

A la recherche du dernier millièème

Quand l'utilisateur d'une machine-outil parle de précision, il sous-entend la précision de la pièce à produire. Mais qu'est-ce que la précision côté pièce et comment répond le fabricant de la machine-outil à cette exigence ?



Pour les constructeurs de machines-outils de TORNOS, la précision d'une pièce est constituée avant tout de deux éléments: la partie dimensionnelle, à savoir le respect des tolérances qui sont la plupart du temps assez strictes et la tolérance géométrique, c'est-à-dire la rotondité ou encore le parallélisme. Une exigence supplémentaire se réfère encore à la qualité de la surface. Il ne faut pas oublier, dans ce contexte, que les méthodes et moyens de contrôle ont beaucoup évolué et que le client est souvent mieux équipé pour juger les pièces livrées.

Mais une nouvelle demande fait son chemin: l'utilisateur demande de plus en plus ce qu'il appelle la capacité machine (CM) et la capacité process (CP).

La capacité machine CM

La capacité machine CM sous-entend que la machine est en mesure de réaliser une pièce dans une matière donnée avec les dimensions géométriques exigées et ceci à certaines conditions. La capacité machine est testée sur un certain nombre de pièces qui doivent répondre aux critères du dessin.

La capacité process CP

La machine-outil ne doit cependant pas seulement être capable d'assurer une CM performante sur une série de pièces déterminées, mais également sur une durée de production prolongée. Le spécialiste parle alors de la répétitivité. Mais il y a plus! Aujourd'hui le client demande un contrôle statistique qui lui donne la garantie que son tour est capable de produire des pièces précises, non seulement pendant une heure ou un jour, mais pendant un mois ou plus, autrement dit, toute la série doit répondre aux mêmes critères de qualité.

La rigidité d'abord

Afin de répondre à toutes ces exigences, les ingénieurs de TORNOS ont intégré dans les MULTI DECO toute une série d'éléments à même d'augmenter à la fois la CM et la CP. En effet, la précision ne s'obtient qu'en respectant une multitude de facteurs dans la conception de la machine.

Un élément clef se trouve dans la structure de la machine. Le socle de la MULTI DECO par exemple est exécuté en fonte minérale. Cette ma-

tière absorbe par sa masse d'éventuelles vibrations et assure une stabilité particulière au tour. De ce fait, le socle participe de manière directe à la précision de la MULTI DECO.

De plus, la structure métallique de la MULTI DECO est basée sur des éléments en fonte sphéroïdale, une matière qui est également prédestinée à l'absorption de vibrations. Le choix de la matière et les structures particulières des éléments permettent d'éviter au maximum les vibrations et les dilatations.

La stabilité thermique, une des clefs de la réussite

Les influences thermiques sont connues des spécialistes. Une variation de la température dans la machine entraîne des variations dans la précision de la pièce à usiner, variations qui dépassent souvent le centième de millimètre. Quand la précision dans la dimension est demandée à un demi-centième près, ou plus précis encore, les conséquences sont facilement imaginables.

Pour lutter contre ce phénomène, les concepteurs MULTI DECO ont sorti le bac à huile – qui contient mille litres d'huile et plus selon le modèle – du bâti de la machine. Ce réservoir d'huile est maintenu continuellement à une température stabilisée. Un flux d'huile de 300 l/min circule dans la zone d'usinage qui – grâce à la stabilisation thermique de l'huile – reste à une température contrôlée de $\pm 0,2$ degrés centigrades. L'huile passe également par les broches, elle assure donc une stabilité thermique à la machine dans son ensemble.

Pour augmenter encore la qualité du contrôle de la température dans la machine et éviter ainsi une accumulation de chaleur dans la zone d'usinage, les vapeurs d'huile sont évacuées par une sortie filtrée. En éliminant ainsi les zones chaudes, la précision de la machine y gagne.

Le flux d'huile à température contrôlée amène encore d'autres avantages: sans ce système, la température d'une broche par exemple pouvait monter aisément à 60°C. Elle devenait de ce fait sensible à toute influence de l'air ambiant. Il suffisait d'ouvrir la machine pour des contrôles ou pour enlever des copeaux et la température de la broche baissait et provoquait ainsi une modification de la précision.

