

L'OPTIMISATION DES REGIMES DE LA COUPE AU TOURNAGE DES MATIERES DIFFICILEMENT USINABLES EN TENANT COMPTE LA LIMITATIONS DE LA TEMPERATURE

Bogouslavskiy Vadim, Ivchenko Tatiana, Okoulik Maria

(UNTD, Donetsk, Ukraine)

Tel. : +380(62)3010805 ; courriel : bogous@mech.dgtu.donetsk.ua

Résumé. En vertu de l'étude des régularités du changement des températures de la vitesse de la coupe et de l'avance on établit les limitations de température au tournage des produits des matières difficilement usinables. Avec l'utilisation de la méthode de la programmation linéaire on définit les régimes optimums de la coupe assurant la productivité d'usinage maxima, en tenant compte la limitations de la température, prenant en consideration application des divers fluides de coupe technologiques (FCT).

Mots-clés : Optimisation, fluides de coupe, régimes de coupe, productivité d'usinage.

Dans les conditions de l'augmentation des charges et les températures agissant dans les pièces principaux et les nœuds des machines modernes, une grande diffusion reçoivent les marques des aciers et des alliages spéciales inoxydable, résistant à la chaleur et très solide. La conductibilité de la chaleur basse et une haute solidité de ces matières contribue à l'augmentation de température et les forces de la coupe dans la zone du coupe et, par voie de conséquence – la croissance de l'intensité de l'usure de la lame de l'outil coupant. En raison de cela sont très actuelles les études de l'état thermique de l'outil et les conditions de son exploitation rationnelle.

A présent on élaborée assez bien les méthodes totales de l'analyse physico-thermique des systèmes technologiques, y compris en tenant compte de l'action FCT [1]. Cependant, les recommandations existant sur la définition des régimes de la coupe des matières difficilement usinables ne donnent pas les recommandations précises sur le compte des limitations de température et sur l'application des diverses marques FCT.

L'influence des conditions d'usinage sur les régularités de la formation des flux de chaleur et les températures dans la zone de la coupe au tournage des aciers construction est assez en détail analysée dans le travail [2]. Cependant, les informations présentées dans ce travail, n'embrassent pas le domaine d'usinage des matières difficilement.

Les questions de l'optimisation des régimes de la coupe au tournage des matériaux difficilement usinables en tenant compte des limitations de la température, examiné dans le travail [3], non plus embrassent de toute la variété des marques des aciers et des alliages spéciales inoxydable, résistant à la chaleur et très solide. Pour ces types des matières le développement ultérieur de la méthode de la définition des conditions rationnelles de leur traitement présente un intérêt.

Le but du travail présenté est la définition des régimes optimums de la coupe au tournage des produits en matières difficilement usinables, assurant la productivité maxima d'usinage, en tenant compte des limitations de la température, y compris à l'application FCT.

En tenant compte de l'action de l'écoulement de la chaleur à l'admission FCT par arrosage libre du côté de la face de coupe de la lame de l'outil les moyennes températures sur face de coupe Θ_1 et faces de dépouille Θ_2 de la lame peuvent être définies comme il suit [4] :

$$\Theta_1 = \frac{M_1 l}{\lambda_u} (q_1 + q_o) + \frac{N_2 h}{\lambda_u} q_2 - \frac{M_o l_o}{\lambda_u} q_o; \quad \Theta_2 = \frac{M_2 h}{\lambda_u} q_2 + \frac{N_1 l}{\lambda_u} (q_1 + q_o) - \frac{N_o l_o}{\lambda_u} q_o, \quad (1)$$

où λ_u – le coefficient de la conductibilité de la chaleur de l'outil; l - la longueur du terrain de contact en direction de dégorgeement des copeaux; h - l'usure selon la face de dépouille; q_1 et q_2 - les densités des flux de chaleur sur les faces de coupe et de dépouille de la lame; q_o - la densité du flux de chaleur de l'outil à FCT; M_1, M_2, N_1, N_2 - les fonctions adimensionnels définissant la chauffe des terrains sur les faces de coupe et de dépouille de la lame de l'outil; M_o, N_o - fonctions adimensionnels définissant le refroidissement du terrain sur la face de coupe sous l'effet de FCT [1].

