

Г.Б. БАГДАСАРЯН, М.Г. СТАКЯН, В.Г. БАГДАСАРЯН

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ СВЕРЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Նաշի անելով քայրային գործընթացների նույնականությունը, որոնք ընթանում են կառուցվածքային նյութերից պատրաստված մեքենամասերի ձգման և ոլորման, ինչպես նաև դրանց մեխանիկական մշակման ընթացքում՝ տաշեղագոյացման ժամանակ, առաջարկված է գայիկոնի երկրաչափական հիմնական պարամետրերի (առջին  $\gamma$  և հետին  $\alpha$ , զալարի թևման  $\omega$  և հարթության մեջ  $\varphi$  անկյունների) որոշման ճարտարագիտական մեթոդ, որը հիմնված է փորձանմուշների քայրային գոտու ձևափոխման հաշվառման վրա: Ատարկված են պարզ անչություններ այդ պարամետրերի որոշման համար՝ պողպատյա մեքենամասերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հաշվառմամբ:

Учитывая идентичность процессов разрушения, протекающих при растяжении и кручении деталей из конструкционных материалов, и стружкообразование при их механической обработке, предлагается инженерный метод определения основных геометрических параметров сверла (переднего  $\gamma$  и заднего  $\alpha$  главных углов, угла наклона спирали  $\omega$  и в плане  $\varphi$ ), основанный на учете формоизменений в зоне разрыва образцов. Получены простые зависимости для определения этих параметров с учетом физико-механических свойств стальных деталей.

Ил. 4. Библиогр.: 5 назв.

Taking into account the distortion process identity occurring during tension and torsion of the parts made of structural materials, and the chip formation during their mechanical machining, an engineering method of determining basic geometrical parameters of a drill (front  $\gamma$  and lip-relief  $\alpha$  of main angles, flute helix angles  $\omega$  and in the plan  $\varphi$ ) is proposed, which are based according to formchanging in the specimen breakage zone. Simple dependences for determining these parameters according to physical and mechanical properties of steel parts are obtained.

Ил. 4. Ref. 5.

Сверление конструкционных материалов рассматривается как сложный процесс резания, во время которого тело сверла испытывает действие переменного сложно-напряженного состояния (сжатие, изгиб, кручение), приводящего при определенных режимах к преждевременному разрушению рабочих поверхностей и тела самого сверла. Установлено [1], что стойкость сверла пропорциональна затраченной энергии разрушения металла в процессе резания.

Учитывая, что процесс резания металла в первом приближении аналогичен изменениям, происходящим в шейке лабораторного образца в момент его разрыва при растяжении и кручении [2], можно использовать параметры зоны разрыва образца для определения оптимальной геометрии сверла. Используя метод суперпозиции [3], можно добиться поэтапного решения задачи — главные передний и задний углы  $\gamma$ ,  $\alpha$  и угол сверла  $\omega$

плана  $\varphi$  определить из условия разрушения образца при растяжении, а угол наклона спирали  $\omega$  - при кручении.

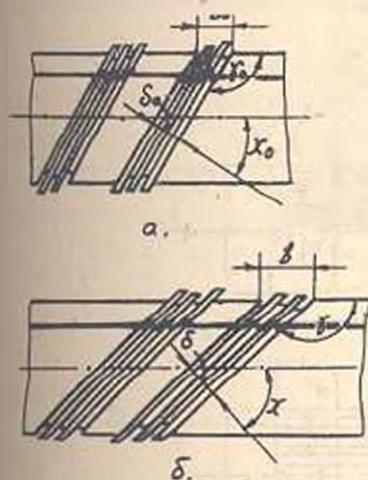


Рис. 1.

Модель смещения устойчивых полос скольжения:

а - до испытания. б - после испытания.

Известно [4], что для упрочняющихся металлов и сплавов по мере увеличения деформаций на микроструктурном уровне меняются углы плоскостей скольжения  $\chi$  и  $\gamma$  (рис. 1). Поскольку толщина пакета скольжения  $\delta$  практически остается неизменной, а размеры  $b$  и  $b_0$  пропорциональны длине образца до и после разрушения, то  $b/b_0 \approx \sin \gamma_0 / \sin \gamma$ . При этом относительный сдвиг плоскостей скольжения для данного металла остается постоянным и фактически является физико-математической характеристикой материала, которая может быть использована для оценки идентичности процессов резания металла и разрушения образцов.

