

Efforts de coupe, 1ère partie : les efforts de coupe et leur influence sur le processus de fraisage

27 mars 2023, 14:08

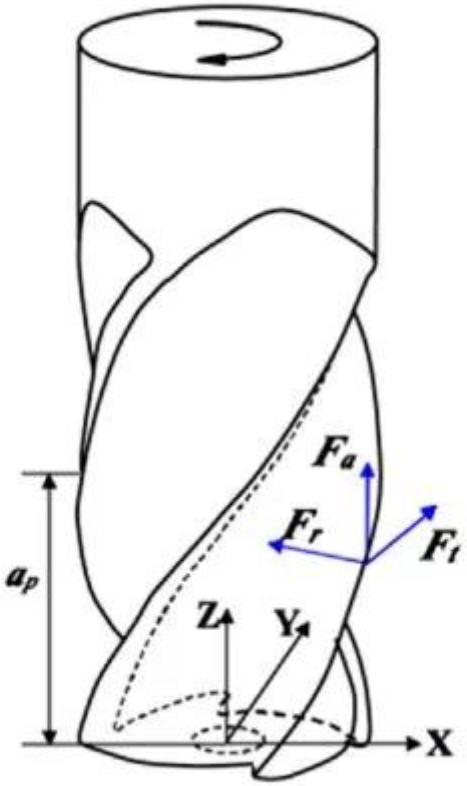
Samuel Milton

Les efforts de coupe jouent un rôle crucial dans le processus de fraisage. Par conséquent, il est capital de saisir l'influence des efforts de coupe sur le fraisage ainsi que les facteurs qui affectent ces derniers pour optimiser le processus et obtenir des résultats de haute qualité.

Le fraisage se définit comme une opération d'usinage intervenant dans la production de pièces complexes et précises à partir de matériaux solides. Consistant à imprimer un mouvement de rotation et de translation à un outil de coupe au contact de la pièce à usiner, cette opération d'usinage par enlèvement de matière s'accompagne de la formation de copeaux. Si les efforts de coupe jouent un rôle crucial dans le processus de fraisage, c'est parce qu'ils affectent la qualité du produit fini, l'usure de l'outil et les performances de la machine-outil.

Se définissant comme ces forces qui s'exercent durant le processus de coupe, les efforts de coupe subissent l'influence de divers facteurs, y compris la géométrie de l'outil, le matériau constitutif de la pièce à usiner, les paramètres de coupe et les caractéristiques de la machine-outil.

L'effort de coupe en fraisage se décompose en trois composantes : la composante radiale (Fr), la composante tangentielle (Ft) et la composante axiale (Fa). S'exerçant perpendiculairement au bord de coupe, cet effort radial tend à éloigner l'outil de la pièce à usiner. S'exerçant parallèlement au



ériau. S’exerçant le long de l’axe de l’outil, exion de l’outil.

Facteurs déterminants

Géométrie de l’outil

La géométrie de l’outil compte au nombre des facteurs déterminants qui influent sur l’effort de coupe en fraisage. Caractérisée par le nombre de dents, l’angle de coupe, l'angle d’hélice et l’angle de dépouille, la géométrie de l’outil de coupe affecte l’effort de coupe. À titre d’exemple, si la puissance de coupe requise par les outils possédant un nombre de dents plus élevé est moins importante, c’est en raison de la distribution plus régulière de la charge. En outre, l’angle de coupe affecte la force de coupe requise parce qu’il influe sur l’épaisseur des copeaux, sur la déformation des copeaux et sur les frottements entre l'outil et la pièce à usiner. Par conséquent, il est capital d’optimiser la géométrie de l’outil pour réduire les efforts de coupe et améliorer l’efficacité du processus de fraisage.

Paramètres de coupe

À l’instar de la vitesse de rotation de la broche, de la vitesse d’avance de la fraise et de la profondeur de coupe, les paramètres de coupe affectent également l’effort de coupe. Toute augmentation de la vitesse de rotation de la broche ou de la vitesse d’avance de la fraise se traduit par une augmentation de l’effort de coupe. En revanche, toute augmentation de la profondeur de coupe se traduit par une augmentation des efforts radiaux et axiaux, mais aussi par une diminution de l’effort tangentiel. Par conséquent, il est capital d’optimiser les paramètres de coupe pour réduire les efforts de coupe et améliorer l’efficacité du processus de fraisage.

