

## Особености на размерообразуването при комбинирани инструменти за повърхностно пластично деформиране

доц. д.т.н. В.С.Костадинов, РУ „Ангел Кънчев” Русе

**Анотация:** При комбинирани инструменти за повърхностно пластично деформиране, размерообразуването от режещия модул, реализирано чрез плаващия режещ блок в значителна степен, а по отношение на параметрите на точността почти еднозначно, предопределя качеството на обработените повърхнини. За осигуряване на по-голяма точност на размерите и формата на повърхнините обработени чрез повърхностно пластично деформиране е необходимо да се разкрият и анализират факторите, участващи в механизма на размерообразуването, осъществявано от плаващия режещ блок. В резултат на направения анализ се предлага схема на обработване с плаващ режещ блок със завъртени под ъгъл режещи ръбове.

**Ключови думи:** полиращи инструменти, повърхностно пластично деформиране, грапавост, качество на повърхнината, технология на машиностроенето, комбинирани инструменти, обстъргване

Комбинирани инструменти за повърхностно пластично деформиране (ППД) се реализират чрез режещ и деформиращ модул [1, 2, 3]. В режещия модул рязането се осъществява чрез плаващ режещ блок (ПРБ) със срещуположно разположени режещи ръбове.

От проведените изследвания [1, 4] се установява, че размерообразуването от плаващия режещ блок със срещуположно разположени режещи ръбове в значителна степен, а по отношение на параметрите на точността почти еднозначно, предопределя качеството на обработените повърхнини. Във връзка с това за намиране на решения за отстраняване на получаваните дефекти и за осигуряване на по-голяма точност на размерите и формата на повърхнините е необходимо да се разкрият и анализират в кинематичен и динамичен аспект факторите, участващи в механизма на размерообразуването, осъществявано от плаващия режещ блок.

Проведените теоретични изследвания върху размерообразуването разкриват възможности за прилагането при конструирането на комбинирани инструменти на относително по-съвършени схеми за разположение на режещите ръбове и вследствие на това – нови конструкции на плаващи блокове.

Чрез прилаганата схема е възможно да се постигне намаляване на амплитудата на плаване на носещата плоча (фиг.1). Дължи се на промененото съотношение в проекциите на силите  $F_{y1}$ ,  $F_{z1}$ ,  $F_{y2}$  и  $F_{z2}$  спрямо направлението на плаване.

Връзката между радиалните сили на рязане и проекциите им върху направлението на плаване се изразява чрез зависимостите:

$$F'_{y1} = F_{y1} \cdot \cos\alpha, \quad (1)$$

$$F'_{y2} = F_{y2} \cdot \cos\alpha, \quad (2)$$

където  $F_{y1}$  е радиалната компонента на силата на рязане на първия режещ ръб;

$F_{y2}$  – радиалната компонента на силата на рязане на втория режещ ръб;

$F'_{y1}$  – проекцията на радиалната компонента на силата на рязане на първия режещ ръб;

$F'_{y2}$  – проекцията на радиалната компонента на силата на рязане на втория режещ ръб;

$\alpha$  – ъгълът на завъртане на режещите ръбове.

За тангенциалната сила на рязане проекциите са

$$F'_{z1} = F_{z1} \cdot \cos\alpha, \quad (3)$$

$$F'_{z2} = F_{z2} \cdot \cos\alpha. \quad (4)$$

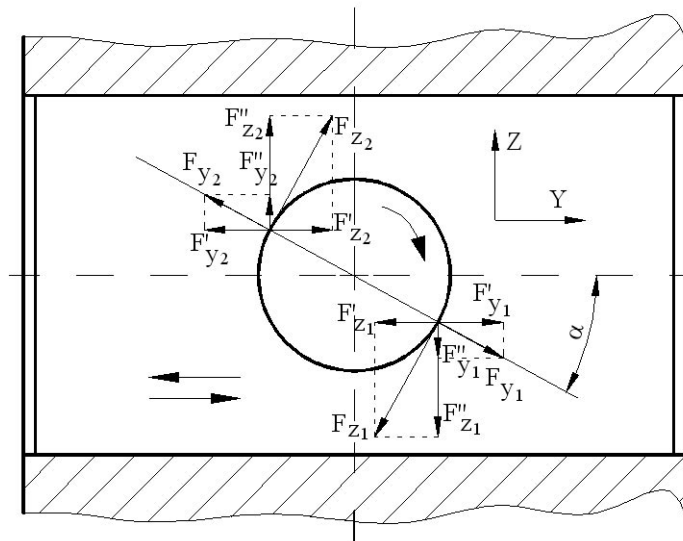
където  $F_{z1}$  е тангенциалната компонента на силата на рязане на първия режещ ръб;

$F_{z2}$  – тангенциалната компонента на силата на рязане на втория режещ ръб;

$F'_{z1}$  – проекцията на тангенциалната компонента на силата на рязане на първия нож;

$F'_{z2}$  – проекцията на тангенциалната компонента на силата на рязане на втория нож.

