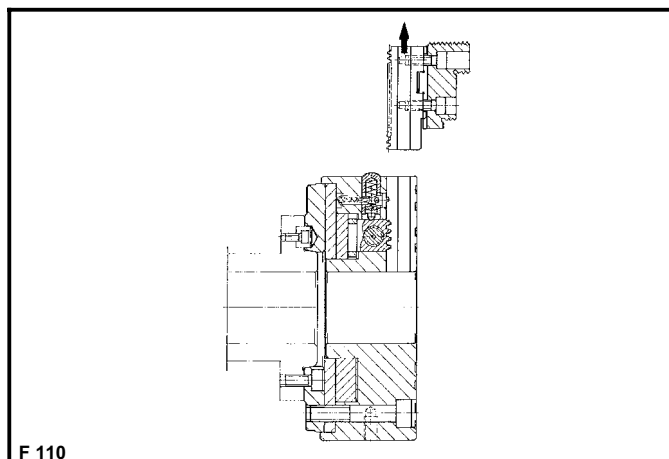
Avant de procéder à des travaux d'entretien, de contrôle ou tous autres travaux sur la machine, il faut toujours arrêter préalablement la broche de la machine et consigner le tour contre un réenclenchement (par un commutateur local condamnable)!

Mettre en place une pancarte d'avertissement!



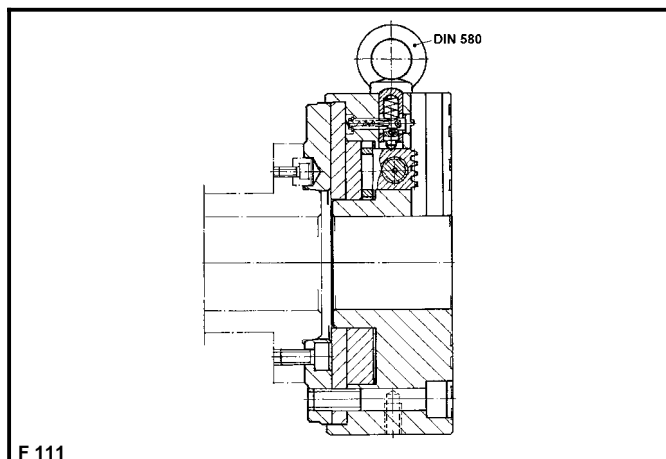
Vérifier l'état d'entretien avec un appareil de mesure statique de la force de serrage, SKM 1200 / 1500 par exemple!

- * Si, même après un bon graissage, la force de serrage opérationnelle F_{spmaxi} indiquée au paragraphe 1.4, page 4, ou calculée au paragraphe 6.3, page 29, ne peut plus être atteinte à l'arrêt, démonter le mandrin à serrage manuel de la broche de la machine, le décomposer en pièces détachées, le nettoyer et le regraisser!



F 110

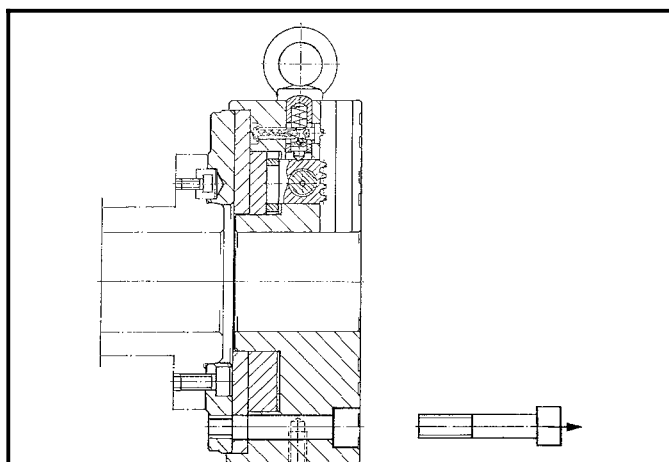
Dégager la denture des crémaillères et des mors de serrage en faisant tourner la clé de mandrin, sortir les mors de serrage du corps du mandrin en débloquant le ressort.



