

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГРАНИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ ОБРАБОТКА НА ОТВОРИ

RESEARCH OF THE LIMIT PROCESSES IN MACHINING OF HOLES

доц. д-р инж. Евстати Лефтеров, ас. д-р инж. Тания Аврамова
 Assoc. Prof. Dr. Eng. Evstati Lefterov, Assist. PhD. Eng. Eng. Tanya Avramova
 Технически университет – Варна
 Technical University of Varna

lefterov@tu-varna.bg, tanya_avramova@tu-varna.bg

Abstract: In the article are researched combined tools for drilling (or boring) and smoothing holes. The behavior of equivalent cutting force at cut in and exit of the work surface, changing the diameter of the hole and quality after passing the smoothing elements are analyzed.

It is also analyzed the effect of the cutting conditions on the aforementioned parameters.

Keywords: COMBINED TOOLS FOR DRILLING, SMOOTHING OF HOLES, CUTTING FORCE

1. Въведение

При обработка на отвори с инструменти, имащи две направляващи, които служат за опори и контактуващи посредством триене чрез плъзгане [1], се наблюдават изменения в качеството на обработваната повърхнина.

Тези изменения се изразяват в следното [3]:

- Отклонение в размера на обработвания отвор;
- Промяна в грапавостта в участъците на връзване и излизане на свредлото от заготовката;

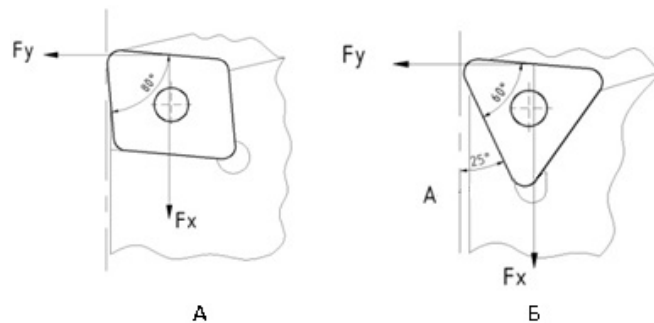
Целта на разработката е да се открият и анализират причините за възникване на изброените проблеми, както и да се предложат мерки за отстраняването им.

2. Постановка на провежданите изследвания

За анализиране на процесите на връзване и излизане на инструмента от обработвания отвор е избран случай на разширяване на отвори при инструмент с две направляващи. Режещата част може да бъде изпълнена със стандартни

сменяеми пластини с триъгълна или ромбoidна форма (тип ССМТ и СРМТ), с дължина на режещия ръб 6 mm и 9 mm (фиг.1) [5].

Изследванията са проведени при обработка на детайли от стомана S355 с диаметър D=40 mm.



Фиг. 1 Разположение на режещите пластини в тялото на инструмента и направление на съставляващите силата на рязане а – ромбoidна форма; б – триъгълна форма

Таблица 1: Схеми на натоварване на инструмент при разстъргване

I Вариант - Една пластина периферно разположена	Уравнения за равновесие - вариант I
	$R_x = -F_{x3}$ $R_y = F_{y3}$ $R_z = F_{z3}$ $M_x = -F_{z3} \cdot a_3$ $M_y = F_{z3} \cdot a_{y3}$ $M_z = -F_{x3} \cdot a_3 - F_{y3} \cdot a_{y3}$
II Вариант - Две пластини периферно разположени	Уравнения за равновесие – вариант II
	$R_x = -F_{x1} - F_{x3}$ $R_y = -F_{y1} + F_{y3}$ $R_z = -F_{z1} + F_{z3}$ $M_x = -F_{z1} \cdot a_1 - F_{z3} \cdot a_3$ $M_y = -F_{z1} \cdot a_{y1} + F_{z3} \cdot a_{y3}$ $M_z = F_{x1} \cdot a_1 + F_{y1} \cdot a_{y1} - F_{x3} \cdot a_3 - F_{y3} \cdot a_{y3}$

В табл.1 са показани схемите на натоварване и условията за равновесие на конструкцията. Възможните конструктивни варианти се разглеждат въз основа на различни стойности на ъглите на взаимно разположение на режещите пластини ψ за вариант 2 (табл.1) и ъглите δ_1 и δ_2 , определящи положението на направляващите елементи [2].