Grâce au refroidissement des broches, la température de celles-ci est contrôlée en continu et les variations thermiques ainsi évitées. Le contrôle thermique de la machine est ainsi assuré en toutes circonstances, d'où une CP assurée, ce que l'opérateur à la recherche des derniers microns saura apprécier.

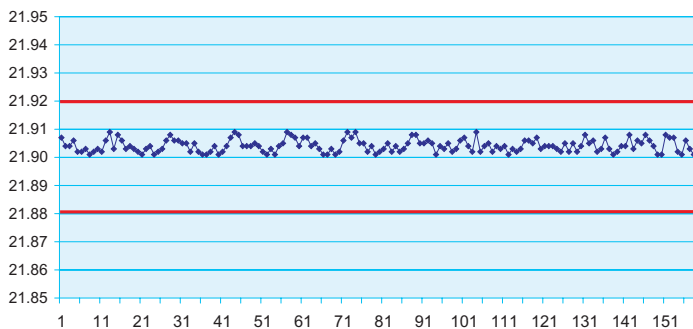
L'arrosage au secours des outils

Dans les modèles actuels, les pompes pour l'huile de coupe ont un débit notablement augmenté et l'arrosage est intégré au cœur des outils. Grâce à ces performances, il est plus facile de refroidir les outils de coupe en tournage ainsi que lors de perçages et d'enlever continuellement les copeaux. L'outil peut dès lors opérer dans les meilleures conditions, ce qui équivaut tant à une précision de coupe augmentée qu'à une durée de vie prolongée de l'outil lui-même.

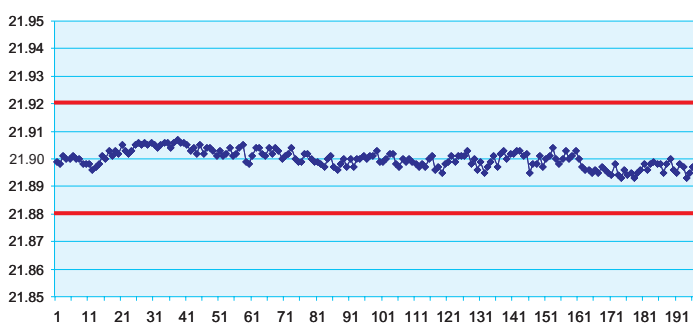
Grâce à une collaboration étroite entre TORNOS et les différents fabricants d'outils et de porte-outils, la gestion des outils de coupe est constamment améliorée et la MULTIDECO adaptée aux nouveaux besoins du marché.

Le porte-outil volumineux apporte une stabilité augmentée

Un autre aspect au niveau structure se trouve dans les porte-outils. Les concepteurs ont laissé assez de place sur les chariots pour pouvoir



Conditions de l'essai:	Machine préchauffée 1 heure
Matière de l'essai	Inox 303
Temps de cycle	7.5 p/min
Conditions de prélèvement	160 pièces prise à la suite
Mesures	21.90 ± 0.02
Ecart de tolérance	0.008
CM	2.35
CMK	2.45



Conditions de l'essai:	Machine préchauffée 4 heures
Matière de l'essai	Inox 303
Temps de cycle	7.5 p/min
Conditions de prélèvement	8 heures de production 5 pièces toutes le 25 min.
Mesure	21.90 ± 0.02
Ecart de tolérance	0.014
PP	2.35
PPK	2.05

recevoir des porte-outils solides et pré-réglables. Les porte-outils ont suivi une évolution importante au cours des six dernières années: ils sont devenus plus rigides, car ils sont beaucoup plus larges et les concepteurs y ont de plus intégré l'arrosage. Finies les erreurs d'un serrage trop intempestif lors du réglage manuel de l'outil. Les porte-outils se montent et se démontent de manière répétitive sans altérer la précision du tour. Ils entrent donc également en compte en ce qui concerne la précision du tour.

La conception de la machine prévoit de plus, que les coulisses – jusqu'alors montées avec un certain jeu – sont maintenant fixées de manière précontrainte sur des corps roulants. Le jeu, qui anciennement était déjà donné par le concept de la machine, est donc éliminé d'office.

L'«imprécision» de la machine revue et corrigée

Un élément qui a toujours existé sur les machines mécaniques est le «défaut» du barillet. En effet dû à son usinage et son montage, une broche n'est jamais à la tolérance zéro, mais comporte un défaut qui peut être par exemple de +2 microns, un autre de -2 microns et ces défauts s'additionnent. Le fait de travailler sur le diamètre fait encore doubler ce défaut au départ déjà. L'opérateur devait donc toujours tenir compte de ce fait lors du réglage de la machine.