Les températures sur la face de coupe Θ_1 et de dépouille Θ_2 de la lame de l'outil, sans compte de l'action FCT est un cas particulier de l'expression présentée (1) à $p_1 = 1, p_2 = 0$:

$$\Theta_1 = \frac{q_1 l}{\lambda_{\dot{\epsilon}}} M_1 + \frac{q_2 h}{\lambda_{\dot{\epsilon}}} N_2; \quad \Theta_2 = \frac{q_2 h}{\lambda_{\dot{\epsilon}}} M_2 + \frac{q_1 l}{\lambda_{\dot{\epsilon}}} N_1. \quad (2)$$

La température de la coupe est définie comme une moyenne température sur les faces de coupe et de dépouille de la lame :

$$\Theta_P = \frac{\Theta_1 l + \Theta_2 h}{l + h}. \quad (3)$$

Les graphiques de la dépendance de la température de la coupe de la vitesse de la coupe pour divers matériaux difficilement usinables au usinage sans FCT, présenté sur fig. 1, montrent de ce que déjà dans le domaine des vitesses assez basses de la coupe la température de la coupe dépasse le niveau admissible $\Theta_{don} = 800^\circ\text{C}$.

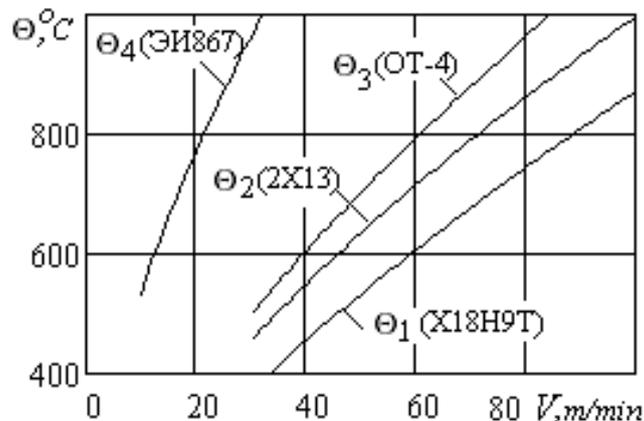


Fig. 1. Graphiques de dépendance de la température de coupe de vitesse de coupe pour les différents matériaux traités

Un si haut niveau des températures confirme la nécessité de l'application FCT au usinage matières difficilement usinables, ainsi que la nécessité du compte des limitations de température à l'optimisation des régimes de la coupe.

Les graphiques des dépendances du coefficient de la réduction de la température de la coupe K_o de la vitesse V pour divers FCT sont présentés sur fig. 2 :

$$K_o = \Theta_{CF} / \Theta_{teor}. \quad (4)$$

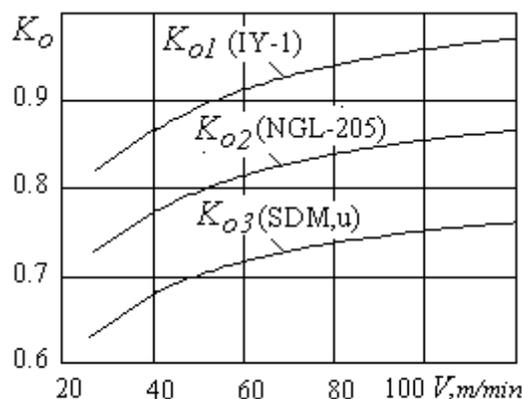


Fig. 2. Graphiques de dépendances du coefficient de réduction de température K_o à la vitesse V à l'usinage de l'acier X18H9T pour différents FCT

La réduction de la température de la coupe au usinage avec l'utilisation à titre de FCT émulsol Э-2 est atteinte principalement par l'effet refroidissant de FCT. À l'utilisation émulsol НГЛ-205, comprenant la solution d'huile du sulfonate de sodium et des additifs passivants d'inhibiteurs de corrosion solubles dans l'eau – le nitrite du sodium et phosphate trisodique, vers l'effet refroidissant on ajoute l'effet graissant qu'intensifie la réduction de la température $\Theta_{COЖ2}$. Le plus grand effet de la réduction de la température $\Theta_{COЖ3}$ est observé à l'utilisation émulsol СДМy, représentant le système aride contenant l'huile, sulfonate du sodium, d'inhibiteurs de corrosion solubles dans l'eau et une petite quantité (jusqu'à 3 %) du bisulfure de la molybdène (en qualité d'additif antiusure), passant le traitement ultrasonore. La présence du bisulfure de la molybdène augmente beaucoup l'action graissant FCT qu'assure la réduction maxima de la température de la coupe.

Les coefficients reçus sont utilisés pour le compte de l'action divers FCT dans les limitations de température à l'optimisation ultérieure des régimes de la coupe.