F 111

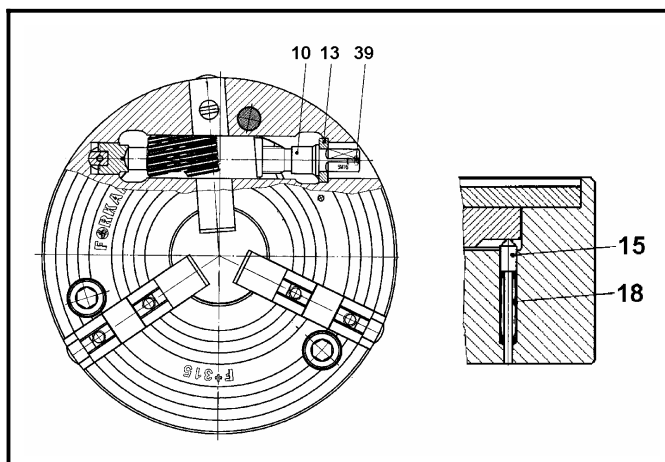
Visser l'anneau de levage dans l'alésage fileté placé à la circonférence du mandrin à serrage manuel et élinguer avec le crochet du dispositif de levage.

9.3 Démontage du mandrin à serrage manuel:



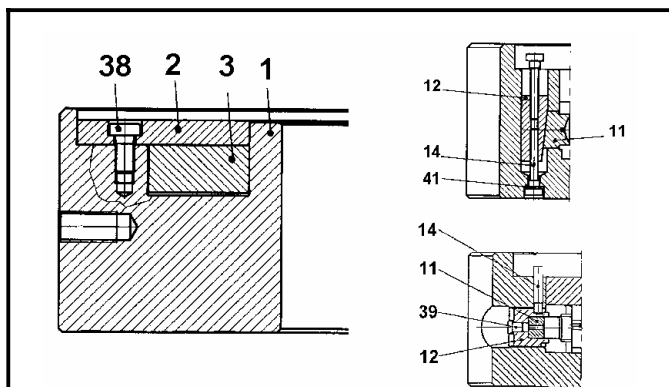
F 112

Desserrer les vis de fixation du mandrin (36) et retirer le mandrin à serrage manuel de la collerette de centrage du flasque du mandrin. Déposer le mandrin sur une palette ou sur l'établi.



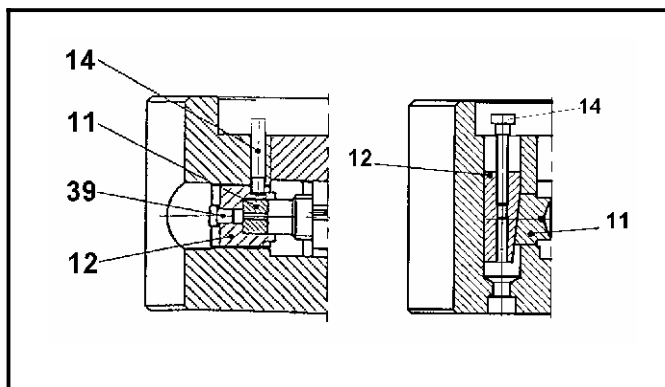
F 113

Actionner la vis filetée (10) avec la clé de mandrin pour que la goupille indicatrice (15) soit à fleur avec le corps du mandrin. La crémaillère (5) se déplace alors dans le sens de la bague de pression (13).



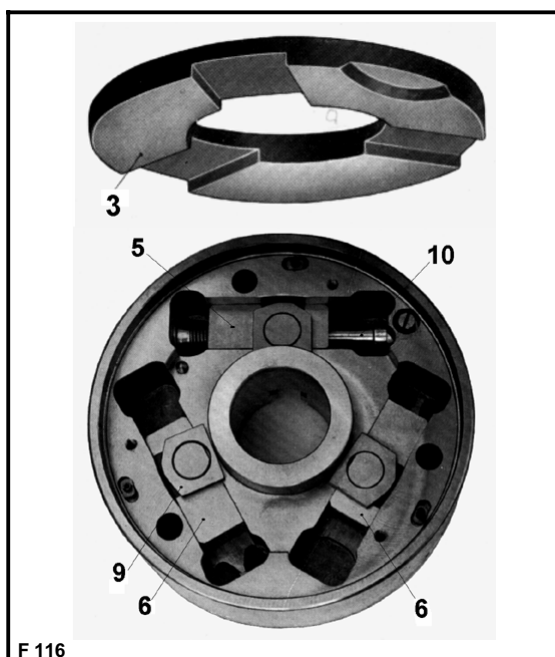
F 114

Sur le mandrin à serrage manuel à partir de la taille F+ 250, démonter les vis cylindriques (38) et les vis support (34) et déposer le cache (2) du corps du mandrin.