Avec la commande numérique, il suffit de mesurer cet écart et d'introduire les paramètres dans la commande. Le positionnement des chariots numériques se faisant par la commande, celle-ci tient alors compte de ces erreurs en augmentant ou en diminuant le mouvement en conséquence et

A la recherche du dernier millième



de ce fait annule la différence due à la fabrication ou/et de montage des broches. Cette correction se fait pour chaque broche, d'où une assurance de répétitivité en plus. La correction numérique du barillet équivaut par ailleurs à une seule ligne dans les paramètres d'usinage.

La même facilité se retrouve dans l'introduction des valeurs de correction pour les outils pré-réglés. Le metteur en train, une fois que sa pièce est faite, passe au contrôle: si la cote diffère par exemple de trois microns, il corrigera la valeur dans la commande, ceci bien entendu sans ouvrir la machine.

Fini le calibre

Dans le passé, le décolleteur se servait souvent des calibreurs dans les multibroches. Si la machine était capable de tenir par exemple cinq centièmes, le calibreur tenait le centième, c'était donc le calibreur qui établissait la précision de la machine. Cet outil était de plus très cher, spécifique et dépendait de la forme de la pièce.

Depuis de nombreuses années, le calibreur est ancré dans la tête de beaucoup de praticiens qui connaissent la multibroche traditionnelle. De ce fait, certains utilisateurs sont aujourd'hui encore d'avis qu'un tour multibroche ne peut pas offrir de précision, si ce n'est que par l'emploi d'un outil spécifique délicat à régler.

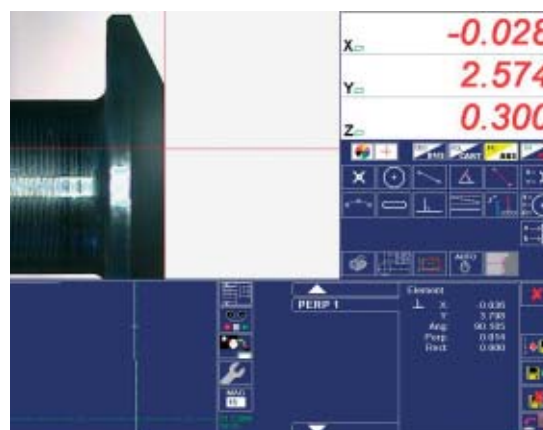
Aujourd'hui, grâce à l'arrivée des commandes numériques, ce n'est plus l'outillage qui prend ce rôle. La machine n'a plus besoin de cet outil pour atteindre la même précision, voire même une qualité plus élevée.

Intervenir en tout temps

Jusqu'à présent l'opérateur prélevait en cours de route des pièces qu'il soumettait à un contrôle ri-

goureux. S'il constatait une déviation quelconque, il intervenait manuellement sur le tour en l'arrêtant et corrigeait la valeur incriminée. Cependant, ce procédé ne lui permettait que rarement d'obtenir des résultats dans le micron, étant donné qu'en serrant l'outil avec la clef, une variation du réglage était toujours possible. Si la cote venait du calibreur, cela l'obligeait à un ré-

temps ont changé: sur une nouvelle pièce ou avec un nouveau matériel, l'opérateur peut – numériquement – jouer sur les avances et les vitesses pour vraiment optimiser les conditions de coupe. Finis les compromis, l'opérateur peut, avec son savoir-faire, jouer sur tous les registres parce que la commande lui permet en tout temps de modifier tel ou tel réglage. Cette facilité



Mesure de perpendicularité entre la grande face et le petit diamètre extérieur à l'aide d'un outil de contrôle de la dernière génération. Résultat obtenu: 0.014 mm (défaut de perpendicularité).

glage fastidieux et aléatoire, donc si cela n'était pas indispensable, il laissait la machine produire tant qu'elle était dans les cotes. De plus, certaines imperfections nécessitaient des modifications de cames et l'opérateur hésitait beaucoup à intervenir à ce niveau-là.

Aujourd'hui, grâce à la commande numérique, l'opérateur peut intervenir en tout temps sur la commande sans arrêter la machine et introduire une valeur de correction. Il a même la possibilité de procéder pas à pas en n'introduisant par exemple que partiellement une valeur de correction.

