

Изследване силите на рязане при струговане с малки установъчни ъгли

Павел Петров

Research of the cutting forces with turning with small tool cutting edge angles: In the paper it is described the experimental research for determination of the cutting regime elements over the components of the cutting force with turning of the carbon steel iron by carbide cutting inserts with small tool cutting edge angles.

Key words: cutting forces, depth, feed and cutting rate, cutting inserts, small tool cutting edge angles.

ВЪВЕДЕНИЕ

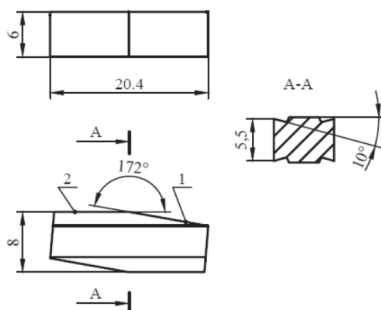
При обработването на повърхнини с високи изисквания за качество, се избират режещи елементи с подходяща геометрия по отношение на установъчните ъгли. С намаляване на главния установъчен ъгъл κ_r намалява дебелината и се увеличава широчината на стружките, което благоприятства увличането им от мажещо-охлаждащата течност (МОТ) и отстраняване от зоната на рязане веднага след отделянето. С намаляване на спомагателния установъчен ъгъл κ'_r намалява геометричната грапавост, формирана като следа от обработването [4].

В качеството на режещи елементи, се използват твърдосплавни пластини с малки установъчни ъгли с праволинейни режещи ръбове, работещи в условията на получисто или чисто струговане. Подобна геометрия на пластините води до промяна на големината и съотношението на компонентите на силите на рязане при струговане [1].

Доказаната необходимост да се използват малки установъчни ъгли, създаващи възможност за разстъргване при големи подавания затруднява изчисляването на силите на рязане. Съществуващите в справочната литература емпирични данни се отнасят за сравнително големи стойности на установъчните ъгли при праволинейни режещи ръбове и използването им за пресмятане не дава достоверни резултати [2].

ИЗЛОЖЕНИЕ

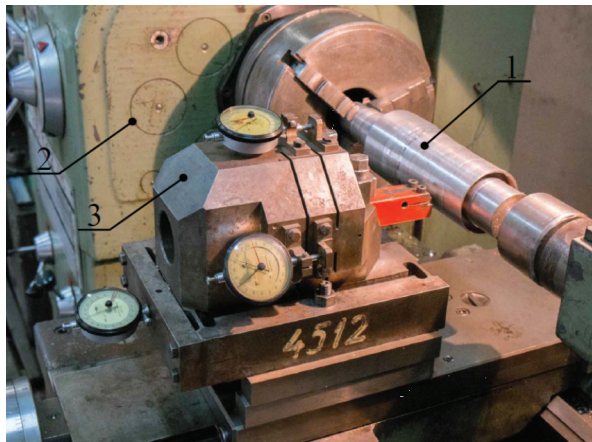
Целта на изследването е получаването на зависимости за достоверно изчисляване на силите на рязане при произволна комбинация от стойности на елементите на режима на рязане, избрани от диапазони, осигуряващи висока производителност и работоспособност на режещите елементи при разстъргване на конструкционни стомани с помощта на твърдосплавни пластини, имащи специална геометрия.



Фиг. 1. Сменяема твърдосплавна пластина: тип WN25
1-главен режещ ръб; 2-спомагателен режещ ръб.

Режеща пластина, притежаваща такава геометрия се произвежда от немската фирма ECOROLL и е създадена специално за разстъргващи инструменти. Формата и размерите ѝ са показани на фиг.1. Тя е двустранна, за четирикратна употреба.

Изследването е експериментално, при което силите на рязане се определят чрез опити. Опитните образци са тръбни заготовки от стомана 45, с външен диаметър 120mm, дебелина на стената 11mm и дължина 250mm. За да се опрости измерването на силите на рязане, на обработване са подложени външните повърхнини на образците. Те се установяват в патронник и център на универсален струг като за целта се поставят чрез неподвижна сглобка върху цилиндричен дорник. Преди започване на опитите радиалното биене на външните повърхнини се отстранява чрез грубо и чисто струговане [3].



Фиг.2. Опитна установка:

1 – опитен образец; 2 – универсален струг; 3 – динамометър.

Опитната установка е показана на фиг.2. Тя е изградена на базата на универсален струг CU502. За измерване силите на рязане служи трикомпонентен динамометър, снабден с индикаторни часовници със стойност на едно деление 0,001mm. Динамометърът се установява на мястото на кръстатия супорт и притежава възможност за извършване на всички движения, които има ножодържача на машината.