F 115

Mandrin à serrage manuel F+ 125 à 200: Enlever la cheville d'arrêt (14) et dévisser le bouchon fileté (12) avec la plaque de pression (11) du corps du mandrin. Mandrin à serrage manuel F+ 250 à 630: Visser la vis support (14) dans le coin support (12) et sortir du corps du mandrin. Le boulon de pression (11) se déplace vers la gauche en direction de l'alésage du coin support.

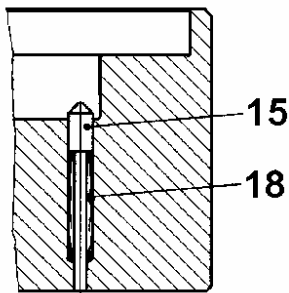


F 116

⇐ Fig. F 116

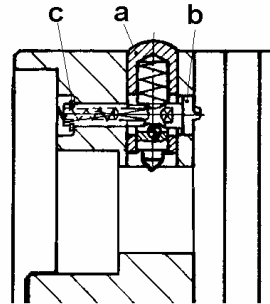
Sortir la bague d'entraînement (3) du corps du mandrin. Enlever des pivots des crémaillères (5, 6) les coulisseaux (9) visibles et sortir avec précaution des guidages de crémaillères les deux crémaillères (6) sans filet.

Pousser vers la droite la crémaillère (5) avec la vis filetée (10) et sortir le tout avec la bague de pression, en biais du guidage de la crémaillère.



F 117

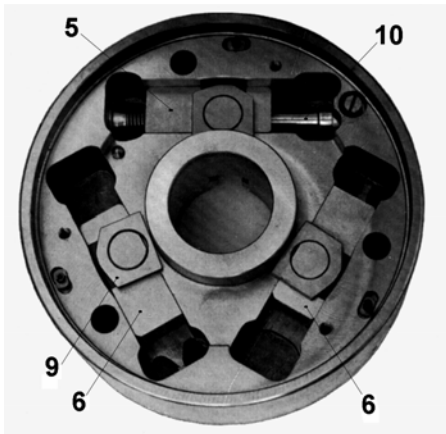
Sortir la goupille indicatrice (15) avec le ressort (18) du corps du mandrin.



F 118

Enlever la bague de sécurité (c), enfoncer le boulon de pression (a) et sortir le ressort (b) complètement par l'avant du corps du mandrin.

- * **Vérifier les éventuelles détériorations de toutes les pièces, laver et nettoyer. Remplacer les pièces défectueuses. Graisser avec de la graisse PF 5 ou PF 6 par exemple les mors de base, crémaillères, corps du mandrin (au niveau des guidages des mors de base)!**
- * **Remonter les pièces détachées dans le corps du mandrin, dans l'ordre inverse! Tenir compte notamment de ce qui suit:**
- * **Pour monter la goupille indicatrice (15) avec le ressort (18), il faut l'introduire dans le corps du mandrin de façon à ce qu'il dépasse sur la face avant et puisse être maintenu par un ruban adhésif.**



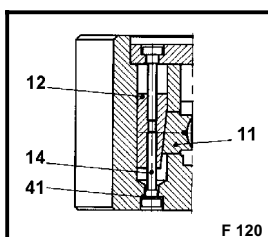
F 119

Déposer les deux crémaillères (6) sans filet au centre des guidages de crémaillères et mettre en place les coulisseaux (9) sur les pivots des crémaillères (5, 6). **Introduire en biais dans le guidage de crémaillère la crémaillère (5) avec la vis filetée (10) et la bague de pression (13) et l'alésage pour recevoir la bague de pression. Déposer le coulisseau (9) sur le pivot de la crémaillère et le centrer.**

Mandrin à serrage manuel F+ 125 à 200: Visser le bouchon fileté (12) avec la plaque de pression (11) dans le corps du mandrin pour que l'alésage de la cheville d'arrêt (14) soit visible dans le bouchon fileté. Monter la cheville d'arrêt (14).

Mandrin à serrage manuel F+ 250 à 630: Visser la vis support (14) dans le coin support (12) et introduire le tout dans le corps du mandrin.

Le boulon de pression (11) se déplace vers la droite en direction de la vis filetée. Visser la vis support (14) avec la rondelle dentée (41) par la face avant du mandrin, sur le coin support (12). Mettre en place la bague d'entraînement (3), veiller à ce que les coulisseaux soient en prise dans les gorges et que la pointe de la goupille indicatrice vienne dans le décrochement de la bague d'entraînement. Enlever le ruban adhésif placé sur la goupille indicatrice.



F 120

Pour monter le cache (2), veiller à la position correcte de l'alésage par rapport à la cheville d'arrêt (14) ou à la vis support (14).