Рассмотрим область течения пластически деформированной зоны в момент разрушения образца (рис. 2). Разобьем эту область на участки  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и рассмотрим перемещение частицы по линии тока  $\psi = \psi_0$  в цилиндрической системе координат  $\psi O \varphi$  [4]:

$$\gamma_0 = \pi(1 - \psi_0 / \Delta\psi) \quad (1)$$

где  $\Delta\psi$  — элементарный поток тока в области  $S$ . Вектор скорости в этом случае будет [3]:

$$\vec{V} = -\psi / D = \vec{V}_1, \quad (2)$$

а модуль  $|\vec{V}|$  и угол наклона  $\theta$  определяются из условий:  $\vec{V} = V_1$ ,  $\theta = \pi$ .

В области  $S_1$  имеем сравнительно равномерное поле течения. В области  $S_2$  вектор скорости течения меняется по величине и направлению. Здесь же наблюдается концентрация и искривление линий тока, а также значительное рассеяние общей энергии формоизменения, приводящее к необратимым изменениям. В области  $S_3$  происходит выравнивание тока и линий, но вектор скорости несколько выше:

$$\vec{V} = -\Delta\psi / d = \vec{V}_2. \quad (3)$$

где  $d$  — диаметр шейки разрушенного образца.

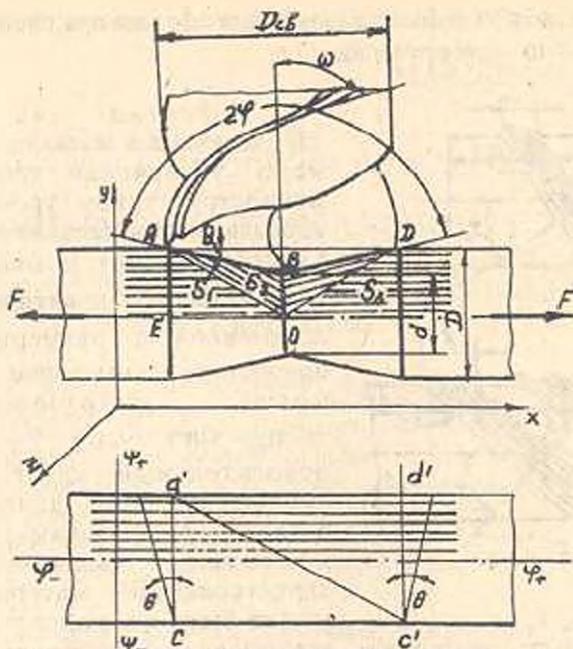


Рис. 2. Разрывное поле скорости при растяжении

На рис. 3 приведена схема резания металла при сверлении. На некотором расстоянии от зоны резания имеем равномерное поле течения ( $S_1$ ), которое по мере приближения к режущей кромке напряжения в срезанном слое возрастает до начала пластического смещения материала ( $S_2$ ). При этом меняется направление вектора скорости и образования стружки ( $S_3$ ), которая движется по передней поверхности сверла со скоростью  $V_{стр}$ . Другая часть материала продолжает движение по оси  $\varphi$  со скоростью  $V$ , и в точке  $C$  происходит разрушение обрабатываемого материала.

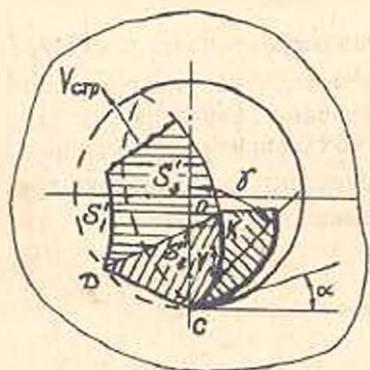


Рис. 3.  
Зона деформации в срезаемом слое при сверлении

Идентичность напряженно-деформированного состояния в областях  $S_1 - S_2$  и  $S'_1 - S'_2$  (рис. 2 и 3) очевидна, так как в обоих случаях течение материала представляет собой жесткое перемещение среды, где компоненты скорости деформации равны нулю. Внутренняя граница, которая разделяет очаг пластической деформации от основной части материала, имеет вид эллипса (рис. 3) с наклоном под углом  $\gamma$ , принимающим значения  $\gamma = \alpha\pi$  в области  $S'_2$  [4]. Аналогичным образом установлено, что максимальные деформации при сверлении происходят

ближе к передней поверхности лезвия сверла. Следовательно, угол  $\gamma$  можно принять равным переднему углу, значение которого можно определить из геометрических соотношений на рис. 2:

$$\gamma = \arctg(Dtg\theta / (D - d)). \quad (4)$$

Главный задний угол  $\alpha$  определяется из условия удлинения образца под действием максимальных касательных напряжений (рис. 4):

$$\varepsilon_s = (a_2 - a_1) / a_1 = [\cos \pi / 4 - \cos(\pi / 4 - \alpha)] / \cos(\pi / 4 + \alpha),$$

откуда получаем

$$\alpha = \arccos(a_1 / \sqrt{2}a_2) - \pi / 4. \quad (5)$$

где  $a_1$ ,  $a_2$  — границы области деформаций сдвига (рис. 4).