Динамометърът се подлага на тариране по направление на трите компоненти на силите на рязане: F_f – осова сила, F_p – радиална сила, F_c – тангенциална сила. За целта се използва специална натоварваща рамка и имитиращ нож, чийто излет е съобразен с излета на режещия нож. Натоварването е извършено при работно положение на имитиращия нож като натоварващата рамка е установена между центри.

Чрез установяване на режещата пластина в призматично тяло се осигуряват следните геометрични параметри: главен заден ъгъл $\alpha_0 = 10^\circ$; главен преден ъгъл $\gamma_0 = 0^\circ$; ъгъл на наклона на главния режещ ръб е $\lambda_s = 0^\circ$; главен установъчен ъгъла $\kappa_f = 7^\circ$; спомагателен установъчен ъгъл $\kappa'_f = 1^\circ$.

За постигане целта на експеримента са проведени последователно опити с 5 нарастващи стойности на всеки от трите елементи на режима на рязане (дълбочина на рязане a_p , подаване f и скорост на рязане V_c), при което останалите два заемат средните стойности от интервалите на вариране. Всички опити са извършени с

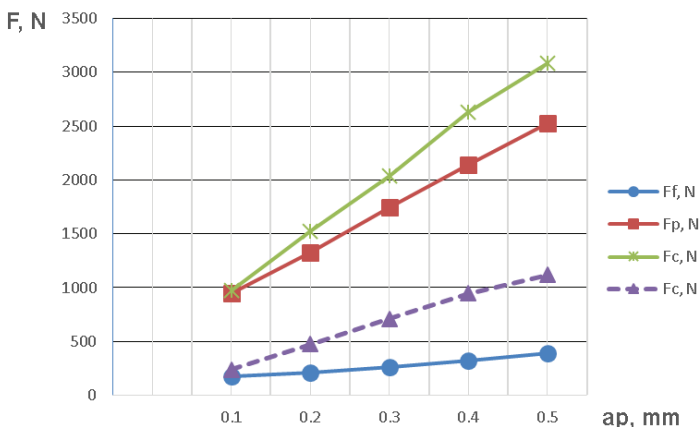
трикратно повторение без използване на МОТ. При всеки опит се отчитат и трите компоненти на силата на рязане. За определяне на действителните дълбочини на рязане, се използва микрометър за измерване диаметрите на обработваната и обработената повърхнини.

Конкретните стойности на елементите на режима на рязане за отделните опити и средните стойности на измерените сили на рязане (осова F_f , радиална F_p и тангенциална F_c) са показани в таблица 1. В нея са дадени и стойностите на онези два параметъра, които остават неизменни за всяка от трите серии опити.

Табл.1. Средни стойности на силите на рязане при нарастване на a_p , f , V_c

Дълбочина на рязане, a_p					Подаване, f				Скорост на рязане, V_c			
№	a_p , mm	F_f , daN	F_p , daN	F_c , daN	f , mm/rev	F_f , daN	F_p , daN	F_c , daN	V_c , m/min	F_f , daN	F_p , daN	F_c , daN
1	0,1	17,7	95	97	1	22,7	132,7	159,3	22,4	42	222	312
2	0,2	21	133	152,6	1,5	26	151,7	204	32,2	40	200	300
3	0,3	26	175	204	2	45,7	251	331	44,8	28	177	256
4	0,4	32	214	263,3	2,4	46,7	263	354	65,6	24,5	164	231
5	0,5	38,7	253	308,3	3	47,7	340,7	410	89,5	21	145	200
при $V_c=45\text{m/min}$; $f=1,5\text{mm/rev}$;					при $V_c=45\text{m/min}$; $a_p=0,3\text{mm}$;				при $a_p=0,3\text{mm}$; $f=2\text{mm/rev}$			

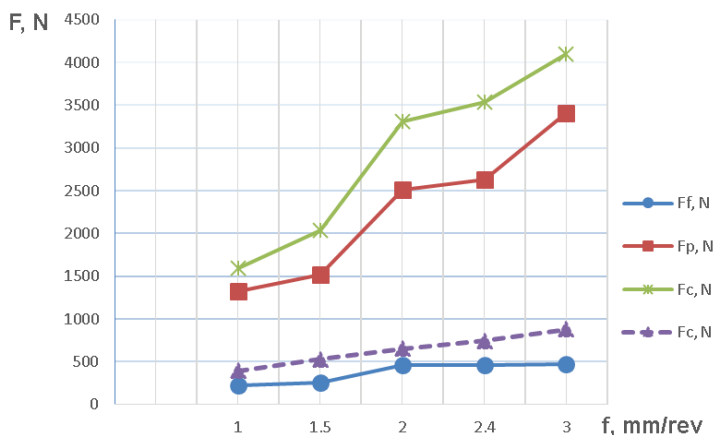
Въз основа на табличните резултати са построени графично зависимостите между компонентите на силата на рязане и елементите на режима на рязане, показани на фигури 3, 4 и 5. На всяка от тях са показани и стойностите на тангенциалната (главната) сила на рязане F_c (с прекъснатата линия), изчислени въз основа на съществуващите емпирични зависимости и справочни данни [2]. Освен това резултатите са обработени с помощта на софтуер за статистическа обработка Statgraphics Centurion XV и са получени адекватни, еднофакторни, линейни зависимости, дадени в табл.2.