Visser et serrer la cheville d'arrêt inférieure (14) avec la rondelle dentée (41) dans le coin support (12) pour que la vis filetée soit réglée sans jeu. Visser la vis d'arrêt supérieur dans le coin support et bien serrer pour la bloquer.

Serrer toutes les vis de fixation au couple prescrit.



Tenir compte du repère des mors lors de leur montage! Mors de serrage 1 dans le guidage 1 du corps du mandrin et ainsi de suite.

- * Monter le mandrin à serrage manuel sur la broche de la machine de la façon décrite aux paragraphes 7.1 et 7.1!
- * Serrer les vis de fixation aux couples précisés sur le tableau du chapitre 1.7, page 5!
- * Procéder à la mise en service de la façon décrite aux chapitres 7.6 et 8.2!

9.4



Remarques concernant la sécurité:

- * ***Avec les vitesses de rotation élevées et habituelles de nos jours sur les tours, le mandrin à serrage manuel est exposé à de fortes sollicitations. Des collisions occasionnelles entre l'outil et le mandrin à serrage manuel, par exemple en cas de pannes dans le programme, peuvent entraîner une détérioration du mandrin à serrage manuel.***
- * ***Après une collision, arrêter immédiatement le tour et vérifier si le mandrin à serrage manuel présente des endommagements.***
- * ***Ne pas poursuivre le travail avec le mandrin à serrage manuel, mais le démonter immédiatement de la broche de la machine!***
- * ***Outre des dégâts facilement décelables (sur les mors rapportés et les vis de fixation par exemple), il peut y avoir aussi des dégâts cachés, tels que des fissures capillaires dans le corps du mandrin et dans les mors de base.***
- * ***Pour exclure tout risque, il y a lieu dans un tel cas de vérifier l'absence de fissures sur les pièces concernées du mandrin à serrage manuel en procédant à un contrôle approprié et non destructif, et de les remplacer en cas de détérioration!***

Les procédés de contrôle suivants conviennent:

- Le ressuage
- Le fluxage

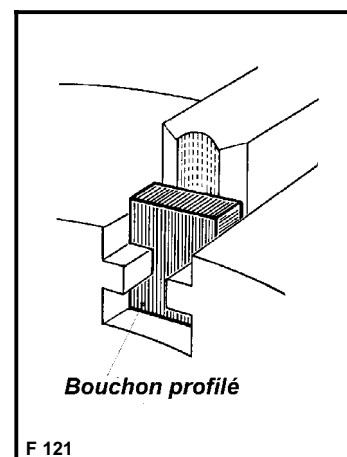
- * ***S'il s'agit de remplacer des vis de fixation des mors rapportés, utiliser la même dimension et la même qualité! Pour les dimensions et la qualité, voir le tableau ci-dessous.***

Vis selon DIN 912		Qualité 10.9		Réalisation selon DIN 267		
Filet		M6	M8 x 1	M12 x 1,5	M16 x 1,5	M20
Couple de serrage	Nm	8,3	22	72	180	340
Charge maxi. sur la vis	N	9750	19600	44000	85500	126000

Serrer les vis de fixation des mors aux couples précisés sur le tableau!

9.5 Graissage:

Des corps étrangers pénètrent dans presque tous les mandrins à serrage manuel. La calamine, la poussière de fonte augmentent la friction dans les pièces mobiles, les copeaux gênent les mouvements, le liquide de refroidissement enlève la graisse. Saleté et petits copeaux pénètrent facilement dans le mandrin lorsque les mors sont très écartés, et que la partie intérieure des guidages de mors est donc dégagée. Pour éviter ce phénomène, des bouchons profilés sont placés dans les guidages propres de mors avant usinage des pièces, la plaque résistante à la chaleur étant orientée vers l'alésage. Cette étanchéité ne peut que retarder ce phénomène, par conséquent, il y a lieu de nettoyer et de graisser régulièrement le mandrin à serrage manuel pour conserver sa force de serrage régulière, sa précision et sa grande durée de vie.



F 121



Un graissage scrupuleux est indispensable pour un fonctionnement exempt de pannes.



Le graissage et tous les travaux nécessaires au graissage sont à réaliser lorsque la broche de la machine est à l'arrêt!