Проведени са аналитични изследвания при условие на връзване от 1 до 6 mm активна част на режещия ръб (за вариант 1 от табл.1), подаване $s=0,1$ mm/rev, коефициент на триене $\mu=0,15$ и установъчен ъгъл $\kappa_r=87^\circ$.

Получените резултати са посочени в табл.2.

Таблица 2: Резултати от аналитично изследвания при връзване на определена дължина на активната част на режещия ръб на пластината

l, mm	1	2	3	4	5	6
F_x , N	428	542	650	753	851	943
F_y , N	168	301	424	537	640	733
F_z , N	533	824	1108	1383	1652	1913
δ_1/δ_2 , °	180/270					
F_1 , N	243	415	577	728	868	998
F_2 , N	546	850	1145	1432	1710	1979

Анализирайки получените резултати, се оказва, че силите F_1 и F_2 , действащи в направляващите се различават съществено. Това съществено нарушава работата на инструмента. До голяма степен това може да се компенсира ако тези сили биха били еднакви по стойност.

При определени условия това се постига при различни стойности на ъглите δ_1 и δ_2 . Резултатите в този случай са показани в табл.3.

Таблица 3: Резултати от аналитично изследвания при връзване на определена дължина на активната част на режещия ръб на пластината при различни стойности за ъглите δ_1 и δ_2

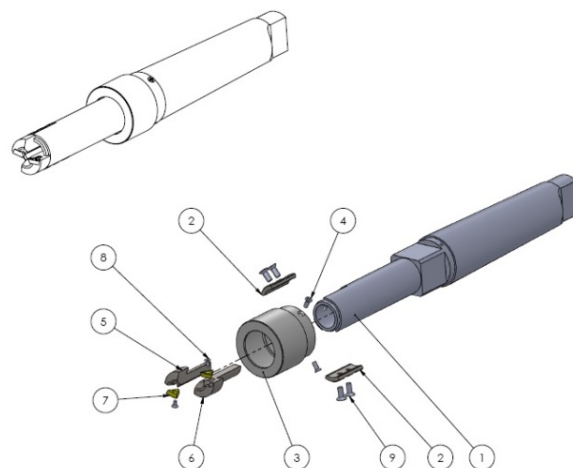
l, mm	1	2	3	4	5	6
δ_1/δ_2 , °	180/320					
F_1 , N	835	1323	1794	2247	2682	3100
F_2 , N	850	1323	1782	2228	2660	3078
δ_1/δ_2 , °	180/310					
F_1 , N	-	1055	1434	-	2145	2478
F_2 , N	-	1110	1495	-	2242	2583
δ_1/δ_2 , °	180/300					
F_1 , N	-	-	-	-	1747	-
F_2 , N	-	-	-	-	1974	-

В табл.3 са посочени само вариантите, при които силите F_1 и F_2 са приблизително еднакви и при които няма нарушаване на работата на инструмента.

Силите, действащи в направляващите при разглежданите конструктивни варианти са по-големи по стойност, но сравнително еднакви. Този подход позволява значително по-добра работа на инструмента, но не обяснява напълно причината за разликата в размера на диаметъра в преходния момент на връзване и излизане на инструмента. Предполага се, че това се дължи на момента, в който направляващите са все още извън контакт с обработвания отвор, тъй като при обработката не се използва кондукторна втулка. За да се изследва този момент, е необходимо да се направи измерване на силите на рязане, действащи радиално на инструмента преди навлизането на направляващите пластини.

3. Експериментални изследвания

Използва се динамометричен инструмент създаден на базата на конструкцията [4] показана на фиг.2.