Les expressions analytiques pour la définition les avances optima S_o et les vitesses de la coupe sans compte FCT V_o et en tenant compte de son action V_oCF à l'optimisation des régimes

de la coupe par la méthode de la programmation linéaire ont l'air [3] :

$$S_i = \left(34c^{1,35} t^{(0,77-x_p)} K_\varphi / C_P K_P \right)^{\frac{1}{y_p}} \quad (5)$$

$$V_i = \left(\frac{\Theta}{C_t} \right)^{\frac{1}{z_t}} \left[\frac{C_P K_P}{34c^{1,35} t^{(0,77-x_p)} K_\varphi} \right]^{\frac{y_t}{y_P z_t}} \quad \text{if } t \leq t_o \quad (6)$$

$$V_{oCF} = \left(\frac{C_V K_V}{T^m t^{x_V}} \right) \cdot \left(\frac{C_P K_P}{34c^{1,35} t^{(0,77-x_p)} K_\varphi} \right)^{\frac{y_v}{y_p}} \quad \text{if } t \geq t_o \quad (7)$$

où C_V, K_V – les coefficients et x_v, y_v, m_v – les paramètres, qui caractérisent le degré de l'influence de la profondeur t , les avances s et la résistance T sur la vitesse de la coupe V , défini en fonction des conditions de l'exploitation ; n – la fréquence de la rotation ; c – l'épaisseur de la plaque ; φ – un principal angle du burin dans le plan ; C_P, K_P – les coefficients et x_p, y_p – les paramètres caractérisant le degré de l'influence de la profondeur et les avances sur la force de la coupe P_z ; C_t – le coefficient constant, z_t, y_t, x_t – les paramètres du degré caractérisant l'influence sur la température de la vitesse de la coupe, l'avance et la

profondeur de la coupe ; K_ϕ – le coefficient dépendant de l'angle dans le plan ; t_o – la signification de frontière de la profondeur de la coupe, à qu'il est nécessaire de prendre en considération la limitation selon la température de la coupe :

$$t_o = \left(\frac{C_V K_V}{T^m} \right)^{\frac{1}{x_V}} \cdot (S_o)^{\frac{y_t - y_V z_t}{z_t x_V}} \left(\frac{C_t}{\Theta} \right)^{\frac{1}{z_t x_V}} . \quad (8)$$

Les expressions reçues analytiques permettent de calculer les régimes optimums de la coupe au usinage des matières difficilement usinables pour n'importe quelles conditions d'usinage. Sur fig. 3 on présente les graphiques de la dépendance de l'avance optima de la profondeur de la coupe et la vitesse de la coupe de la résistance de l'outil pour divers matières traités au traitement sans FCT.

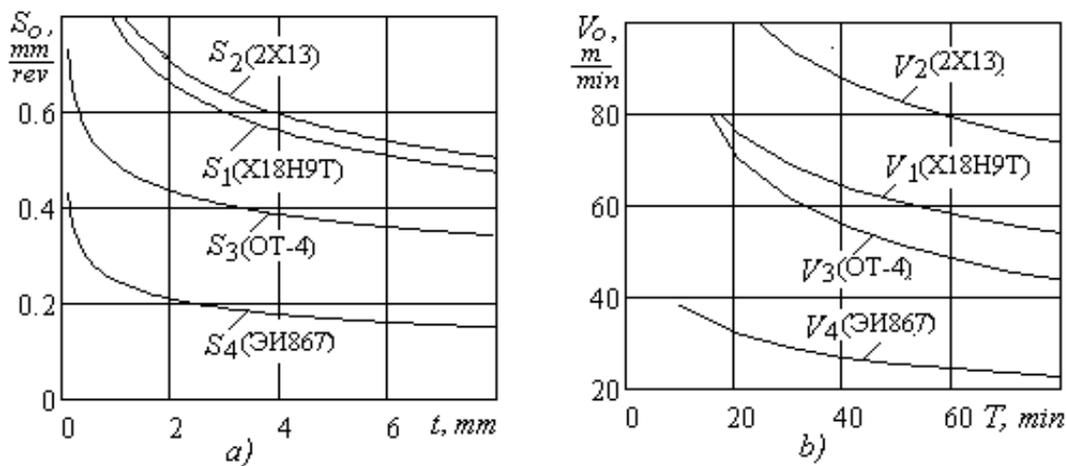


Fig. 3. Graphs of dependence of cutting depth - a) and the cutting speed of the tool life - b) for the different materials treated

Les graphiques de la dépendance de la vitesse optima de la coupe de l'avance, présenté sur fig. 4, témoignent de ce que les vitesses de la coupe au traitement de l'acier X18H9T avec FCT - V_{oCF} dépassent les vitesses de la coupe au traitement sans FCT - V_o .

