

Конструктивни условия за приложение на инструменти с периодично радиално подаване при обработване на отвори с малки диаметри

Веселин Григоров

Abstract: *The design conditions for performing surface plastic deformation of holes with small diameters when using cutting tools with periodic radial feed have been analyzed. An improved design solution of a cutting tool with periodic radial feed has been substantiated. The parallelism of the walls of the separator grooves of the cutting tool is combined with the use of a removable external fastener.*

Key words: surface plastic deformation

ВЪВЕДЕНИЕ

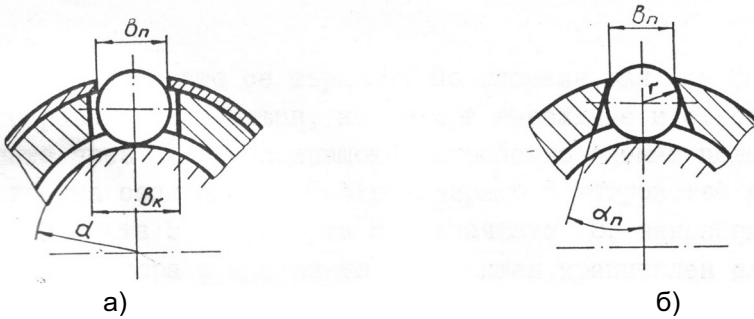
Използването на конусни деформиращи ролки при обработването на отвори е свързано с проблеми за съотношение на големия диаметър на ролката и съответния диаметър на опорната повърхнина, по който тя се търкаля, а също и за допустим минимален диаметър на ролката. Тези проблеми имат съществено значение при обработването на отвори с малки диаметри. При дължини на отворите, които ги изключват от групата на късите, най-често се търси конструктивно решение, основано на малък ъгъл при върха на конусните повърхнини. Това обаче се свързва с друг проблем – заклиняване на ролките с обработваната повърхнина, което затруднява тяхното извеждане от отвора.

Алтернативно решение на посочените проблеми е използването на цилиндрични деформиращи ролки в инструменти с прекъснато действие каквито са тези с периодично радиално подаване. Обработването на отвори с малки диаметри обаче налага определени ограничителни условия свързани с минимален диаметър на деформиращите ролки и алтернативно конструктивно оформление на техните гнезда в сепаратора [1].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Устройството и действието на инструментите с периодично радиално подаване се основава на взаимодействие на конструктивните им елементи, при което трикционните контакти помежду им имат съществено значение. Така например, взаимодействието между деформиращите ролки и опорния вал се осъществява в условия на триене при търкаляне, а контактът между деформиращите ролки и техния сепаратор – в условията на триене при плъзгане. Тези особености са предпоставка за съответни ограничителни условия, които осигуряват работоспособността на инструментите.

Предлаганите в литературата варианти на форма на гнездата за поместване на ролките в сепаратора се свеждат до два [1, 2, 3] – фиг.1. При първия вариант успоредността на стените на прорезите налага използването на външни крепителни елементи, а при втория задържащата функция на сепаратора се осигурява чрез скосяване стените на прорезите. Приложението на първия вариант е затруднено при малки диаметри на деформиращите ролки, тъй като намалената дебелина на стената на сепаратора не позволява надеждното фиксиране на поддържащите елементи. Вторият вариант се утвърждава като по-технологичен [1], но и в този случай са налице ограничителни условия, произтичащи от следните съображения:



Фиг.1.Оформление на гнездата за цилиндрични ролки:
а)с външен крепителен елемент; б)със скосени стени на прореза

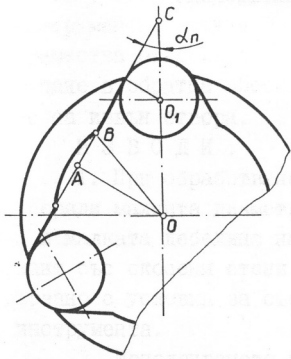
- необходимо е $2\alpha_n$ (α_n е ъгъл на скосяването на стените на прореза) да бъде по-голям от ъгъла на заклинването α_s , тъй като в противен случай е възможно самозклинване на ролките в прореза, което би затруднило безпрепятственото въвеждане на инструмента в обработвания отвор;

- ъгълът на скосяването на стените α_n не може да бъде произволно голям, тъй като неговото увеличаване съдържа възможността от засичане на две разнородни стени на два съседни прореза.