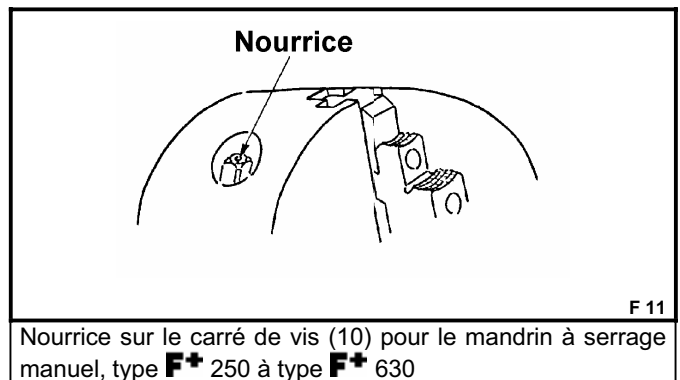
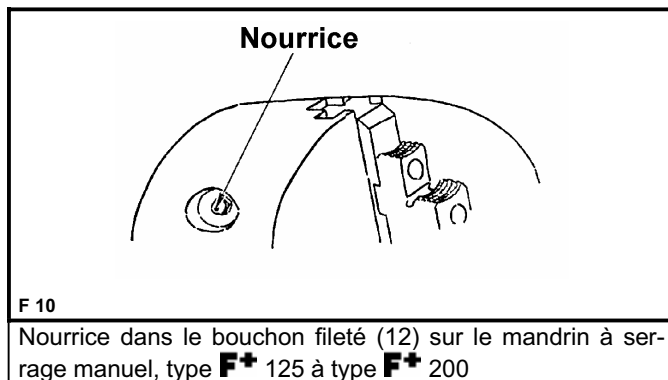
Les mandrins à serrage manuel encrassés ou mal graissés subissent une perte importante en force de serrage!



Le mandrin à serrage manuel doit être regraissé lorsque la force de serrage F_{spo} à l'arrêt n'atteint plus la valeur indiquée dans le tableau du chapitre 1.4!



Contrôler régulièrement la force de serrage à l'arrêt, avec un appareil de mesure statique de force de serrage, SKM 1200 / 1500 par exemple!



- * Graisser le mandrin à serrage manuel. 3 coups de presse à graisser suffisent. Pour la presse à graisser, voir également l'imprimé 990.01.5D.
- * Nous recommandons les graisses suivantes:
PF 5 pour toutes les autres pièces du mandrin à serrage manuel
PF 6 pour les crémaillères, les mors de base ainsi que le guidage des mors.
- * Conserver les graisses dans des récipients propres et fermés, au sec et au frais!

9.6 Remise en état:

9.6.1 Remarques:

Pour les premières réparations, nous recommandons l'intervention de personnel du fabricant. Ceci donne à votre personnel d'entretien l'occasion de se familiariser de manière intense. Si vous procédez aux réparations de votre propre chef, commandez les pièces de rechange suivant la liste du paragraphe 10.2, page 56.



Avant tous travaux de remise en état sur le mandrin à serrage manuel, arrêter le tour et interdire un réenclenchement inopiné.



**Sortir les mors de serrage des guidages des mors.
Voir également la description du paragraphe 5.5.1!
Mettre en place une pancarte d'avertissement!**

- * La description se limite aux travaux de remise en état à réaliser dans le cadre de l'entretien ou du remplacement des pièces d'usure.

- * Si vous procédez pour certains motifs au remplacement de pièces par vos propres soins, vous devez disposer dans votre stock de pièces de rechange et d'usure provenant du fabricant.
- * Si le démontage de certaines pièces a rendu inutilisables des vis, les remplacer par des vis de la même qualité et du même modèle! Voir tableaux suivants.

a) Couples de serrage des vis de fixation du mandrin:

Vis selon DIN 912		Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267		
Filet		M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24
Couple de serrage	Nm	36	72	125	310	610	820
Charge maxi. sur la vis	N	24300	38700	56500	107000	166000	208000

Vis selon DIN 7984		Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267	
Filet		M 4	M 5	M 8	M 10	M 12
Couple de serrage	Nm	2,8	5,5	23	46	79
Charge maxi. sur la vis	N	4000	6600	17000	27100	39600

Serrer les vis de fixation du mandrin aux couples précisés sur le tableau!

b) Couples de serrage des vis de fixation des mors:

Vis selon DIN 912		Qualité 10.9			Réalisation selon DIN 267	
Filet		M6	M8 x 1	M12 x 1,5	M16 x 1,5	M20
Couple de serrage	Nm	8,3	22	72	180	340
Charge maxi. sur la vis	N	9750	19600	44000	85500	126000

Serrer les vis de fixation des mors aux couples précisés sur le tableau!

9.6.2 Remplacement des pièces:

Procéder comme décrit sous les chapitres 9.2 et 9.3!

