

УДК 621.95

Петро Кривий, Володимир Кобельник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ЗМІНИ ПОДАЧІ ПРИ ВИХОДІ ІНСТРУМЕНТУ ІЗ ТІЛА ЗАГОТОВКИ В ПРОЦЕСІ СВЕРДЛІННЯ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ

Petro Kryvyy, Volodymyr Kobelnyk

DETERMINE THE NATURE OF FEED VARIATION IN THE TOOL EXIT FROM THE WORK PIECE BODY IN THE PROCESS OF THE THROUGH HOLES DRILLING

Проаналізовано результати існуючих вітчизняних і закордонних досліджень процесу свердління наскрізних отворів [1 - 3]. Встановлено, що з метою запобігання поломки свердла на етапі виходу інструменту із тіла заготовки рекомендовано величину подачі зменшувати.

Показано, що зменшення подачі при свердлінні по всій глибині отвору призводить до зниження ефективності обробки і зменшення величини задирок [4]. Відзначено, що з метою недопущення поломок свердла існує ряд технічних рішень, які забезпечують зменшення подачі тільки на етапі виходу інструменту із тіла заготовки.

Розглянуто відомі способи і пристрої для свердління отворів малого діаметру [5, 6], при яких подачу на етапі виходу інструмента із тіла заготовки рекомендують різко збільшувати і за рахунок цього забезпечувати зрізання утворюваних задирок.

Встановлено, що на даний час на питання про характер зміни подачі на етапі виходу інструменту із тіла заготовки немає одностайної відповіді.

Так як на даний час при свердлінні наскрізних отворів відсутні обґрунтовані рекомендації щодо кількісних величин зміни подачі в залежності від діаметра свердла, приведеної до шпинделя вертикально-свердлильного верстата жорсткості, фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу та визначення характеру зміни подачі на виході інструменту із тіла заготовки в процесі свердління наскрізних отворів є новими у розв'язанні такої проблеми.

Частково ця проблема розглянута Кривим П.Д. та Нагорняком С.Г. Але в їх роботах не враховується таке обмеження як пластична міцність матеріалу інструменту, не подано залежностей для визначення коефіцієнта співвідношення довжини робочої частини свердла до його діаметра, не уточнено діапазонів діаметрів свердла, в яких забезпечувався би певний характер зміни подачі.

Отримано залежності для визначення коефіцієнта співвідношення довжини робочої частини свердла до його діаметра, для свердла різних закордонних виробників.

Запропоновано розв'язання поставленої, безперечно, актуальної проблеми: провести з врахуванням ряду технічних обмежень, а саме: пластичної міцності матеріалу інструменту; стійкості свердла, як стержнів, які консольно закріплені одним кінцем, а іншим - шарнірно оперті на торець заготовки; міцності свердла з умови кручення та міцності деталей механізму подачі свердлильного верстата, що дасть можливість отримати залежності, які б обґрунтували характер зміни подачі при свердлінні наскрізних отворів. Це мало б стати основою для створення нових конструкторсько-технологічних рішень, які б реалізували отримані закономірності зміни подачі.

Як результат, вперше запропоновано математичну модель для визначення подачі при свердлінні наскрізних отворів як функцію $S=f(D)$. На основі розробленої математичної моделі отримана методика визначення діапазонів діаметрів свердла, в межах яких реалізується той чи інший характер зміни подачі.

Встановлено, що в залежності від діаметра свердла та приведеної до шпинделя жорсткості механізму подачі вертикально-свердлильного верстату на виході інструмента із тіла заготовки може мати місце різний характер зміни подачі, а саме: збільшення; її постійність або зменшення.

$$S = f(D) = \begin{cases} \left(\frac{\pi \cdot E \cdot I_{\min}}{C_p \cdot D^{x_p} \cdot HB^n \cdot \mu^2 \cdot l^2} \right)^y, & 0 < D \leq \left(\frac{1}{C_s} \cdot \left(\frac{\pi \cdot E \cdot I_{\min}}{C_p \cdot HB^n \cdot \mu^2 \cdot l^2} \right)^y \right)^{\frac{1}{z}} \\ C_s \cdot D^{x_s}, & \left(\frac{1}{C_s} \cdot \left(\frac{\pi \cdot E \cdot I_{\min}}{C_p \cdot HB^n \cdot \mu^2 \cdot l^2} \right)^y \right)^{\frac{1}{z}} \leq D \leq C_2^q \\ \left(\frac{0.4372 \cdot P \cdot D}{C_p \cdot D^{x_p} \cdot HB^n \cdot d \cdot \sin \varphi} \right)^y, & 0 < D \leq D_{\max} \\ \left(\frac{C_1}{D^{x_p}} \right)^y, & D \geq C_2^q \end{cases}$$

де $C_1 = P_{\text{mn}} / C_p \cdot HB^n$, $y = 1/y_p$, $z = x_s + y$, $C_2 = C_1^y / C_s$, C_s – коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на подачу; x_s – показник степеня, який враховує вплив діаметра свердла величину подачі; D – діаметр свердла, мм; C_p – коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу відповідно на величину осьового зусилля різання; x_p, y_p – показники степеня, які враховують вплив діаметра свердла та подачі на величину осьового зусилля різання; P_{mn} – допустиме зусилля механізму подач, Н; E – модуль пружності матеріала свердла, МПа; I_{\min} – мінімальний осьовий момент інерції (для свердла $I_{\min} \approx 0.0045 \cdot D^4$), мм⁴; HB – твердість оброблюваного матеріалу за Брінелем; μ – коефіцієнт приведеної довжини, для свердла, яке розглядається як стержень, який консольно закріплений одним кінцем, а іншим шарнірно опертий на торець заготовки, $\mu=0,7$; l – довжина виступаючої із свердлильного патрона (шпинделя) частини свердла (довжина консолі) $l = (1.15 \dots 1.2) \cdot k \cdot D - l_{\text{до}}$, тут $k = l_0 / D$, l_0 – довжина робочої частини свердла, мм; $l_{\text{до}}$ – величина врізання свердла в тіло оброблюваної заготовки, мм, $l_{\text{до}} = 0.5 \cdot D \cdot \text{ctg} \varphi$, φ – головний кут в плані.

У перспективі отримані результати можуть бути використані для визначення економічної ефективності при свердлінні наскрізних отворів для певних співвідношень діаметрів свердл і приведених жорсткостей вертикально-свердлильних верстатів.

Література

1. Зеленцов В.В. Влияние жесткости настольно-сверлильных станков на точность обработки отверстий. / В.В. Зеленцов. // "Металлорежущие станки". – К.: Техника, 1978, – №6. – С. 50 – 54.
2. Ertunc H.M., Loparo K.A. A Decision fusion algorithm for tool wear condition monitoring in Drilling / H.M. Ertunc, K.A. Loparo // International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2001, vol.41. – p. 1347 – 1362.
3. Гуревич Я.Л. Режимы резания труднообрабатываемых материалов. Справочник / Я.Л. Гуревич, М.В. Горохов. – М.: Машиностроение, 1986, – 240 с.
4. Прогрессивные технологические процессы в автостроении: Механическая обработка, сборка / Под ред. проф. С.М. Степашкина. – М.: Машиностроение, 1980. – 320 с.
5. Патент 55 – 162, Япония. Способ и устройство для сверления отверстий малого диаметра, 1980.
6. А.с. 975238 СССР, МКИ В23 В47/00. Устройство для сверления отверстий малого диаметра / Кузьмин М.И., Кривый П.Д., Сопрончук В.Н. (СССР). – № 3326065/25–08; заявл. 07.08.81; опубл. 28.11.82., Бюл. № 43.