Фиг. 2 Динамометричен инструмент

1 – тяло; 2 – направляваща пластина; 3 – кожух; 4 – винт; 5 – модул за междинна пластина; 6 – модул за периферна пластина; 7 – режеща пластина; 8 – винт; 9 – винт

Показаният инструмент позволява да се променят ъглите δ_1 и δ_2 между направляващите пластини и да се фиксират в съответното положение [2]. При премахване на междинен модул 5 и използване на подходяща заготовка могат да се проверят радиалните съставляващи на силата на рязане, действаща на режещите пластини, огъваща тялото на инструмента и променяща диаметъра на отвора при връзване до пълната активна дължина на режещия ръб l. Максималната му дължина е 5 mm и отговаря на прибавката за отнемане.

Съставляващите F_{rz} и F_{ry} и сумарната деформация W_{yz} са показани в табл.4

Таблица 4: Резултати за съставляващите F_{rz} и F_{ry} и сумарната деформация W_{yz} в зависимост от дължината на активния режещ ръб

l, mm	1	2	3	4	5	6
F_{rz} , N	170	310	430	540	635	730
F_{ry} , N	550	818	1100	1375	1648	1900
W_{yz} , mm	0,001	0,012	0,018	0,021	0,031	0,036

Сложността на измерването се състои в малкия моментен участък, след който в работа се включват направляващите и заглаждащи елементи (позиция 2 от фиг.2).

Този участък е приблизително 1 mm и при него диаметъра на получавания отвор се получава по-голям с 0,072 mm, като за различни стомани този параметър е различен.

При излизане този ефект се наблюдава, но е в посока на намаляване на диаметъра на отвора. Излизащите направляващи заличават напълно този недостатък.

4. Изводи

1. В процеса на врязване по дължината на отвора приблизително 1 mm се получава увеличаване на диаметъра от 40 до 40,072 mm, което може да се избегне само с използване на кондукторно приспособление.

2. Причината за този недостатък е деформацията на тялото на инструмента под действието на силите F_z и F_{yz} (табл.4).

3. Практически при работа с инструмент с една режеща пластина (табл.1, вариант 1) нормална работа се гарантира при снемане на прибавка до 3 mm, тъй като силите F_1 и F_2 в направляващите са по-големи от 2200 N и правят невъзможно осигуряването на хидродинамичното мазане в контакта на направляващите със стените на обработвания отвор.

4. При използването на разстъргващ инструмент с две режещи пластини (табл.1, вариант 2) силите F_1 и F_2 достигат максимум 900 N при $\delta_1=177^\circ$ и $\delta_2=332^\circ$, но постиганата грапавост $Ra=1,2 \mu m$ е незадоволителна за детайли използвани в хидравлични съоръжения.

5. Посоченият в извод 4 недостатък се премахва посредством конструктивни варианти изградени чрез промяна на ъгъла между режещите пластини ψ и постигане на натоварване $F_1 \approx F_2 = 1500 N$.

Литература

1. Аврамова Т.Г., „Избор на направляващи елементи на инструменти за обработка на отвори с последователно въздействие”, сп. „МТТ“, кн. 1, издание ТО на НТС – Варна и ТУ- Варна, 2012 г., ISSN 1312 – 0859, стр. 55-58

2. Аврамова Т., Управление на параметрите на качеството на обработени повърхнини, посредством приложение на комбинирани технологични въздействия, Автореферат на дисертация за получаване на образователна и научна степен „Доктор“, Варна, 2014, стр.40

3. Лефтеров Е.Л., Аврамова Т.Г., Заглаждане посредством триене при плъзгане чрез инструмент с два твърди и един подвижен елемент, III International Scientific Technical Conference, vol. 3 Mechanics, Dynamics, Strength and Reliability. Analysis of Elements, Issue 6, 2015, ISSN 1310-3946, p.33-35

4. Лефтеров Е., Аврамова Т., Комбиниран инструмент за обработка на отвори, Полезен модел, Република България, № BG 1913 U1, 01.07.2014

5. Лефтеров Е.Л., Аврамова Т.Г., „Подход за формиране на диаметъра на многоръбови пробивни инструменти”, сп. „МТТ“ кн. 1, издание ТО на НТС–Варна и ТУ- Варна, 2012 г., ISSN 1312 – 0859, стр.20-24