Montage comme décrit sous le chapitre 7.2!

Mise en service comme décrite sous les chapitres 7.6 et 8.2!

Tenir compte des remarques concernant la sécurité!

10.1 Pièces de rechange:

Une dotation en pièces de rechange et d'usure les plus importantes, sur place, constitue un préalable important pour assurer le fonctionnement permanent et la disponibilité du mandrin à serrage manuel. Utiliser la liste de pièces de rechange pour commander vos pièces de rechange.

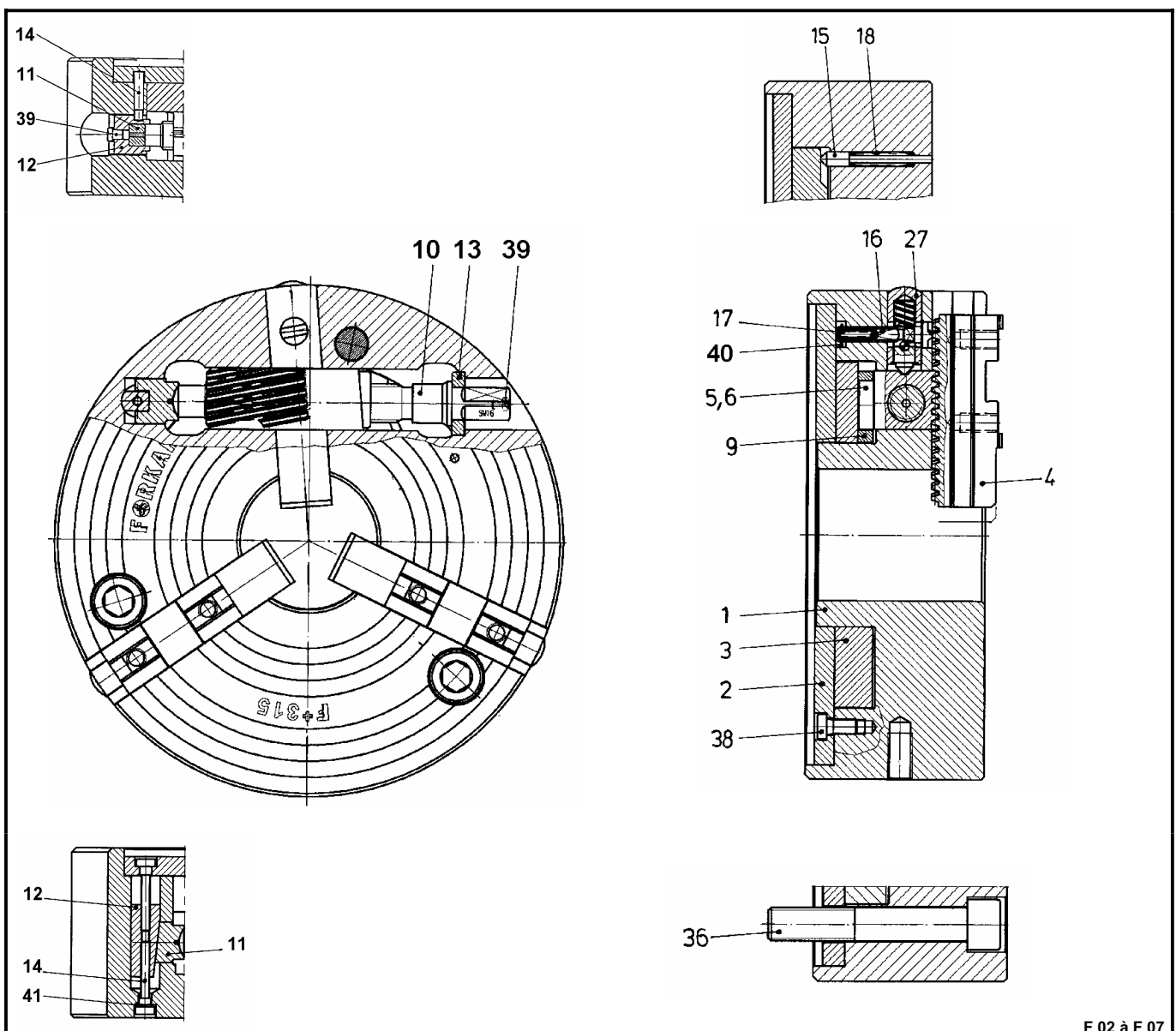
Pour des motifs de sécurité, n'utiliser que des pièces de rechange d'ORIGINE FORKARDT!