Cette possibilité amène encore un autre avantage: auparavant l'opérateur «programmait» une vitesse dans sa machine et une avance sur la came. Ces valeurs étaient fixes, il ne pouvait que difficilement changer ces réglages. Aujourd'hui les

l'amène à effectuer des corrections ponctuelles ayant pour but d'améliorer encore le processus.

Du mécanicien au gérant de processus

Le décolleteur du passé opérait avec ses outils de réglage et intervenait directement sur la machine. Aujourd'hui, il devient plutôt gérant d'un processus que mécanicien. Si le travail lui demande peut-être moins de feeling manuel, les exigences quant à ses connaissances dans la commande numérique sont augmentées. Au lieu d'aller travailler sur sa machine à cames pour affiner le réglage, il sera plutôt appelé à modifier un programme avec un ordinateur. TORNOS assure à cet effet une formation adéquate et continue par rapport au produit.



A la recherche du dernier millième

Les moyens actuels de mesure déchargent l'opérateur de manière non négligeable tout en augmentant considérablement la qualité du contrôle des pièces. Le temps investi pour mesurer lui-même les pièces est beaucoup plus court et il réalisera plus rapidement les changements éventuels à effectuer. Pour l'opérateur, l'accès à la précision a beaucoup été simplifié, il va naturellement le faire plus facilement. Du coup, l'amélioration de la précision des pièces revalorise en même temps son image d'homme de métier.

Regard vers le futur

Actuellement le contrôle de qualité se fait au moyen d'un outillage standard approprié. De même, la durée de vie d'un outil de coupe est déterminée par l'opérateur avec son expérience, son savoir-faire et ses mesures de qualité. Il peut introduire dans la commande une durée de vie de par exemple 1000 pièces et au bout de ces 1000 pièces, la commande déclenchera un signal d'avertissement. L'opérateur changera alors par exemple la plaquette, sans tenir compte de l'état réel de l'outil remplacé de manière préventive, avant que celle-ci ne commence à produire des pièces d'une qualité inférieure. Si l'intervention n'est pas faite dans un temps prédéfini, la machine va s'arrêter pour éviter de produire de mauvaises pièces ou de la casse d'outil. La tendance va à la production continue. Le contrôle automatisé des pièces avec les valeurs statistiques est également de plus en plus demandé.

Les ingénieurs de développement chez TORNOS préparent la réponse à ces demandes. Ils sont en train d'adapter une interface utilisée

déjà avec succès sur des tours monobroches aux tours multibroches. Grâce à cette interface il est possible de connecter une station de mesure à l'extérieur de la machine. Cette station mesure certaines cotes et transmet les valeurs à la commande du tour, qui corrigera au besoin en décalage de quelques pièces le réglage d'une opération qui aurait tendance à dévier.

De plus, la commande sera à même d'établir des statistiques et de suivre l'évolution des données. Ce suivi peut également se reporter sur l'état des outils de coupe et prévenir l'opérateur d'un remplacement à effectuer. Avec ce système, les ingénieurs s'attendent,

entre autres, à une utilisation prolongée de l'outillage, donc un gain en investissement sans pour autant perdre la qualité.

Conclusion

La précision: une affaire d'éléments multiples. Les explications ci-dessus le démontrent: pour obtenir une précision digne de ce nom, les concepteurs d'une machine-outil doivent tenir compte d'une multitude d'éléments, à commencer par le bâti de la machine et en finissant par la commande interactive. Tout l'environnement est important et les concepteurs de la MULTI-DECO ont su y répondre.

Les cinq M de la précision

Le 1er M: le milieu

L'environnement où est posé la machine influence de manière importante la précision, par exemple un atelier climatisé.

Le 2ème M: la méthode

La flexibilité du programme et les outillages standards permettent d'atteindre des résultats garantis avec les moyens de mesures actuels.

Le 3ème M: la main-d'œuvre

Les compétences de l'opérateur sont encore et toujours importantes.

Le 4ème M: la matière

Chaque type de matière se travaille différemment. Même d'une coulée à l'autre, d'un fabricant à l'autre, l'opérateur n'obtient pas les mêmes résultats. La flexibilité du procédé apporte tous les atouts de réussite à l'opérateur.

Le 5ème M: la machine

Un bon produit de qualité est celui qui donne satisfaction au client par sa conformité, son prix, son délai et son service.