От фиг.1 се вижда, че направлението на силите  $F'_{y1}$  и  $F'_{z1}$  както и на силите  $F'_{y2}$  и  $F'_{z2}$  са противоположни. Тоест, при всяка промяна в големината на дълбочината на рязане, за някой от режещите ръбове, протича първоначален процес на уравнивяване и преразпределение на силите на рязане. В случай, че това се окаже достатъчно за възстановяване на равновесието, носещата плоча на блока запазва състоянието си на покой. В противен случай протича процес на уравнивяване в рамките на целия плаващ блок, изразяващо се в преместване на плочата в нужното направление. Преместването, обаче е малко, тъй като в случая протича начален процес на уравнивяване и преразпределение на силите на рязане.



Фиг.1. Схема на режещ плаващ блок с ножове завъртени спрямо направлението на "плаване" на ъгъл  $\alpha$

Силовото натоварване на ПРБ със завъртени режещи ръбове (PP) е илюстрирано на фиг.2, като условието за "плаване" на блока придобива вида:

$$F'_{y1} - F_{y2} - F'_{z1} + F'_{z2} \geq \mu F''_{z1} + \mu F''_{z2} + \mu F_{x1} + \mu F_{x2} + \mu G. \quad (5)$$

Допускаме, че отношенията между силите са:

$$\frac{F_{y1}}{F_{x1}} = \frac{F_{y2}}{F_{x2}} = k_1 = const; \quad \frac{F'_{y1}}{F''_{z1}} = \frac{F'_{y2}}{F''_{z2}} = k_2 = const \quad (6)$$

От равенството на моментите при силовото натоварване на блока се установява, че

$$F_{z1} \cdot \frac{B}{2} = F''_{z1} \cdot \frac{2}{3} \cdot l; \quad F_{z2} \cdot \frac{B}{2} = F''_{z2} \cdot \frac{2}{3} \cdot l. \quad (7)$$

След заместване на 1, 2, 3, 4, 6 и 7 в 5 и преобразувания, за  $\Delta F_y$  се получава:

$$\Delta F_y \geq \frac{\mu \left[ G + \frac{2F_{y2}(K_1 + K_2)}{K_1 \cdot K_2} \right]}{\cos \alpha - \frac{4l}{3BK_2} \cdot \sin \alpha}, \quad (8)$$

където  $B$  е радиалният настроен размер;

$l$  – дължината на участъците с разпределени товари  $f'_z$  и  $f''_z$ ;

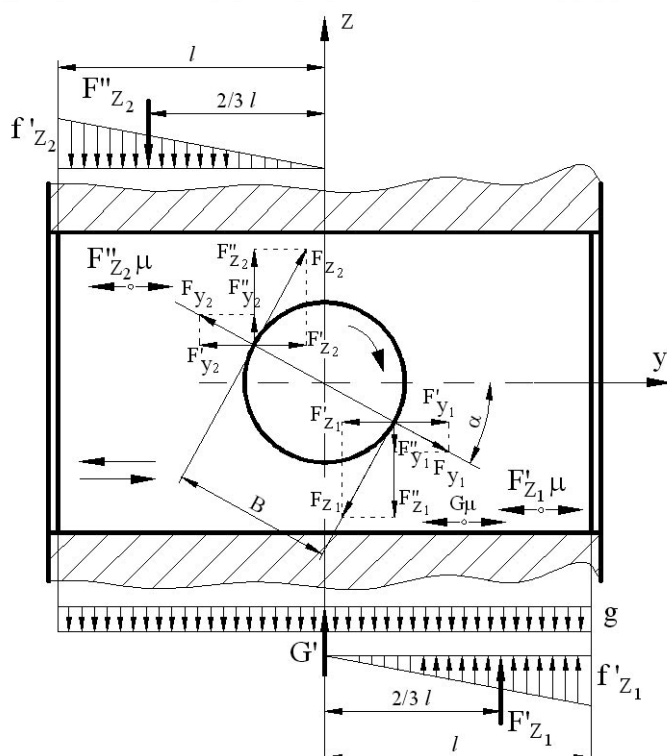
$\alpha$  – ъгълът на завъртане на плаващия блок спрямо направлението му на преместване;

$\mu$  – коефициентът на триене при покой;

$G$  – теглото на носещата плоча на блока.

Необходимо е да се извърши анализ на функцията

$\Delta F_y = f(\alpha)$  и да се намерят значенията на  $\alpha$  при които функцията притежава екстремни стойности.