L'utilisation de pièces étrangères sur nos produits nous dégage de nos engagements en matière de responsabilité sur les produits dans la mesure où des éventuels dégâts sont directement ou indirectement imputables à la mise en oeuvre de ces pièces étrangères!

Nous n'assumons une garantie que pour les pièces de rechange d'ORIGINE fournies par nos soins!

N'oubliez pas que les pièces de notre propre fabrication et celles approvisionnées sont fréquemment soumises à des spécifications spéciales de fabrication et de livraison et que nous vous proposons toujours des pièces de rechange répondant aux critères techniques les plus récents.

10.2 Liste des pièces de rechange du mandrin à serrage manuel, type F+:



Mandrin à serrage manuel, type			F+							
Quantité	Désignation	N° de pièce	125	160	200	250	315	400	500	630
1	Corps du mandrin	1	164662001	164663001	164664001	164665001	164666001	164667001	164668001	164669001
1	Cache	2	164662002	164663002	164664002	164665002	164666002	164667002	164668002	164669002
1	Bague d'entraînement	3	164662003	164663003	164664003	164665003	164666003	164667003	164668003	164669003
3	Mors de base	4	164662004	164663004	164664004	164665004	164666004	164667004	164668004	164669004
1	Crémaillère à filet	5	164662005	164663005	164664005	164665005	164666005	164667005	164668005	164669005
2	Crémaillère sans filet	6	164662006	164663006	164664006	164665006	164666006	164667006	164668006	164669006
		7								
		8								
3	Coulisseau	9	164662009	164663009	164664009	164665009	164666009	164667009	164668009	164669009
1	Vis	10	164662010	164663010	164664010	164665010	164666010	164667010	164668010	164669010
1	Plaque de pression/Boulon de pression	11	164662011	164663011	164664011	164665011	164666011	164667011	164668011	164669011
1	Bouchon fileté / Coin support	12	164662012	164663012	164664012	164665012	164666012	164667012	164668012	164669012
1	Bague de pression	13	164662013	164663013	164664013	164665013	164666013	164667013	164668013	164669013
1 / 2	Cheville d'arrêt / Vis support	14	164662014	164663014	164664014	164665014	164666014	164667014	164668014	164669014
1	Goupille indicatrice	15	164662015	164663015	164664015	164665015	164666015	164667015	164668015	164669015
3	Goupille de sécurité / Support de mors	16	164662016	164663016	164664016	164665016	164666016	164667016	164668016	164669016
3	Ressort	17	164662017	164663017	164664017	164665017	164666017	164667017	164668017	164669017
1	Ressort	18	164662018	164663018	164664001	164665018	164666018	164667018	164668018	164669018
3	Cartouche complète	27	-	180405000	180406000	180407000	180408000	180409000	180410000	180420000
3	Vis cylindrique DIN 912 10.9	36	M8 x 45	M10 x 60	M12 x 80	M16 x 100	M20 x 120	M24 x 120	M24 x 120	M24 x 140
3	Vis cylindrique DIN 912 10.9	37	-	-	-	-	-	-	M20 x 90	M24 x 110
3	Vis cylindrique DIN 7984 10.9	38	M4 x 8	M5 x 8	M8 x 16	M8 x 16	M10 x 20	M10 x 20	M10 x 20	M12 x 25
1	Nourrice à entonnoir	39	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6
3	Bague de sécurité	40	-	7 x 0,8	7 x 0,8	10 x 1	10 x 1	16 x 1	16 x 1	16 x 1
1	Rondelle dentée	41	-	-	-	J8,2	J8,2	J8,2	J8,2	J8,2
6	Vis cylindrique DIN 912 10.9 1)	42	M6x12	M8x1x22	M8x1x22	M12x1,5x30	M12x1,5x35	M16x1,5x40	M16x1,5x40	M20x45
1	Clé de serrage	43	180412000	180413000	180414000	180415000	180416000	180417000	180418000	180419000

1) Vis de fixation des mors

Pour commander des pièces de rechange, préciser les caractéristiques suivantes:

- Quantité
- Désignation
- Numéro de la liste de pièces de rechange
- N° d'identification
- Article
- Numéro de fabrication

Les caractéristiques repérées par sont absolument indispensables pour la commande!

10.3 Adresse du service pièces de rechange et après-vente:

FORKARDT DEUTSCHLAND GMBH

Heinrich - Hertz - Straße 7

40699 ERKRATH

Téléphone: 0211 - 2506 - 277 Monsieur Braun

0211 - 2506 - 334 Monsieur Knoch

Téléfax: 0211 - 2506221

Si vous avez besoin d'un monteur, indiquez-le en nous appelant sous les numéros de téléphone mentionnés ci-dessus.