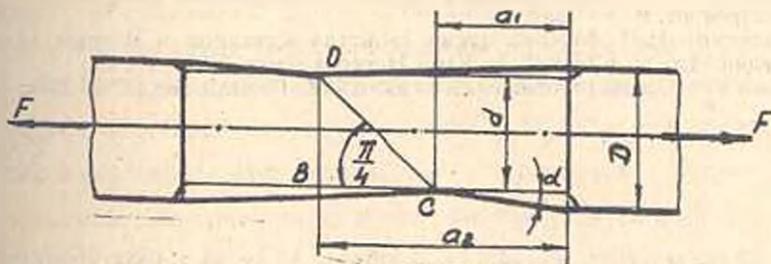


Рис. 4. Схема удлинения образца

Главный угол в плане  $\varphi$  определяется из условия образования конической части при разрыве растянутого образца (рис. 2):

$$\varphi = \pi / 2 - \theta. \quad (6)$$

Угол наклона спирали  $\omega$  можно рассчитать из условия кручения тела сверла. При кручении цилиндрического бруса упруго-пластической границей поперечного сечения служит окружность сердцевины сверла диаметром  $d_c$  [5]:

$$d_c = k / G\omega.$$

где  $k^2 = \tau_x^2 + \tau_y^2 = \tau_s^2 / 3$ ;  $G$  — модуль сдвига (для сталей  $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$ );  $\tau_s$  — предел прочности.  $\omega$  — угол закручивания поперечного сечения;  $\tau_x$ ,  $\tau_y$  — компоненты касательных напряжений.

Крутящий момент при этом равен

$$T = 2\pi k(D_{\text{св}}^3 - d_c^3 / 4) / 3 = 2\pi k D_{\text{св}}^3 / 3,$$

а максимальное касательное напряжение, при котором стружка отрывается от основного материала, определяется как

$$\tau_{\text{max}} = T / W_p, \quad W_p = \pi D_{\text{св}}^3 / 16,$$

т.е.

$$\tau_{\text{max}} \approx 0,4K.$$

Так как  $\omega = Tl / GI_p$ , где  $l$  — длина сверла,  $I_p$  — полярный момент инерции, после некоторых преобразований для стальных деталей получим

$$\omega = 1,8 \cdot 10^{-6} \tau_s l / D_{\text{св}}.$$

Таким образом, на основании физико-механических свойств обрабатываемых материалов для каждой группы конструкционных материалов можно определить оптимальные геометрические параметры сверла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. - М.: Машиностроение, 1985. - 302 с.
2. Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А., Багдасарян В.Г. Определение основных углов реза по разрывному полю обрабатываемого металла // Изв. НАН Армении и ГИУА. Сер. ТН. - 1995. - Т. 48, № 1. - С. 4-7.
3. Некрасов С.С. Сопротивление хрупких материалов разрушению. - М.: Машиностроение, 1971. - 186 с.
4. Давиденков Н.Н. Механические свойства металлов и методы изменения деформаций: Изб. тр. в 2-х т. Т. 2. - Киев: Наукова думка, 1981. - 372 с.
5. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. - М.: Гостехиздат, 1956. - 324 с.

ГИУА

15.IX.1994

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. XLIX, № 3, 1995, с. 170-177

УДК 621.932.025:679.8.053

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Л.М. МАКАРЯН, А.Л. МАКАРЯՅԻ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДИСКОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КАМНЕРЕЗНЫХ МАШИН

Նվիրված է քիթեղաձև կտրիչներով հանդերձավորված սկավանակաձև գործադիր մարմնի՝ կտրման գործընթացում առաջացող լարվածային-դեֆորմացված վիճակի ուսումնասիրությանը: Ստացվել են լարումների տեղգորի բաղադրիչների էպյուրները և առաջադրվել են սկավանակի բեռնաթափումը և կայունությունն ապահովող կառուցվածքային ձևափոխություններ:

Посвящена изучению напряженно-деформированного состояния дискового исполнительного органа, оснащенного режущими пластинками, возникшего в процессе резания путем его аппроксимации с плоской задачей теории упругости с использованием ее методов. Получены эпюры компонентов тензора напряжений и предложены изменения конструкции диска, обеспечивающие его разгрузку и устойчивость.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр: 1 назв.

The paper concerns the developed in the cutting process stressed-deformed state of a disk equipped with plate-type cutters, approximating it with the plane problem of elasticity theory and using its procedures. Distribution curves of stress tensor components have been plotted, conclusions have been made accordingly, as well as it is suggested to make modifications in the disk design in order to provide unloading and stability of the disk.

Илл. 3. Table 2. Ref. 1.