Фиг.2. Силово натоварване на ПРБ със завъртени РР

Непосредственото аналитично минимизиране на тази функция е затруднено поради сложния вид на неравенството 8. Тази трудност е преодоляна със създаването на програмен продукт, с помощта на който се изчисляват стойностите на функцията  $\Delta F_y = f(\alpha)$  в интервала от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , като е прието, че  $F_y = 100N$ ,  $\mu = 0,10$ ,  $G = 15N$ ,  $K_1 = 1,47$  и  $K_2 = 0,15$  стойностите са получени, като се имат в предвид резултатите получени в глава трета. Графиката на тази функция е показана на фиг.3.

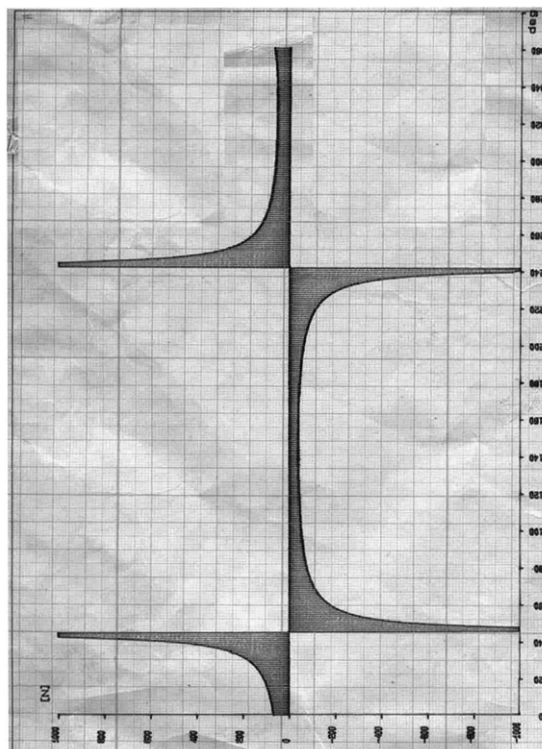
От фигурата се вижда, че функцията  $\Delta F_y = f(\alpha)$  има две точки на прекъсване  $\alpha_{kp1}$  и  $\alpha_{kp2}$ , разделящи графиката на два клона – положителен и отрицателен. В положителния клон може да се намери онзи ъгъл  $\alpha = \alpha_0$ , при който функцията  $\Delta F_y = f(\alpha)$  има минимум, т.е. ъгълът при който силата необходима за преодоляване на действащите сили е минимална. Завъртането на ПРБ на ъгъл  $\alpha = \alpha_0$  ще увеличи чувствителността му при увеличаване на силите на рязане, вследствие появата на смущаващи фактори (променлива прибавка, различна твърдост на материала, еластични деформации и други).

При завъртането на ПРБ на ъгъл  $\alpha_{kp}$ , силата, необходима за преместване на ПРБ до ново равновесно положение клони към безкрайност. Тогава след връзването на ПРБ, той се установява и по-нататък работи като твърдо установен, без да е възможно “плаването”.

Описаният модел дава информация за силите, които трябва да възникнат за да стане възможно установяването на ПРБ в ново равновесно положение. Като се имат в пред вид посочените по горе стойности, за да се премести ПРБ в ново равновесно положение е необходимо силата  $F_y$  да се увеличи с 45 N.

При завъртане на ПРБ на ъгъл  $47,5^\circ$  спрямо направлението му на преместване, за да се премести блока силата трябва да се увеличи до безкрайност. Поради това, че на практика не може да се постигне безкрайно голямо колебание на силите на рязане, ПРБ ще работи като твърдо установен без “плаване”.

Обоснована е принципна схема на ПРБ със завъртени режещи ръбове чрез която е възможно да се постигне намаляване амплитудата на плаване на носещата плоча, а следователно и големината на ексцентрицитета на получаваните сечения, формиращи образуващата на обработените повърхнини.



Фиг.3. Зависимост за определяне на критичния ъгъл

## Литература

1. Костадинов В.С., С.В.Костадинов. Относно размерообразуването при комбинираното обработване с плаващ режещ блок. Сп. "Механика на машините" №48, Варна, 2003.
2. Костадинов В.С., С.В.Костадинов, Г.Х.Димитрова. Комбиниран инструмент за повърхностно пластично деформиране. Сп. "Механика на машините" №48, Варна, 2003.
3. Костадинов В.С. Возможности обеспечения точности комбинированной обработки путем ППД. „Машиностроение и техносфера XXI века”, Севастополь, 2004.
4. Кършаков М.К., Н.Георгиева. Сили на рязане при разстъргване на отвори с двуножови блокове. Сп. "Механика на машините" №55, Варна, 2005.