

Лаппо І.М.

*кандидат технічних наук, старший викладач,
Чернігівський національний педагогічний університет
імені Т.Г. Шевченка*

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ ОТВОРІВ ОСЬОВИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Технологічний розвиток виробництва забезпечується підвищенням вимог до точності механічної обробки. Особливо важливою є задача підвищення точності чистової обробки отворів розвертуванням та зенкеруванням, якість яких в значній мірі визначає надійність роботи машин та механізмів. Значним резервом підвищення точності обробки отворів є температурні деформації елементів технологічної системи, на частку яких припадає до 50% сумарної похибки обробки отворів.

Для вирішення цієї проблеми були проведені комплексні дослідження робочих процесів в зоні різання під час чистової обробки отворів осьовим інструментом [1-3] з метою визначення нових методів обробки, які б дозволили забезпечити точність профілю отвору. Для усунення похибок використовувався осьовий інструмент з диференційованим розподілом зубів по колу з чергуванням зростаючих і убуваючих кутових кроків [4]. Такий розподіл зубів дозволив усунути огранку та овальність поперечного перерізу. Мінімальна величина кутових кроків визначалась із співвідношення

$$\Delta\Theta_{\min} \geq 2\pi / z^2,$$

а максимальна

$$\Delta\Theta_{\max} = \Delta\Theta_{\min} (z/2 - 1).$$

Значення кутових кроків для непарних зубів однієї половини поперечного перерізу розвертки визначалась залежністю

$$\Theta_k = \frac{\pi - \sum_{i=1}^{z/2} i\Delta\Theta_{\min}}{z/2} + (k+1) \cdot \Delta\Theta_{\min} / 2,$$

для парних зубів

$$\Theta_k = \frac{\pi + \sum_{i=1}^{z/2} i\Delta\Theta_{\min}}{z/2} - k \cdot \Delta\Theta_{\min} / 2,$$

де k – порядковий номер зуба.

Однак, при такій схемі різання на окремі зубці приходиться різна величина подачі, і як наслідок відбувається нерівномірний знос зубів, збільшення шорсткості поверхні та різна температура в зоні різання зубів. Для усунення цих недоліків була запропонована диференційована заточка зубів осьового інструменту по задній поверхні [5], при якій кожна i -а пара зубів, розташована в одній діаметральній площині, виконана зміщеною вздовж осі інструменту

відносно пари зубів (рис. 1), наступних за мінімальним кутовим кроком Θ_{\min} , на величину

$$\Delta S'_i = \frac{S_0}{2\pi} (\Theta_i - \Theta_{\min}),$$

де S_0 – подача, із збереженням форми зубів і основних кутів різання (рис. 1).

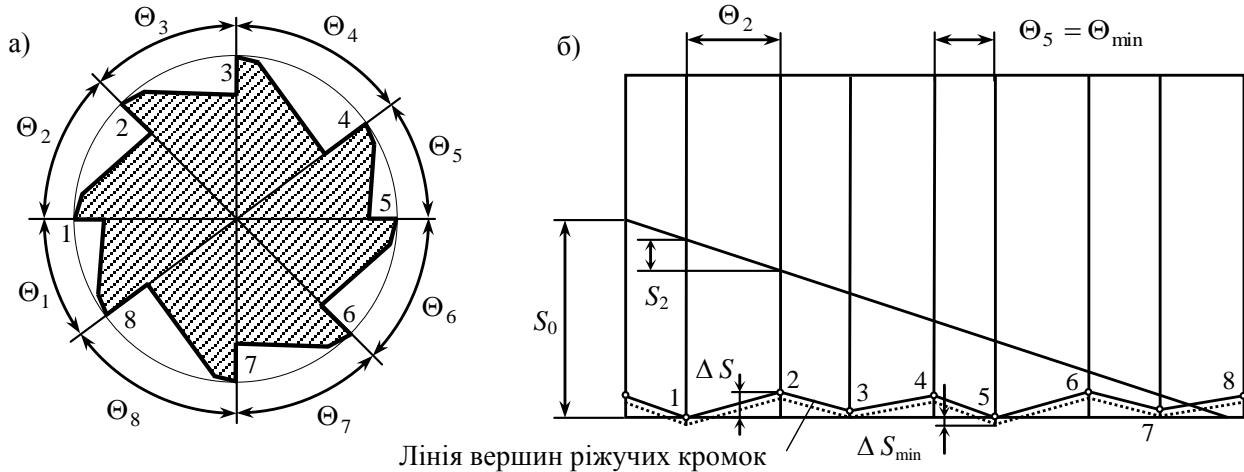


Рис. 1. Схема диференційної заточки розвертки з нерівномірним розподілом зубів: а) поперечний переріз; б) розвертка бічної поверхні [4]

При такому диференційному зміщенні зубів на кожен зуб розвертки приходить однакова подача, яка дорівнює $S_i = S_0 / z$.