Matériau constitutif de la pièce à usiner

Le matériau constitutif de la pièce à usiner compte aussi parmi les facteurs susceptibles d'affecter les efforts de coupe en fraisage. Les matériaux caractérisés par une résistance mécanique et une dureté élevées requièrent l'application d'une force de coupe plus importante, laquelle donne lieu à des efforts de coupe plus conséquents. Caractérisée entre autres par la grosseur et l'orientation des grains, la microstructure de la pièce à usiner influe de surcroît sur les efforts de coupe. Par exemple, les matériaux caractérisés par une moindre grosseur des grains requièrent l'application d'une force de coupe plus élevée en raison de la résistance accrue et de plasticité inférieure du matériau.

Conception de la machine-outil

Certaines caractéristiques de la machine-outil, telles que sa rigidité et son amortissement, affectent également la force de coupe. Si la force de coupe requise par les machines bénéficiant d'une rigidité et d'un amortissement élevés est moindre, c'est parce que leur constitution réduit les vibrations et améliore la stabilité du processus de coupe. De plus, la conception structurelle de la machine influe sur la force de coupe. En effet, les machines plus légères et moins rigides requièrent l'application d'une force de coupe supérieure à celle que nécessitent les machines plus lourdes et plus rigides.

Raisons pour lesquelles il faut tenir compte des efforts de coupe et de leurs effets pendant le fraisage

Non contents de jouer un rôle crucial dans le processus de fraisage, les efforts de coupe ont un impact significatif sur l'outil et la pièce à usiner. À cet égard, les raisons pour lesquelles il faut impérativement tenir compte des efforts de coupe et de leurs effets sont multiples :

1. Usure de l'outil : tout effort de coupe excessif est susceptible d'entraîner une usure de l'outil et d'en raccourcir la durée de vie. Au risque de se traduire par une fréquence de remplacement plus élevée de l'outil ainsi que par des durées d'usinage et des coûts plus importants.

2. Qualité de surface : les efforts de coupe peuvent également affecter la qualité de surface de la pièce à usiner. Les efforts de coupe élevés peuvent provoquer une rugosité de surface ainsi que l'apparition d'ondulations et de marques de broutage susceptibles de réduire la qualité de la pièce finie.

3. Précision dimensionnelle : les efforts de coupe peuvent aussi affecter la précision dimensionnelle de la pièce à usiner. Des efforts de coupe importants peuvent occasionner une déformation des pièces à usiner, susceptible d'entraîner un manque de précision dimensionnelle ainsi que le rejet de certaines pièces.

4. Stabilité de la machine : des efforts de coupe élevés peuvent également affecter la stabilité de la fraiseuse. Les vibrations causées par ces efforts de coupe élevés sont susceptibles de réduire la précision de la machine et d'en accroître le risque de défaillance.

5. Consommation d'énergie : la consommation d'énergie du processus de fraisage dépend aussi des efforts de coupe. Les efforts de coupe importants requièrent une consommation d'énergie plus élevée, laquelle se traduit par une augmentation des coûts opérationnels associés au processus de fraisage.

La prise en considération des efforts de coupe et de leurs effets pendant le fraisage contribue à optimiser les paramètres d'usinage afin de réduire l'usure de l'outil, de réduire la consommation d'énergie ainsi que d'améliorer la qualité de surface, la précision dimensionnelle et la stabilité de la machine. Cette optimisation se traduit en définitive par une amélioration de la productivité, une réduction des coûts et une augmentation de la rentabilité.

Plate-forme en ligne Sirris

Sur la 'plate-forme en ligne 'modelgebaseerd bewerken' vous pouvez d'ores et déjà simuler les efforts de coupe relatifs à vos processus. Vous pouvez également accéder à divers modèles, tels qu'un modèle économique de fraisage, et les mettre à contribution pour optimiser vos processus d'usinage. L'accès à cette plate-forme est gratuit, mais l'inscription est obligatoire. Vous y découvrirez aussi une foule d'explications utiles concernant l'usage des modèles proposés, mais ne perdez pas de vue l'agenda Sirris parce que nous ne manquerons pas d'organiser bon nombre d'événements physiques et en ligne, tels que des webinaires et autres ateliers.

Si vous souhaitez en savoir plus, prenez contact avec nous!

La plate-forme en ligne fait partie intégrante du projet COOCK intitulé 'Modelgebaseerd bewerken', lequel fut lancé avec le soutien du VLAIO.

Auteurs



Samuel Milton