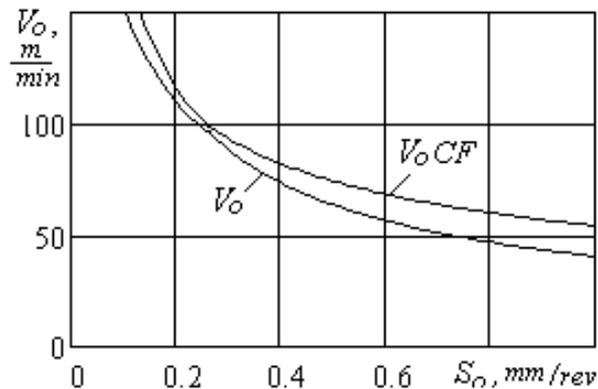


Fig. 4. Graphs of dependence cutting speed from serve at treatment without CF and with the use of CF

Le coefficient de l'augmentation de la productivité d'usinage des matières difficilement usinables à l'utilisation de FCT:

$$K_I = \left(\frac{C_V K_V}{T^m t^{x_V}} \right) \left(\frac{C_t}{\Theta} \right)^{\frac{1}{z_i}} \left(\frac{C_P K_P t^{(x_p - 0,77)}}{34c^{1,35} K_\phi} \right)^{\frac{y_v z_t - y_t}{y_p z_t}} \quad (9)$$

Les graphiques du changement du coefficient de l'augmentation de la productivité K_{II} au usinage par tournage de l'acier X18H9T avec l'application divers FCT en fonction de la profondeur de la coupe et la résistance, présenté sur fig. 5, montrent de ce qu'avec leur augmentation la productivité du traitement réduite.

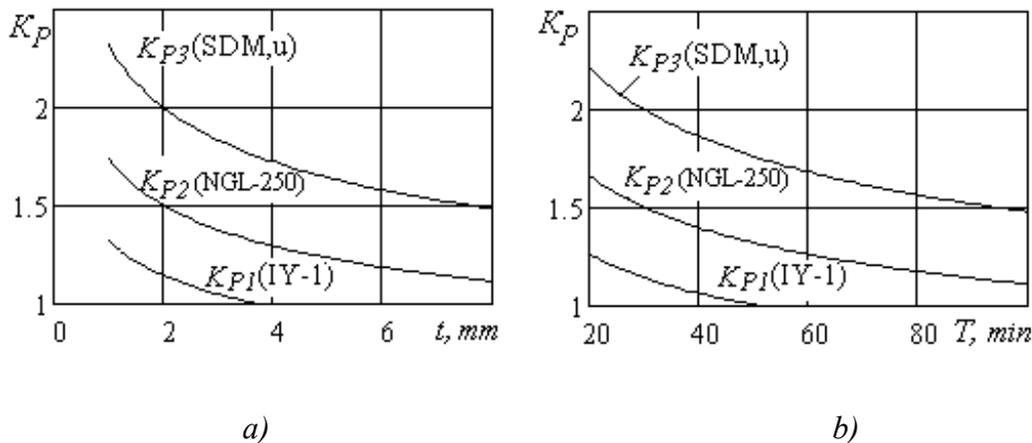


Fig. 5. Les graphiques du changement du coefficient de la croissance de la productivité K_{II} au tournage de l'acier X18H9T avec l'application divers FCT en fonction de la profondeur de la coupe – a) et la résistance – b)

La conclusion. Avec l'utilisation de la méthode élaborée du calcul de la température de la coupe on accomplit l'estimation de la possibilité de la réduction de la température de la coupe au usinage des matières difficilement usinables avec l'application FCT divers.

Les expressions ana-lytiques reçues pour le calcul des régimes optimums de la coupe assurent la possibilité de l'estimation quantitative de l'augmentation de la productivité d'usinage des produits des matières difficilement usinables à l'utilisation de divers FCT. La méthode élaborée peut être utilisée pour l'optimisation des régimes de la coupe à de divers aspects d'usinage avec l'application FCT.

Bibliographie: 1. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. - М.: Машиностроение, 1990. –288с. 2. Ивченко Т.Г. Влияние условий обработки на закономерности формирования тепловых потоков в зоне резания при точении // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. Випуск 5. - Донецьк, ДонНТУ, 2008.- С.23-29. 3. Зантур Сахби, Богуславский В.А., Ивченко Т.Г. Оптимизация режимов резания при точении труднообрабатываемых материалов с учетом температурных ограничений // Прогрессивные технологии и системы машиностроения:– Донецк: ДонНТУ, 2010. Вып. 39. – С.77-84. 4. Ивченко Т.Г. Расчет тепловых потоков и температур резания при точении с использованием смазочно-охлаждающих жидкостей. // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць.. – Краматорськ, ДДМА. вип.26, 2010.- С.90 -96.