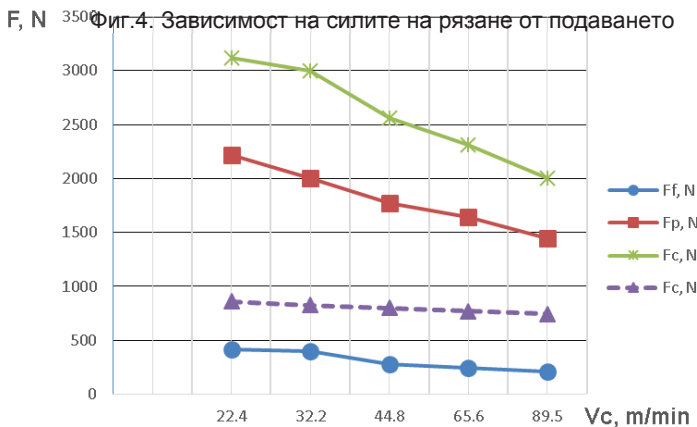
Фиг.3. Зависимост на силите на рязане от дълбочината на рязане

Анализът на резултатите от изследването показва, че влиянието на елементите на режима на рязане върху компонентите на силата на рязане запазва характера си и при използването на режещи пластини с много малки установъчни ъгли. Тангенциалната сила на рязане F_c има най-големи стойности, а осовата сила F_f най-малки.

Очевидно е, че изчислените стойности на силите на рязане са значително по-малки от получените чрез опити (за силата F_c -около 4 пъти), което потвърждава актуалността на настоящото изследване.



Фиг.4. Зависимост на силите на рязане от подаването



Фиг.5. Зависимост на силите на рязане от скоростта на рязане

Табл.2. Зависимости между силите на рязане и елементите на режима на рязане

Елементи на режима на рязане (фактори)		
Дълбочина на рязане a_p, mm	Подаване $f, mm/rev$	Скорост на рязане $V_c, m/min$
Сили на рязане (функции), N		
$F_f = 112 + 530.a_p$	$F_f = 185.f$	$F_f = 4764 - 32,5.V_c$
$F_p = 549 + 3970.a_p$	$F_p = 1143.f$	$F_p = 2366 - 11.V_c$
$F_c = 450 + 5333.a_p$	$F_c = 1457.f$	$F_c = 3464 - 17.V_c$

Характерна особеност тук е сравнително близките стойности на тангенциалната и радиалната сили на рязане, което се дължи на малките установъчни ъгли, от където дължината на контактите на главния и на спомагателния режещи ръбове с материала на заготовката са твърде големи и близки по стойности. На това се дължи и много по-малките стойности на осовата сила на рязане. При така получените резултати може да се приеме, че при такава геометрия на режещата пластина зависимостта на осовата сила от елементите на режима на рязане е пренебрежима.

Потвърждава се и известното от множество изследвания влияние на скоростта на рязане, изразяващо се в намаляване на силите на рязане с нарастването ѝ.

Установява се сравнително слаба интензивност на това влияние. Освен това стойностите на силите на рязане в режим на чисто струговане са няколкократно по-големи от тези получени по съществуващите справочни данни, което налага съставянето на други зависимости при допълването на справочната литература.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от изследването позволяват да се заключи, че при струговане с малки установъчни ъгли съотношението между компонентите на силите на рязане запазва известния от практиката характер, но тангенциалната и радиалната компоненти са сравнително близки по големина, а осовата компонента се влияе слабо от елементите на режима на рязане.

Потвърждава се линейният характер на зависимостта и на трите компоненти на силата на рязане от дълбочината на рязане и нелинейната им зависимост от останалите два елемента на режима на рязане – подаване и скорост на рязане.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кършаков М.К., Н.А.Георгиева Сили на рязане при разстъргване на отвори с двуножови блокове, „Механика на машините”, кн.1, Варна, 2005.
- [2] Пашов С.К. и др. Справочник на технолога по механична обработка, т.2, Техника, София, 1990.
- [3] Петров П.П. Комбинирано обработване на дълбоки отвори чрез рязане и повърхностно пластично деформиране. Дисертация, Русе, септември, 2015.
- [4] Петров П.П., М.Кършаков. Възможности за повишаване на производителността при комбинирано обработване на отвори чрез рязане и повърхностно пластично деформиране. Научни трудове, РУ „А.Кънчев”, Русе, 2014, брой 53.

За контакти:

ас. д-р Павел Петров, Катедра “Техническа механика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 474. e-mail: ppetrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.