Оскільки однією з причин похибки подовжнього профілю отвору є термопружні деформації інструменту й деталі в зоні різання, основним технічним рішенням підвищення точності обробки отвору, є зниження температури в зоні різання за рахунок зменшення тепловиділення при зниженні режимів різання. Тому для підвищення точності подовжнього профілю при розвертуванні була запропонована конструкція двоступеневої розвертки (рис. 2) та спосіб обробки, який дозволяв би мінімізувати тепловиділення на другому чистовому ступені.

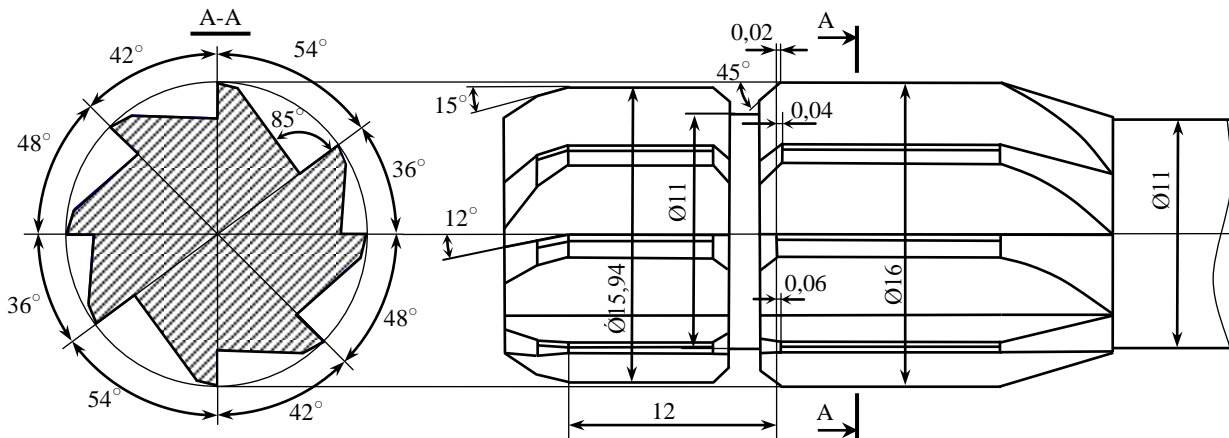


Рис. 2. Двоступенева розвертка з розділенням припуску й диференційованою заточкою зубів другого ступеня [5]

Виключення негативного впливу теплових джерел на першому ступені досягається за рахунок раціональної відстані між ступенями. Для зменшення

термопружних деформацій в зоні різання другого ступеня в m разів у порівнянні з аналогічними умовами обробки одномірною розверткою ця відстань повинна дорівнювати

$$l = \sqrt{\frac{240\omega h}{Sn} \ln\left(\frac{mt - k\rho(m + 0,5)}{t - k\rho(1 + 0,5m)}\right)},$$

де h – глибина отвору.

В результаті дослідження теплових процесів в зоні різання під час чистової обробки отворів було встановлено [1-3], що основною причиною похибки профілю на початку отвору є температурні деформації інструменту, а в кінці отвору – температурні деформації деталі в зоні різання. Це пов'язано з тим, що характер розвитку термопружних деформацій інструменту й деталі по глибині отвору суттєво відрізняється. Оскільки величина температурних деформацій деталі в кінці отвору значно менше залежить від інтенсивності тепловиділення, ніж температурні деформації інструменту, і як наслідок, від параметрів режимів різання, видалення додаткового шару матеріалу на початку й в кінці отвору можливо за рахунок більш інтенсивного нагрівання та температурного деформування інструменту.

Запропоновані способи обробки отворів осьовим інструментом, засновані на керуванні різними параметрами робочих процесів в зоні різання під час зміни режимів різання, показали перспективність у вирішенні задачі підвищення точності механічної обробки.

Список використаних джерел:

1. Татьяначенко А. Г. Влияние термоупругих деформаций на точность продольного профиля отверстия при чистовой лезвийной обработке // Наукові праці Донецького технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. Вип. 110. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – С. 42-48.
2. Татьяначенко А. Г. Особенности развития тепловых процессов при чистовой обработке отверстий комбинированным осевым инструментом / А. Г. Татьяначенко, И. Н. Лаппо // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь. – 2013. – Вип. 140/213. – С. 178-183.
3. Татьяначенко А. Г. Взаимное влияние тепловых потоков на температурное состояние при обработке отверстий комбинированным осевым инструментом / А. Г. Татьяначенко, И. Н. Лаппо // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Машинобудування і машинознавство». Всеукраїнський науковий збірник. – Донецьк. – 2014. – № 1(11). – С. 116-125.
4. А.С. СССР № 749582 кл. В 23 D 77/02, 1979 г. опубл. 23.07.80. № 27.
5. А.С. № 37588А МКИ 6 В23D77/00. Розвертка / Татьяначенко О. Г., Малишко І. О., Дядюшек В. В.; Опубл. 15.05.2001. Бюл. № 4.