11.1 Outillages et accessoires:

Les outillages et accessoires suivants fournis avec le mandrin servent à réaliser et à faciliter les travaux de maintenance:

Clé mâle normale DIN 911 pour vis cylindriques								
Type de mandrin F+	125	160	200	250	315	400	500	630
Cote nominale de la clé	3, 5, 6	4, 6, 8	6, 10	8, 10, 14	8, 10, 17	8, 14, 19	8, 14, 19	10, 17, 19

Graisse PF 5 et PF 6, presse à graisser, voir tableau!

Agent de dégraissage, agent de conservation etc. à fournir par vos soins, nous pouvons également les livrer si vous les commandez chez nous.

Désignation	Type	N° d'ident.	Contenu de la boîte
Graisse spéciale	PF 5	101400 / 084	1,0 kg
Graisse spéciale	PF 6	101400 / 088	1,0 kg
Presse à graisser à levier à main	HH 1	101400 / 121	

Anneau de levage suivant DIN 580				
Type de mandrin F+	315	400	500	630
Filet	M16	M16	M16	M20

11.2 Liste des l'imprimés afférentes:

Accessoires pour mandrins à serrage manuel et à serrage automatique		990.01.5D
Appareil de mesure de la force de serrage	SKM 1200 / 1500	930.10.02F
Appareil de mesure de la force de serrage	FORSAVE D	620.01.6F
Mors de serrage pour mandrins à serrage manuel et automatique		700.10.01D

DECLARATION DU FABRICANT

dans l'esprit de la directive sur des machines CE 98 / 37 / CE, Annexe II B et de ses directives d'amendement actuelles (tenir compte de la date d'édition).

Nous déclarons par la présente qu'il s'agit pour cette livraison de la pièce de machine désignée par la suite et destinée au montage sur une machine. Sa mise en service reste interdite jusqu'à ce qu'il ait été constaté que la machine dans laquelle la pièce a été montée répond bien aux dispositions de la directive CE.

Désignation du type:

Mandrin à serrage manuel
à trois mors

Type:

F+

Normes harmonisées appliquées, suivant le produit:

DIN EN 292 - 1, DIN EN 292 - 2,
DIN EN 414, DIN EN 418,
DIN EN 457, DIN EN 60 204 - 1

Normes nationales et spécifications techniques appliquées en fonction de l'utilisation:

Principe de contrôle GS - EM Nr.I /
2 - 50 du BG Eisen und Metall II

Date / Signature du fabricant: 7/5/2004



.....
(Responsable des études Monsieur Antoni)

Cette déclaration perd sa validité en cas de transformation ou de démontage des composants de ce produit réalisés sans notre accord explicite!

Declaration du fabricant N°: **F+**

ITW Workholding-Group



ÉTABLISSEMENTS DANS LE MONDE ENTIER

FORKARDT DEUTSCHLAND GMBH
Heinrich-Hertz-Str. 7
D-40699 Erkrath
Tel: (+49) 211-25 06-0
Fax: (+49) 211-25 06-221
E-Mail: info@forkardt.com

BUCK CHUCK
2155 Traversefield Drive
Traverse City, MI 49686
USA
Tel: (+1) 231-995-8312
Fax: (+1) 231-941-2466
E-Mail: buck.forkardt@forkardt.com

FORKARDT SCHWEIZ AG
Industriestrasse 3
CH-8307 Effretikon
Tel: (+41) 52-3 5531 31
Fax: (+41) 52-3 4352 40
E-Mail: info-ch@forkardt.com

ITW INDIA LTD.
3rd Floor, Merchant Towers, 5
Road No 4, Banjara Hills,
Hyderabad - 500 034, India
Tel: (+91) 40 23353781
Fax: (+91) 40 23353791
E-mail: info@itwindia.com

FORKARDT FRANCE S.A.R.L.
28 Avenue de Bobigny
F-93135 Noisy le Sec Cédex
Tel: (+33) 1-41 83 12 40
Fax: (+33) 1-48 40 47 59
E-Mail: forkardt.france@forkardt.com

N.A. WOODWORTH
2002 Stephenson Hwy.
Troy, MI 48083
USA
Toll Free: 800.544.3823
E-Mail: sales@itwworkholding.com
Website: www.itwworkholding.com

www.forkardt.com

www.itwworkholding.com