Второто съображение е особено актуално за обработването на отвори със сравнително малки диаметри, респективно и малки диаметри на деформиращите ролки, тъй като в този случай увеличената кривина на стената на сепаратора създава благоприятни условия за засичане на стените на съседните прорези.

Допълнителен аргумент за ограничаване големината на ъгъла α_n при обработването на отвори с малки диаметри е и обстоятелството, че при увеличаването на този ъгъл се създават неблагоприятни условия за скосяване на стените и възникващите при това еластични или пластични деформации могат да компрометират точността на формата на прорезите.

Условието за недопускане на засичане между стените на прорезите, изразено чрез геометричните параметри на инструмента, е определено при разглеждане на триъгълниците ОАС и ОАВ, представени на фиг.2. От посочените триъгълници е изразим ъгъл BOC_1 , при което



Фиг.2

$$\frac{\pi}{2} - \alpha_n - ar \cos \frac{\left(\frac{d}{2} + r\right) \cdot \sin \alpha_n + r}{\frac{d}{2} + a} < \frac{\pi}{n}, \quad (1)$$

където r е радиусът на деформиращата ролка;

d – диаметърът на опорния вал;

a – хлабината между сепаратора и опорния вал;

n – броят на деформиращите ролки.

След преобразуване на 5.1 с отчитане на обстоятелството, че максималната

допустима стойност на α_n е определена от квадратно уравнение, в което неизвестната величина е $tg\alpha_n$ или

$$\frac{\frac{d}{2}}{\left(\frac{d}{2}+a\right)} \approx 1 \quad \alpha_n \leq \arctg \frac{\left(1 - \cos \frac{\pi}{n} - \frac{2r}{d+2a}\right) \cdot \sin \frac{\pi}{n} \pm \frac{2r}{d+2a} \cdot \sqrt{\frac{4r}{d+2a} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{n}\right)}}{\left(1 - \cos \frac{\pi}{n}\right) \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{n} + \frac{4r}{d+2a}\right)} \quad (2)$$

Невъзможността за използване на скосени стени на прореза в сепаратора се определя от случая, когато максималната стойност на α_n от неравенство 2 е по-малка от половината на α_3 . Тогава

$$2 \arctg \frac{\left(1 - \cos \frac{\pi}{n} - \frac{2r}{d+2a}\right) \cdot \sin \frac{\pi}{n} \pm \frac{2r}{d+2a} \cdot \sqrt{\frac{4r}{d+2a} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{n}\right)}}{\left(1 - \cos \frac{\pi}{n}\right) \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{n} + \frac{4r}{d+2a}\right)} \leq \alpha_3, \quad (3)$$

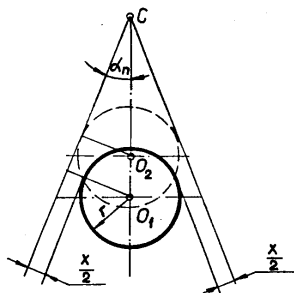
Зависимост 3 представя ограничително условие за комбинация на конструктивните параметри на инструмента за ППД с периодично радиално подаване, което трябва да има съвместимост и с равенството

$$\frac{d}{2} + 2r = \frac{D+C}{2}, \quad (4)$$

където D е диаметърът на обработвания отвор;

C – стегнатостта, с която се осъществява обработването (при четен брой на деформиращите елементи тя е равна на удвоената стойност на височината на сегмента над равнинния участък на опорния вал).

Освен ъгълът на скосяване на стените на прореза важно значение има и неговата широчина. При това най-тясната част на прореза не трябва да надвишава диаметъра на деформиращата ролка. Спазването на това условие се определя от зависимостта, съгласно геометричното построение на фиг.3



Фиг.3

$$\frac{X}{2 \sin \alpha_n} + r \cdot \sin \alpha_n < r - b, \quad (5)$$

където $\frac{X}{2}$ е едностранната хлабина между деформиращите ролки и стените на прореза в сепаратора при неработно състояние;

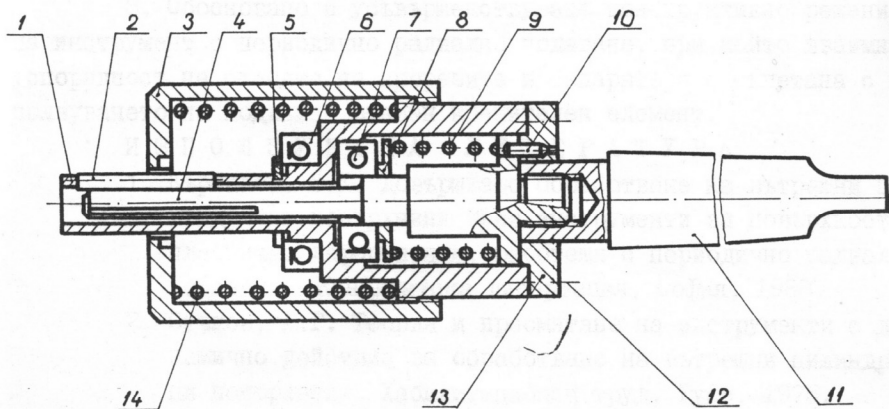
b – хлабината между сепаратора и обработвания отвор.

След преобразуване на неравенство 5.5, условието за реализация на задържащата функция на сепаратора при скосени стени на прорезите му има вида

$$r > \frac{\frac{X}{2} + b \cdot \sin \alpha_n}{\sin \alpha_n \cdot (1 - \sin \alpha_n)}. \quad (6)$$

Използването на зависимостите 3, 4 и 6 е необходимо да отчита обстоятелството, че при обработване на отвори с малки диаметри величините a и b се изменят в границите от 0.5 до 1 mm. Гарантираната хлабина между ролките и стените на прорезите трябва да компенсира грешките от размерите, формата и взаимното положение на повърхнините на опорния вал и на сепаратора, при което е подходящо стойността на X да се избира в интервала от 0.2 до 0.5 mm.

Когато за подбрана комбинация от геометрични параметри на инструмента с



Фиг.4 Инструмент с периодично радиално подаване и подвижен крепителен елемент на цилиндричните деформиращи ролки

периодично радиално подаване и технологични условия за ползването му (зададена стегнатост) се установи, че не съответства на изискванията на зависимостите 3 и 6, съществува основанието за отказ от варианта със скосени стени на гнездата в сепаратора. В този случай конструктивно и технологично е оправдан вариантът с успоредни стени на съответния прорез, при което е подходящо прилагането на ново решение за ползване на външен подвижен крепителен елемент. Типов вариант на такова решение, съобразено с условията за обработване на отвори с малки диаметри е показано на фиг.4.

Устройството на инструмента включва сепаратор 1, в гнездата на който са поместени цилиндрични деформиращи ролки 2, осигурени против изпадане от кожух 3. Ролките се търкалят по опорен вал 4 с формирани върху него равнинни участъци, които, при въвеждане и отвеждане на инструмента в и от обработвания отвор, чрез синхронизиращо устройство заемат положение срещу прорезите в сепаратора. Синхронизиращото устройство включва лагер 7, пружина 9, тарелка 8, капачка 13, закрепена с винтове 12 към сепаратора и щифтове 10. Външен крепителен елемент е кожуха 3, който е включен към устройството на инструмента чрез пръстен 5, лагер 6 и пружина 14. Присъединяването на инструмента към вретеното на машината се осъществява посредством опашка 11. Действието на инструмента съвпада принципно с описаните конструкции на инструменти с периодично радиално подаване като единствената особеност е тази, че при въвеждане на инструмента, кожухът 3, опирайки в челото на обработвания отвор свива пружината 14 и се премества към капачката 13 на синхронизиращото устройство. При извеждане на инструмента, под действие на пружината 14, кожухът се премества в обратна посока така, че винаги обхваща ролките, когато те са извън отвора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При обработване на отвори с малки диаметри, поради малките диаметри на деформиращите ролки, голямата кривина и малката дебелина на стената на сепаратора, използването на вариант със скосени стени на гнездата за поместване на ролките е обвързано с условия за съотношение между геометричните параметри на инструмента.

Обосновано е усъвършенствано конструктивно решение на инструмент с периодично радиално подаване, при който успоредността на стените на прорезите в сепаратора е съчетана с ползването на подвижен външен крепителен елемент.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кършаков, М.К. Довършващо обработване на вътрешни цилиндрични повърхнини чрез инструменти за ППД, работещи с периодично радиално подаване. Дисертация, София., 1988

[2] Сакакушев, Б.Б. Обработване на цилиндрични отвори с малки диаметри чрез ППД, посредством инструменти, работещи с радиално подаване. Дисертация, София., 2002

[3] Сучков, А.Г., В.С. Костадинов, М.К. Кършаков, В. И. Григоров. Инструменти за повърхностно пластично деформиране на ротационни повърхнини в отвори. СУ – Русе, 2002. с.176

За контакти:

Доц. д-р Веселин Григоров, Катедра "ТММРМ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 508, e-mail: vgrigorov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран